



PROCEEDING BOOK

AKDENİZ

10. ULUSLARARASI

UYGULAMALI

BİLİMLER

KONGRESİ



AKDENİZ
10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
NOVEMBER 2 - 5, 2023
KYRENIA



www.akdenizkongresi.org



**AKDENİZ
10TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
NOVEMBER 2-5, 2023
KYRENIA**

**ORGANIZED BY
SELÇUK UNIVERSITY
UNIVERSITY OF KYRENIA
ACADEMY GLOBAL CONFERENCES & JOURNALS**

**PROCEEDING BOOK
ISBN: 978-625-6830-49-3
ISSUED : 10.12.2023**

*All rights of this book belong to Academy Global Publishing House
Without permission can't be duplicate or copied.*

Academy Global–2022 ©

CONFERENCE ID

**AKDENIZ
10TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES**

**DATE – PLACE
NOVEMBER 2-5, 2023
KYRENIA**

EVALUATION PROCESS

All applications have undergone a double-blind peer review process.

PARTICIPATING COUNTRIES

**Turkey – Azerbaijan Egypt – Israel – Iran – Greece – Italy – Canada – Taiwan - USA. –
Thailand – Germany - Czech Republic - South Korea - China. – Libya – Jordan -
Malaysia. - USA - Sri Lanka – Bulgaria – Kenya – Algeria – Oman –**

ASSOCIATION & ACADEMIC INCENTIVES :

**76 papers presented from Turkey and 95 papers from other Countries
Members of the organizing committees of the conference perform their duties with an
"official assignment letter"**

LANGUAGES

Turkish, English, Russian, Persian, Arabic

Congress Honorary Presidents

President Of Northern Cyprus: Ersin Tatar
Prof. Dr. Metin feyzioğlu
Prof. Dr. Metin AKSOY
Prof. Dr. İlkay Salihoğlu
Assoc. Pğrof. Dr Cemre Suat Günsel Haskasap

ORGANIZING COMMITTEE

Head of Conference: Asst. Prof. Dr. Naci Büyükkaraciğan
Head of Organizing Board: Prof. Dr. Ali Şahin
Head of Academy Global Board: Asst. Prof. Dr. Gültekin Gürcey
Organizing Committee Member: Prof. Dr. Mehmet Altınay
Organizing Committee Member: Prof.Dr.Gökmen Dağlı.
Organizing Committee Member: Prof. Dr. Zehra Altınay
Organizing Committee Member: Prof. Dr. Fahriye Altınay
Organizing Committee Member: Prof. Dr. Akbar Abbasi
Organizing Committee Member: Doç.Dr.Didem Aydındağ
Organizing Committee Member: Doç.Dr.Eser Gemikonaklı
Organizing Committee Member: Doç.Dr.Nurdan Atamtürk
Organizing Committee Member: Doç.Dr.Mustafa Yeniasır
Organizing Committee Member: Doç.Dr.Burak Gökbulut
Organizing Committee Member: Yard.Doç.Dr.Mutlu Soykurt
Organizing Committee Member: Yard.Doç.Dr.Erinç Erçağ
Organizing Committee Member: Yard.Doç.Dr.Mehmet Beyazsaçlı
Organizing Committee Member: Yard.Doç.Dr.Ayhan Çakıcı
Organizing Committee Member: Yard.Doç.Dr.Emete Toros
Organizing Committee Member: Prof. Dr. Dr. Buchari Lapau
Organizing Committee Member: Prof. Meri Mohammed
Organizing Committee Member: Prof. Dr. Gilead Duvhsani
Organizing Committee Member: Prof. Dr. Saih Mohamed
Organizing Committee Member: Prof. Dr. Paulo Batista
Organizing Committee Member: Prof. Dr. Hajar Huseynova
Organizing Committee Member: Prof. Dr. Hülya Çiçek
Organizing Committee Member: Prof. Dr. Dwi Solisworo
Organizing Committee Member: Prof. Raihan Yusoph
Organizing Committee Member: Asst. Prof. Dr. Mehmet Nuri Ödük.
Organizing Committee Member: ASSOC. PROF. DR. HSIEN-CHEN, KO
Organizing Committee Member: Senior Lecture Dr. Achintya Mahapatra
Organizing Committee Member: Dr. Veena Soni
Organizing Committee Member: Dr. Dr. Goh Pey Yun
Organizing Committee Member: Doç. Dr. Nazile Abdullazade
Organizing Committee Member: Doç. Dr. Ivaylo Staykov
Organizing Committee Member: Assist. Prof. K. R. Padma
Organizing Committee Member: Dr. Aynura Aliyeva
Organizing Committee Member: Amaneh Manafidizaji

SCIENTIFIC COMMITTEE

- Prof. Dr. Ali BİLGİLİ – Türkiye
Prof. Dr. Naile BİLGİLİ – Türkiye
Prof. Dr. Başak HANEDAN – Türkiye
Prof. Dr. Hülya Çiçek KANBUR – Türkiye
Prof. Dr. Emine KOCA – Türkiye
Prof. Dr. Fatma KOÇ – Türkiye
Prof. Dr. Bülent KURTIŞOĞLU – Türkiye
Prof. Dr. Hajar Huseynova – Azerbaijan
Prof. Dr. Dwi SULISWORO – Indonesia
Prof. Dr. Natalia LATYGINA – Ukraina
Prof. Dr. Yunir ABDRAHIMOV – Russia
Prof. Muntazir MEHDI – Pakistan
Prof. Dr. Raihan YUSOPH – Philippines
Prof. Dr. Akbar VALADBİGİ – Iran
Prof. Dr. F. Oben ÜRÜ – Türkiye
Prof. Dr. T.Venkat Narayana RAO – India
Prof. Dr. İzzet GÜMÜŞ – Türkiye
Prof. Dr. Mustafa BAYRAM – Türkiye
Prof. Dr. Saim Zeki BOSTAN – Türkiye
Prof. Dr. Hyeonjin Lee – China
Assoc. Prof. Dr. Abdulsemet AYDIN – Türkiye
Assoc. Prof. Dr. Mehmet Fırat BARAN - Türkiye
Assoc. Prof. Dr. Dilorom HAMROEVA - Uzbekistan
Assoc. Prof. Dr. Abbas GHAFFARI – Iran
Assoc. Prof. Dr. Yeliz ÇAKIR SAHİLLİ - Türkiye
Assoc. Prof. Ivaylo STAYKOV - Bulgaria
Assoc. Prof. Dr. Dini Yuniarti – Indonesia
Assoc. Prof. Dr. Ümit AYATA – Türkiye
Assoc. Prof. Dr. Okan SARIGÖZ – Türkiye
Assoc. Prof. Dr. Eda BOZKURT – Türkiye
Assoc. Prof. Dr. Ahmet TOPAL – Türkiye
Assoc. Prof. Dr. Abdulkadir Kırbaş – Türkiye
Assoc. Prof. Dr. Mesut Bulut – Türkiye
Assoc. Prof. Dr. Fahriye Emgili – Türkiye
Assoc. Prof. Dr. Sandeep GUPTA – India
Assoc. Prof. Dr. Veysel PARLAK – Türkiye
Assoc. Prof. Dr. Mahmut İSLAMOĞLU – Türkiye
Assoc. Prof. Dr. Nazile Abdullazade – Azerbaijan
Assist. Prof. Dr. Göksel ULAY – Türkiye
Assist. Prof. K. R. PADMA – India
Assist. Prof. Dr. Omid AFGHAN - Afghanistan
Assist. Prof. Dr. Maha Hamdan ALANAZİ - Saudi Arabia
Assist. Prof. Dr. Dzhakipbek Altaevich ALTAYEV - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Amina Salihi BAYERO – Nigeria
Assist. Prof. Dr. Baurcan BOTAKARAEV - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Ahmad Sharif FAKHEER - Jordania
Assist. Prof. Dr. Gültekin GÜRÇAY – Türkiye
Assist. Prof. Dr. Dody HARTANTO - Indonesia
Assist. Prof. Dr. Mehdi Meskini HEYDALOU – Iran

Assist. Prof. Dr. Bazarhan İMANGALIYEVA - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Keles Nurmaşılı JAYLIBAY - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Mamatkuli JURAYEV – Ozbekistan
Assist. Prof. Dr. Kalemkas KALIBAEVA – Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Bouaraour KAMEL – Algeria
Assist. Prof. Dr. Alia R. MASALİMOVA - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Amanbay MOLDIBAEV - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Ayslu B. SARSEKENOVA - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Bhumika SHARMA - India
Assist. Prof. Dr. Gulşat ŞUGAYEVA – Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. K.A. TLEUBERGENOVA - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Cholpon TOKTOSUNOVA – Kirgizia
Assist. Prof. Dr. Hoang Anh TUAN - Vietnam
Assist. Prof. Dr. Botagul TURGUNBAEVA - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Dinarakhan TURSUNALİEVA - Kirgizia
Assist. Prof. Dr. Yang ZİTONG – China
Assist. Prof. Dr. Gulmira ABDİRASULOVA – Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Imran Latif Saifi – South Africa
Assist. Prof. Dr. Zohaib Hassan Sain – Pakistan
Assist. Prof. Dr. Murat GENÇ – Turkiye
Assist. Prof. Dr. Monisa Qadiri – India
Assist. Prof. Dr. Vaiva BALCIUNIENE – Lithuania
Assist. Prof. Dr. Meltem AVAN – Turkiye
Aynurə Əliyeva - Azerbaijan
Sonali MALHOTRA - India

AKDENIZ
10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
AKDENIZArt 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
NOVEMBER 2 - 5, 2023
KYRENIA

Join Zoom Meeting

[https://us02web.zoom.us/j/88193707664?pwd=MEZBL3M0S1ArNWVsMjV0YUJkR3lIQ
T09](https://us02web.zoom.us/j/88193707664?pwd=MEZBL3M0S1ArNWVsMjV0YUJkR3lIQ
T09)

Meeting ID: 881 9370 7664

Passcode: 123456



ÖNEMLİ AÇIKLAMA (Lütfen okuyunuz)

- ZOOM bağlantısı için yukarıda verilen bağlantıyı veya yine yukarıda verilen giriş bilgilerini kullanabilirsiniz.
- gerekmektedir. Moderatörün oturum düzenini gözetmesi, akademisyen adaylarını yönlendirmesi beklenmektedir.
- Oturuma bağlanmadan önce Oturum ve Salon numaranızı adınızın önüne aşağıdaki gibi ekleyiniz. Bu sayede kongre açılışında beklemeden oturumlarınıza gönderilebileceksiniz. Ör. 1 – 5 Ahmet Ahmetoglu
- Sunum süresi 10 dakikadır. Bu sürenin aşılmasını moderatörler temin edecektir.
- Sunum sonrası 5 dakikayı geçmeyen soru-cevap, tartışma süresi verilmektedir.
- Sunumlar TÜRKÇE veya İNGİLİZCE yapılabilmektedir.
- Kameralar, oturum süresince toplam % 70 oranında açık olmak zorundadır.
- Sunum yapan katılımcının kamerası açık olmak zorundadır.
- Sunum yapmak zorunludur. Herhangi bir nedenle sunum yapmamış olan katılımcıya sertifika verilmesi ve çalışmasının yayınlanması söz konusu olamaz.
- Katılımcı, bulunduğu oturumda, oturum bitene kadar bulunmak zorundadır.
- Katılımcıların kendi oturumları dışındaki oturumlara katılma zorunluluğu yoktur.
- ZOOM platformunun kapasite sınırı nedeniyle, DİNLEYİCİ, sadece kapasite izin verdiği sürece kabul edilebilmektedir.

AÇILIŞ PROGRAMI

**3 Kasım/ November 3, 2023 / 10:00 – 11:30 Time zone in Girne (GMT+3)
Prof. Dr. İlkyay Salihoglu Konferans Salonu**

AKDENİZ 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENİZArt 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION NOVEMBER 2 - 5, 2023 - KYRENIA YÜZYÜZE – ON SITE				
3 Kısım/ November 3, 2023 / 13:00 – 14:15 Time zone in Girne (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 1	Prof. Dr. Hasan Erdinç KOÇER	1	OBJECT DETECTION FROM GROUND-PENETRATING RADAR DATA USING A DEEP LEARNING	Prof. Dr. Hasan Erdinç KOÇER Hayri KILIÇ
		2	CREATING IMAGE CAPTIONING WITH A DEEP LEARNING APPROACH	Prof. Dr. Hasan Erdinç KOÇER Abdulrahman Mohamed ALI
		3	AKARSU MAHMUZ YAPILARININ YÜZEN ODUN MALZEMELERİNİN HAREKETİNE OLAN ETKİLERİNİN İNCELENMESİ	İsa CİCİ Ö. Faruk DURSUN
		4	YÜZEN ODUN MALZEMELERİN KÖPRÜ AYAKLARI KESİTLERİNİN TIKANMASINA OLAN ETKİLERİNİN İNCELENMESİ	İsa CİCİ Ö. Faruk DURSUN
		5	A HISTORICAL ANALYSIS ON DEVALUATION DECISIONS OF POLITICAL POWERS FROM THE OTTOMAN EMPIRE TO THE REPUBLIC OF TURKEY	Doç.. Dr. İsmail Safi Prof. Dr. İsmail Akbal
		6	THE IRAQ REVOLUTION OF 14 JULY 1958 AND ITSEFFECTS ON TURKISH POLITICAL LIFE	Prof. Dr. İsmail Akbal Doç. Dr. İsmail Safi
		7	GREEN PRODUCTION: A LITERATURE REVIEW	Asisstant Prof. Dr., Fulya ODUNCU Research Assistant Dr., İncilay YILDIZ
		8	BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF RESEARCH IN BUSINESS ADMINISTRATION AND INFORMATION TECHNOLOGIES	Res. Assist. Dr. İncilay YILDIZ Assist. Prof. Dr. Fulya ODUNCU

AKDENİZ 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENİZArt 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION NOVEMBER 2 - 5, 2023 - KYRENIA YÜZYÜZE – ON SITE				
3 Kısım/ November 3, 2023 / 13:00 – 14:15 Time zone in Girne (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 2	Doç. Dr. Fatih VAROL	1	Rekreasyonel Faaliyetlere Katılım Şekli ve Süresinin Alkol Kullanım Bozukluğu Üzerindeki Etkisine Yönelik bir Araştırma	Doç. Dr. Fatih VAROL Arş. Gör. Hasan Suat AKSU
		2	THE ASSESSMENT OF TURKEY'S TAX REVENUE PERFORMANCE BY LEVEL 1 AND LEVEL 2 STATİSTİCAL REGIONAL UNİTS	Lecturer PhD, Metin ALLAHVERDİ
		3	OPERATION AND ACCOUNTING OF ACCOUNTS THAT ARE IMPORTANT IN FOREIGN TRADE TRANSACTIONS WITHIN THE FRAMEWORK OF ACCOUNTING STANDARDS OF TURKEY	Assoc. Prof. Dr. Ali ANTEPLİ Lecturer Memiş KARAER
		4	EVALUATION OF THE INCREASE IN TAX RATE WITH THE LAFFER CURVE	Öğr. Gör. Serhat KURT Öğr. Gör. Şükrü GÜVEN
		5	Fiziksel Şiddete Yönelik Tutumlar Ciddi Serbest Zaman Faaliyet Seçimi Üzerinde Etkili midir?	Arş. Gör. Hasan Suat AKSU Doç. Dr. Fatih VAROL Arş. Gör. Hasan Tahsin KAVLAK
		6	A THEORETICAL STUDY ON THE EFFECTS OF DEVELOPMENTS IN AI AND DIGITALIZATION ON THE FUTURE OF THE ACCOUNTING PROFESSION	Öğr.Gör. Memiş KARAER Doç.Dr. Ali Antepli
		7	USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE FRAMEWORK OF PUBLIC RELATIONS	Öğr. Gör. Şükrü GÜVEN Öğr. Gör. Serhat KURT
		8	ERP AND ACCOUNTING INFORMATION SYSTEM and SELECTION OF THE ERP SYSTEM TO BE USED IN BUSINESSES	Doç. Dr. Semih BÜYÜKİPEKÇİ Sümeyye Nur TOPKARA

AKDENİZ 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENİZArt 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION NOVEMBER 2 - 5, 2023 - KYRENIA YÜZYÜZE – ON SITE 3 Kasım/ November 3, 2023 / 13:00 - 14 :15 Time zone in Girne (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 3	Doç. Dr. M.Erhan SUMMAK	1	PROPOSAL OF INTERNAL CRISIS MANAGEMENT MODEL BASED ON MOTIVATIONAL LANGUAGE THEORY	Doç. Dr. M.Erhan SUMMAK
		2	PARASOCIAL INTERACTION: A POWERFUL TOOL TO DRIVE CONSUMER BEHAVIOR	Dr. E. Erdal YÖRÜK
		3	THE ROLE OF INTERNAL PUBLIC RELATIONS IN THE OVERCOMING OF RESISTANCE TO INSTITUTIONAL CHANGE	Dr. E. Fazıl ÇÖLLÜ
		4	REVIEW OF SECTORAL DISTRIBUTION OF BANK LOANS IN TÜRKİYE (2013-2023)	Öğr. Gör. Halil İbrahim YAVUZ Öğr. Gör Turgay YAVUZARSLAN
		5	EFFECTS OF INCREASED USE OF TECHNOLOGY IN THE FINANCE SECTOR ON THE TURKISH BANKING SECTOR (2013-2023)	Öğr. Gör., Turgay YAVUZARSLAN Öğr. Gör., Halil İbrahim YAVUZ
		6	A STUDY ON THE RELATIONSHIP BETWEEN PSYCHOLOGICAL EMPOWERMENT AND CONFLICT MANAGEMENT	Dr. Öğr. Üyesi Ayşe YAVUZ
		7	Measuring and Reporting The Interaction of Business with Their Stakeholders in Creating Sustainable Value: Impact Accounting	Prof. Dr. Durmuş ACAR Doç. Dr. Özlem Nilüfer KARATAŞ ARACI Dr. Kadriye ARISOY
		8	EVALUATION OF AIRLINE CUSTOMERS' PERCEPTIONS OF SERVICE QUALITY IN TRNC ACCORDING TO SOCIO-DEMOGRAPHIC VARIABLES	Mert Ömürlü, Doç. Dr. Ayşen Berberoğlu, Doç. Dr. Tolga Öz,

AKDENİZ 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENİZArt 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION NOVEMBER 2 - 5, 2023 - KYRENIA YÜZYÜZE – ON SITE 3 Kasım/ November 3, 2023 / 14:30 - 16:15 Time zone in Girne(GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 1	Prof. Dr. Ali ŞAHİN	1	EMBRACING THE FUTURE OF PUBLIC ADMINISTRATION: EVALUATING THE OPPORTUNITIES AND CHALLENGES OF REMOTE WORK	Prof. Dr. Ali ŞAHİN Assoc. Prof. Dr. Adnan SÖYLEMEZ
		2	Green Buildings and the Role of Municipalities	Assoc. Prof. Dr. Adnan SÖYLEMEZ Prof. Dr. Ali ŞAHİN
		3	THE PRACTICES OF LOCAL GOVERNMENTS FOR THE PROTECTION OF CULTURAL HERITAGE IN CITIES AND THE ACTIVITIES OF ISTANBUL METROPOLITAN MUNICIPALITY	Doç. Dr. Duygu İLKHAN SÖYLEMEZ Öğr. Gör. Nihal GÜNEŞ AY
		4	TÜRKİYE'DE AFET YÖNETİMİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	Prof. Dr. Mehmet GÖKÜŞ Nurullah KAYA
		5	HEALTH NEWS AND ETHICS IN MEDIA	Prof.Dr., Makbule Evrim GÜLSÜNLER Doç.Dr., Gözde KOSA
		6	CARİ İŞLEMLER DENGESİ VE DIŞ BORÇ YÜKÜNÜN EKONOMİK BÜYÜMEYE ETKİSİ; DOĞRUSAL OLMAYAN ARDL YAKLAŞIMI	Arş. Gör. Emre DEVECİ Prof. Dr. Fatma Nur YORGANCILAR ATATOPRAK
		7	DIGITAL COMMUNICATION AND CRISIS MANAGEMENT	Doç. Dr., Gözde KOSA Prof. Dr., Makbule Evrim GÜLSÜNLER
		8	BELEDİYELERİN ENGELSİZ YAŞAM UYGULAMALARI VE KONYA BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ ÖRNEĞİ	Prof.Dr., Hakkı M. AY Doç.Dr., Adnan SÖYLEMEZ
		9	SU VERİMLİLİĞİNDE BELEDİYELERİN UYGULAMALARI VE KONYA BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ ÖRNEĞİ	Prof.Dr., Hakkı M. AY Öğr. Gör., Nihal GÜNEŞ AY

AKDENİZ 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENİZArt 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION NOVEMBER 2 - 5, 2023 - KYRENIA YÜZYÜZE – ON SITE				
3 Kasım/ November 3, 2023 // 14:30 – 16: 15 Time zone in Girne (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 2	Assit.Prof.Dr. Naci BÜYÜKKARACIĞAN	1	REAL ESTATE DEVELOPMENT AND LEGISLATION IN TURKEY	Assit.Prof.Dr. Naci BÜYÜKKARACIĞAN Lect. Mehmet Nuri ÖDÜK
		2	EVALUATION OF CURRENT URBANIZATION AND ENVIRONMENTAL PROBLEMS IN TURKEY	Öğr. Gör. Mehmet Nuri ÖDÜK Dr.Öğr. Üyesi Naci BÜYÜKKARACIĞAN
		3	AKADEMİSYENLERİN ÖRGÜTSEL VATANDAŞLIK ALGILARINI BELİRLEMeye YÖNELİK BİR ARAŞTIRMA SELÇUK ÜNİVERSİTESİ ÖRNEĞİ	Öğr. Gör. Dr., Fatih İbrahim KURŞUNMADEN
		4	EMOJİLERİN PAZARLAMA İLETİŞİMİNDEKİ ROLÜ	Doktora Öğrencisi, Leman ÜNSAL ACET Prof. Dr., Süleyman KARAÇOR
		5	DROUGHT AND EVALUATION OF DROUGHT MANAGEMENT PRACTICES IN TURKEY	Assit.Prof.Dr. Naci BÜYÜKKARACIĞAN Lect. Mehmet Nuri ÖDÜK
		6	URBAN TRANSFORMATION APPLICATIONS AND PROBLEMS IN TURKEY	Öğr. Gör. Mehmet Nuri ÖDÜK Dr.Öğr. Üyesi Naci BÜYÜKKARACIĞAN
		7	CYBERLOAFING PRACTICES OF STUDENTS TAKING COMPUTER COURSES DURING COURSE HOURS: AN EXAMPLE OF VOCATIONAL SCHOOL OF SOCIAL SCIENCES	Lecturer . Dr., Fatih İbrahim KURŞUNMADEN

AKDENİZ 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENİZArt 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION NOVEMBER 2 - 5, 2023 - KYRENIA YÜZYÜZE – ON SITE 3 Kasım/ November 3, 2023 / 14:30 - 16:15 Time zone in Girne (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 3	Prof. Dr. Evren TERCAN KAAS	1	ONLINE ASSESMENT AND EVOLUATION IN K-12 EDUCATION: A REVIEW ON EBA ASSESMENT TOOLS	Dr. Emin ÖZEN Emre GÜVEN Burhan BOZTAŞ Ali ÇAM
		2	SINIRLARI AŞAN EĞİTİM: SAKARYA ÜNİVERSİTESİ ULUSLARARASI ÖĞRENCİLERİN SOSYO-EKONOMİK PROBLEMLERİNİ ANLAMAK VE ÇÖZMEK	Prof. Dr. Özer KÖSEOĞLU Arş. Gör. Yunus Emre TURAN Öğr. Gör. Salih TUTAR Öğr. Gör. Muhammed KALAYCI
		3	SPOR YÖNETİCİSİ ADAYLARININ MAKYAVELİZM, SPORTMENLİK VE ÖZGECİLİK AÇISINDAN İNCELENMESİ	Dilara ÜŞÜMÜŞ Prof. Dr. Evren TERCAN KAAS
		4	STRESS AND STRESS MANAGEMENT IN STUDENTS ACROSS THE WORLD	Dr. Ganna POLA
		5	TANZİMAT ROMANINDA KADIN YAKLAŞIMI ÜZERİNE BİR İNCELEME	Dr. Öğr. Üyesi Gülşin KOÇER
		6	Yabancı Dil Olarak Türkçe Öğretiminde Yapay Zekâ Kullanımın İncelenmesi	Doç. Dr. Devkan Kaleci Öğr. Gör. Burcu Kaban
		7	Uzaktan Eğitimde Oyunlaştırma Araçlarından Rozet Tasarımı	Doç. Dr. Devkan Kaleci Nesril Sezer
		8	LEISURE INVOLVEMENT IN INDIVIDUALS PLAYING DIGITAL GAMES	Dr. Öğr. Üyesi Tolga BEŞİKÇİ Prof. Dr. Pınar GÜZEL GÜRBÜZ
		9	RINGELMAN EFFECT: DOES THE İDENTİFİABİLİTY OF INDIVIDUAL CONTRIBUTION AFFECT PERFORMANCE	Doç.Dr.Nihal DAL Doç.Dr.Aylin Zekioglu Dr.Arş.Gör.İlker BALIKÇI Dr.Şenol GÜVEN Prof.Dr.Serdar TOK

AKDENİZ 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENİZArt 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION NOVEMBER 2 - 5, 2023 - KYRENIA Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 4 Kasım/ November 4, 2023 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 1	Doç. Dr. Betül Şeyma ALKAN	1	YEŞİL ÜRÜN SATIN ALMADA YEŞİL REKLAM VE ÇEVRE BİLİNCİNİN ETKİSİ	Yüksek Lisans, Esra Çakır ÇELİK Doç. Dr., Bülent YILDIZ
		2	THE CURRENT DISTRIBUTION OF SHOES CONSUMPTION IN THE WORD AND IN TURKEY	Dr. Öğr. Üyesi Hatice ER Öğr. Gör. Ertan EROL
		3	THE EFFECT OF POLITICAL EVENTS ON THE EXPORT OF LEATHER AND LEATHER PRODUCTS; THE CASE OF NOVEMBER 25, 2015	Dr. Öğr. Üyesi Hatice ER Öğr. Gör. Ertan EROL
		4	E-COMMERCE CARGO GIANTS: TRENDYOL EXPRESS AND HEPSİJET	Öğr. Gör. Berivan KIZILIRMAK
		5	INTEGRATION OF NATURAL DISASTERS INTO SOCIAL MEDIA PLATFORMS AND DISINFORMATION DURING DISASTER	Prof. Dr. Handan ERTAŞ Mehtap YAĞAR
		6	SUSTAINABILITY IN HEALTH SERVICES: COMPARISON OF FINANCIAL SUSTAINABILITY POLICIES OF HEALTH SERVICES OF EUROPEAN COUNTRIES AND TURKEY	Prof. Dr. Handan ERTAŞ Muhammet Raşit AKSOY
		7	ULUSLARARASI DÜZENLEMELER ÇERÇEVESİNDE KRİPTO VARLIKLARIN MUHASEBELEŞTİRİLMESİ	Doç. Dr. Betül Şeyma ALKAN
		8	E-TİCARETTE MEVCUT VE ALTERNATİF ÖDEME SİSTEMLERİ; GÜVENLİK VE FRAUD YÖNETİMİ	Yasemin KEMAL

AKDENİZ 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENİZArt 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION NOVEMBER 2 - 5, 2023 - KYRENIA Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
4 Kasım/ November 4, 2023 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 2	Prof. Dr. Emine NAS	1	UZAKDOĞU ÇİÇEK DÜZENLEME SANATI “İKEBANA”	Prof. Dr. Emine NAS
		2	SANATTA ESTETİK DUYARLILIK VE ETİK İLİŞKİSİ	Prof. Dr. Emine NAS
		3	FLOWER MOTIFS ON HAGIASOFIA’S VESBITULE DOOR (BEAUTIFUL DOOR)	Dr. Öğr. Üyesi Hamide Nur ÖZSOY
		4	GRAPE MOTIF USED IN OUR TRADITIONAL ARTS	Dr. Öğr. Üyesi Hamide Nur ÖZSOY
		5	MODA TASARIM KALIP HAZIRLAMA-I DERSİNDE ÖĞRENCİLERİN ZORLANDIKLARI KONULAR	Prof. Dr., Birsen ÇİLEROĞLU Öğr. Gör., Ayfer İNCİ
		6	INVESTIGATION OF HIGH SCHOOL AND MIDDLE SCHOOL STUDENTS’ ATTITUDES TOWARDS ART	Assoc. Prof. Dr., Firdevs SAĞLAM
		7	CLAYS AND CERAMICS INDUSTRY IN HAKKARI REGION	Assoc. Prof. Dr., Firdevs SAĞLAM

AKDENİZ 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENİZArt 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION NOVEMBER 2 - 5, 2023 - KYRENIA Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 4 Kasım/ November 4, 2023 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 3	Prof. Dr. Erdem ÜNVER	1	TARİHSEL SÜREÇTE SANATÇI KİMLİĞİ ÜZERİNE	Prof. Dr. Erdem ÜNVER
		2	SEYDİŞEHİR ETİBANK FABRİKASI KIRMIZI ÇAMUR ATIĞININ SANATSAL SERAMİK ÜRETİMİNDE SIR OLARAK KULLANIMI	Öğr.Gör. Emine CANTÜRK
		3	PORSELEN BÜNYEDE SIR ÜSTÜ FIRÇA DEKORLARI	Doçent, Fidan TONZA HELVACIKARA Elvan GÖKMEN
		4	YİXİNG SERAMİKLERİNDE SEMBOLİK BİR İMGE OLARAK LOTUS ÇİÇEĞİ	Doçent, Fidan Tonza Helvacikara
		5	EXAMINING COSPLAY PRODUCTION METHODS FROM THE PERSPECTIVE OF COSTUME DESIGN FIELD	Assistant Professor, Dr. Cantürk ÖZ
		6	“GOLDEN AGE (1947-1957)” IN PARIS AND LONDON FASHION	Assistant Professor, Dr. Nursen GEYİK DEĞERLİ
		7	GİYSİ MODASINDA YENİDEN YAPILANMA (REKONSTRÜKSİYON)	Dr. Öğr. Ü. Bahar YILDIZ
		8	INVESTIGATION OF CITTASLOW (SLOW CITY) IZNIK IN THE CONTEXT OF URBAN QUALITY LIFE POLICIES AND SUSTAINABILITY	Öğr. Gör. Muazzez ÖZDEMİR

AKDENİZ 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENİZArt 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION NOVEMBER 2 - 5, 2023 - KYRENIA Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 4 Kasım/ November 4, 2023 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 4	Doç. Dr. Salih MEMİŞ	1	MAĞAZA ATMOSFERİNİN MÜŞTERİ MEMNUNİYETİ VE SATIN ALMA DAVRANIŞINA ETKİSİ	Dr. Öğretim Üyesi Elif KARA
		2	ÜRÜN TASARIMININ TÜKETİCİ SADAKATİNE ETKİSİ	Dr. Öğretim Üyesi Elif KARA
		3	INVESTIGATION OF TRADITIONAL ADVERTISING AND ADVERTORIAL ADVERTISING IN THE CONTEXT OF ADVERTISING ACCEPTANCE AND ADVERTISING AVOIDANCE BEHAVIOR	Yüksek Lisans Öğrencisi Yaşar TUNCEL Doktor Öğretim Üyesi Burcu ALTIPARMAK
		4	A STUDY ON CITIZEN SATISFACTION IN THE CONTEXT OF CITY MARKETING: AMASYA MUNICIPALITY EXAMPLE	Yüksek Lisans Öğrencisi Gülpamuk GÖKÇE Doktor Öğretim Üyesi Burcu ALTIPARMAK
		5	YEŞİL AKLAMA KAVRAMI VE PAZARLAMA ALANINDA BAZI UYGULAMALAR	Doç. Dr. Salih MEMİŞ
		6	ALIŞVERİŞ MERKEZİ YER SEÇİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLERİNİN AHP İLE ÖLÇÜLMESİ: GİRESUN İLİ ÖRNEĞİ	Doç. Dr. Salih MEMİŞ
		7	THE EFFECT OF ADVERTISING ON THE PRODUCT PREFERENCES OF PEOPLE LIVING IN RURAL AREAS	Dr. Nurgül Erdal, Dr. Öğretim Üyesi Filiz Sivashoğlu,
		8	CONSUMERS' ATTITUDES AND INTENTIONS TOWARDS RECYCLING BEHAVIOR WITHIN THE SCOPE OF ZERO WASTE PROJECT	Prof.Dr.Salih YILDIZ, Özlem ŞİBİL
		9	THE EFFECTS OF SOCIAL MEDIA MARKETING ON BRAND IMAGE, BRAND LOYALTY AND BRAND EQUITY: AN APPLICATION ON DIGITAL BROADCAST PLATFORM USERS	Özlem ŞİBİL Prof.Dr.Salih YILDIZ

AKDENİZ 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENİZArt 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION NOVEMBER 2 - 5, 2023 - KYRENIA Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
4 Kasım/ November 4, 2023 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator	Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors	
SALON 5	Doç. Dr. Daimi Koçak	1	ORTALAMA-VARYANS STRATEJİSİNE KARŞI 1/N STRATEJİSİ: BASİT BİR PORTFÖY DAHA İYİ PERFORMANS GÖSTERİR Mİ? BİST 100 UYGULAMASI	Öğr. Gör. Dr., Çiğdem YERLİ
		2	SEKTÖREL RİSK ÇEŞİTLENDİRMESİ: YATIRIMCILAR İÇİN BİR ÇÖZÜM	Öğr. Gör. Dr., Çiğdem YERLİ
		3	ENDÜSTRİLER ARASI STRATEJİK GEÇİŞKENLİK: TEORİK BİR ARAŞTIRMA	Dr. Öğr. Gör. Bilgen Gaye YALPA Dr. Öğr. Üyesi, Alptuğ AKSOY
		4	BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF ARTICLES RELATED TO THE CONCEPT OF GREEN MANAGEMENT WITH VOSVIEWER	Res. Assist. Havva Nur ATALAY Prof. Dr. Recep YUCEL
		5	BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF STUDIES RELATED TO THE CONCEPT OF MEDICAL TOURISM USING VOSVIEWER	Res. Assist. Havva Nur ATALAY Prof. Dr. Recep YUCEL
		6	TÜRKİYE'DE İŞYERİ SENDİKA TEMSİLCİLERİNİN İŞ GÜVENCESİ	Muhammet Enes Demir
		7	İŞ TATMİNİNİN SANAL KAYTARMA ÜZERİNDEKİ ETKİSİNDE ÖRGÜTSEL DEDİKODUNUN ROLÜ	Doktora Öğrencisi, İskender KOYUNCU Doç. Dr., Canan YILDIRAN
		8	Mütevazılık bilgi paylaşımını nasıl etkiler? Prososyal motivasyonun düzenleyici rolü	Doç. Dr. Daimi Koçak Doç. Dr. Gökhan Kerse
		9	SPOR EKSENİNDE İYİ YÖNETİŞİM İLKELERİNİN İNCELENMESİ: ANTRENÖRLERE YÖNELİK BİR UYGULAMA	Gülşah AKKAYA Doç. Dr. , Aytekin ALPULLU

AKDENİZ 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENİZArt 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION NOVEMBER 2 - 5, 2023 - KYRENIA Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 4 Kasım/ November 4, 2023 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator	Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors	
SALON 6	Doç. Dr. Şükran KARACA	1	THE IMPORTANCE OF MANAGEMENT INFORMATION SYSTEMS ON SECTORS	Öğr. Gör. Dr. Ahmet TAŞ,
		2	OTEL İŞLETMELERİNİN WEB ORTAMINDA ENGELLİ BİREYLERE SUNDUĞU HİZMETLERİN İNCELENMESİ	Öğretim Görevlisi, Dilek EREN Öğretim Görevlisi, Hatice Zeynep ÖZTÜRK Prof. Dr., Ruziye COP
		3	SAĞLIK ÇALIŞANLARINDA MANTAR YÖNETİM ALGISI: BİR SİSTEMATİK LİTERATÜR TARAMASI	Dr. Öğr. Üyesi, Sait SÖYLER
		4	INVESTIGATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN HEALTH BELIEF AND THE INTENTION TO ADOPT WEARABLE TECHNOLOGIES IN HEALTH	Doç. Dr. Şükran KARACA Doç. Dr. Yusuf ÖCEL
		5	A STUDY TO DETERMINE THE PRELIMINARIES OF URBAN COMPETITIVENESS IN HEALTH TOURISM	Doç. Dr. Yusuf ÖCEL Doç. Dr. Şükran KARACA
		6	STRATEJİK PERSPEKTİFTEN SPOR PAZARLAMASI VE SPONSORLUK	Araş. Gör. Ebru ERDOĞAN
		7	DUYGUSAL VE MANEVİ PAZARLAMANIN MÜŞTERİ MEMNUNİYETİNE ETKİSİ	Araş. Gör. Ebru ERDOĞAN
		8	KATILIM BANKACILIĞINDA MÜŞTERİLERİN BANKA TERCİHLERİNİN ANALİZİ: AMPİRİK BİR ÇALIŞMA	Doç. Dr. Bulut DÜLEK Prof. Dr. Reha SAYDAN
		9	BİR TÜKETİCİ SENDROMU OLARAK FOMO (GELİŞMELERİ KAÇIRMA KORKUSU) VE PAZARLAMA ALANINDA KULLANIMI	Doç. Dr. Bulut DÜLEK Prof. Dr. Reha SAYDAN
		10	A RESEARCH ON THE RECOGNITION OF NIGDE LOCAL CULINARY CULTURE FROM THE PERSPECTIVE OF LOCAL CULINARY MARKETING	Öğr. Gör. İsa Serhan CİHANGİR Doç. Dr. Kadriye Alev AKMEŞE Doç. Dr. Halil AKMEŞE

AKDENİZ 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENİZArt 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION NOVEMBER 2 - 5, 2023 - KYRENIA Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 4 Kasım/ November 4, 2023 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 7	Dr. Öğr. Ü. Arzu ULVİ	1	PREPARATION AND HYDROGENATION OF SCHIFF BASES METAL COMPLEXES	A.R.Rahimova, Y.K.Jafarova, H.A.Huseynova, J.I.Jafarov
		2	KATI ATIK SIZINTI SUYUNDA MİKROKİRLETİCİLER	Dr. Öğr. Ü. Arzu ULVİ Prof. Dr. Senar AYDIN Prof. Dr. Mehmet Emin AYDIN
		3	ARITMA ÇAMURU KULLANIMININ TOPRAK ÜZERİNE ETKİLERİ	Dr. Öğr. Ü. Arzu ULVİ Prof. Dr. Senar AYDIN Prof. Dr. Mehmet Emin AYDIN
		4	INCREASING OF THE FUNCTIONALITY OF A LOW LEVEL ALPHA COUNTER DEVICE USED IN THERMOLUMINESCENCE DATING	Dr. Gözde TEKTAŞ Dr. Cüneyt ÇELİKTAŞ
		5	AN INCREASING FREQUENCY DRIVER WITH VOLTAGE MULTIPLIER FOR AN INDUCTION LAUNCHER	Assoc. Prof. Dr. Uğur HASIRCI Çağdaş TUNCEROĞLU
		6	INVESTIGATION OF BUBBLE BEHAVIOR IN MICROCHANNEL HEAT SINKS	RA, Alperen EVCİMEN Assoc. Prof., Burak MARKAL
		7	INVESTIGATION THE EFFECT OF A DISTRIBUTOR USING A SUPERSONIC NOZZLE ON THE COOLING SYSTEM	Msc. İlker COŞAR Prof. Dr. Ali PINARBAŞI

AKDENİZ 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENİZArt 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION NOVEMBER 2 - 5, 2023 - KYRENIA Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
4 Kasım/ November 4, 2023 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 8	Assoc. Prof., Funda ÖZPULAT	1	SPEXIN: A NEW BIOMARKER FOR OBESITY AND OBESITY-RELATED CARDIOMETABOLIC DISEASES	Dr. Buket AKCAN Dr. Yahya ALTINKAYNAK
		2	ACCESS TO ORPHAN DRUGS FOR INDIVIDUALS WITH RARE DISEASES AND ORPHAN DRUG COVERAGE	Prof. Dr. Handan ERTAŞ Reyhan YETKİN
		3	SECONDARY RISKS AFTER A DISASTER	Prof. Dr. Handan ERTAŞ Emre KARATAŞ
		4	ROLES AND RESPONSIBILITIES OF THE SCHOOL NURSE IN ATTENTION DEFICIT HYPERACTIVITY DISORDER	Assoc. Prof., Funda ÖZPULAT Assist. Prof., Melike TAŞDELEN BAŞ
		5	NURSING STUDENTS' INTEREST IN ART AND PROSOCIAL BEHAVIORS	Assoc. Prof., Funda ÖZPULAT Assist. Prof., Melike TAŞDELEN BAŞ
		6	SAĞLIK OKURYAZARLIĞI VE ÖZEL HASTANE SEÇİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLERİN İNCELENMESİ	Muhlise SOLAR Doç. Dr. Üyesi Seda Kumru

AKDENİZ 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENİZArt 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION NOVEMBER 2 - 5, 2023 - KYRENIA Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
4 Kasım/ November 4, 2023 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL 9	Prakash Singh	1	COOPERATIVE LEARNING: A CASE STUDY ON TEAMWORK THROUGH COMMUNITY SERVICE PROJECT	Priyadharshini Ahrumugam
		2	CHALLENGES AND OPPORTUNITIES OF UTILIZATION OF SOCIAL MEDIA BY BUSINESS EDUCATION STUDENTS IN NIGERIA UNIVERSITIES	Titus Amodu Umoru
		3	MOBILE COLLABORATION LEARNING TECHNIQUE ON STUDENTS IN DEVELOPING NATIONS	Amah Nnachi Lofty, Oyefeso Olufemi, Ibiam Udu Ama
		4	COMPLEXITY LEADERSHIP AND KNOWLEDGE MANAGEMENT IN HIGHER EDUCATION	Prabhakar Venugopal Gantasala
		5	EDUCATIONAL PLAN AND PROGRAM OF THE SUBJECT MAINTENANCE OF ELECTRIC POWER EQUIPMENT	Rade Ciric, Sasa Mandic
		6	TEACHERS' PERCEPTIONS OF THEIR PRINCIPALS' INTERPERSONAL EMOTIONALLY INTELLIGENT BEHAVIOURS AFFECTING THEIR JOB SATISFACTION	Prakash Singh
		7	DESIGNING SOCIAL MEDIA INTO HIGHER EDUCATION COURSES	Thapanee Seechaliao
		8	TEACHER PROFESSIONAL DEVELOPMENT–CURRENT PRACTICES IN A SECONDARY SCHOOL IN BRUNEI DARUSSALAM	Shanthi Thomas
		9	CREATING ENTREPRENEURIAL UNIVERSITIES: THE SWEDISH APPROACH OF TRANSFORMATION	Fawaz Saad, Hamid Alalwany
		10		

AKDENİZ 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENİZArt 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION NOVEMBER 2 - 5, 2023 - KYRENIA Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
4 Kasım/ November 4, 2023 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator	Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors	
HALL 10	Nidhi Gadura	1	RELATIONSHIP BETWEEN GENDER AND PERFORMANCE WITH RESPECT TO A BASIC MATH SKILLS QUIZ IN STATISTICS COURSES IN LEBANON	Hiba Naccache
		2	VOICES AND PICTURES FROM AN ONLINE COURSE AND A FACE TO FACE COURSE	Eti Gilad, Shosh Millet
		3	LEARNERS' PERCEPTIONS OF TERTIARY LEVEL TEACHERS' CODE SWITCHING: A VIETNAMESE PERSPECTIVE	Hoa Pham
		4	IMPLEMENTING LEARNER-CENTERED TEACHING APPROACH IN HIGHER EDUCATION	Iman Ali Ahmed Al-Rashed
		5	INTEGRATING HOTS ACTIVITIES WITH GEOGEBRA IN PRE-SERVICE TEACHERS' PREPARATION	Wajeeh Daher, Nimer Baya'a
		6	A FLIPPED CLASSROOM APPROACH FOR NON-SCIENCE MAJORS	Nidhi Gadura
		7	THE TECHNO-PEDAGOGICAL PIVOT: DESIGNING AND IMPLEMENTING A DIGITAL WRITING TOOL	Justin D. Olmanson, Katrina S. Kennett, Bill Cope
		8	ANALYSIS OF SUITABILITY OF ONLINE ASSESSMENT BY MAINTAINING CRITICAL THINKING	Mohamed Chabi, Mohammad Shahid Jamil, Mahmoud I Syam
		9	FACTORS OF ENGLISH LANGUAGE LEARNING AND ACQUISITION AT BISHA COLLEGE OF TECHNOLOGY	Khalid Albishi
		10	MOTIVATING THE INDEPENDENT LEARNER AT THE ARAB OPEN UNIVERSITY, KUWAIT	Hassan A. Sharafuddin, Chekra A. Allani

AKDENİZ 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENİZArt 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION NOVEMBER 2 - 5, 2023 - KYRENIA Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
4 Kasım/ November 4, 2023 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator	Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors	
HALL 11	Haiyan Wang	1	OPEN EDUCATIONAL RESOURCE IN ONLINE MATHEMATICS LEARNING	Haohao Wang
		2	MEANINGFUL GENERAL EDUCATION REFORM: INTEGRATING CORE CURRICULA AND INSTITUTIONAL VALUES	Michael W. Markowitz
		3	APPLICATIONS OF BIG DATA IN EDUCATION	Faisal Kalota
		4	USING FACEBOOK AS AN ALTERNATIVE LEARNING TOOL IN MALAYSIAN HIGHER LEARNING INSTITUTIONS: A STRUCTURAL EQUATION MODELING APPROACH	Ahasanul Haque, Abdullah Sarwar, Khaliq Ahmad
		5	FOCUSING ON THE UTILIZATION OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGY FOR IMPROVING CHILDREN'S POTENTIALS IN SCIENCE: CHALLENGES FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN NIGERIA	Osagiede Mercy Afe
		6	TRANSNATIONAL HIGHER EDUCATION: DEVELOPING A TRANSNATIONAL STUDENT SUCCESS 'SIGNATURE' FOR PRE-CLINICAL MEDICAL STUDENTS – AN ACTION RESEARCH PROJECT	W. Maddison
		7	COLLABORATIVE TEAM WORK IN HIGHER EDUCATION: A CASE STUDY	Swapna Bhargavi Gantasala
		8	THE ANALYSIS OF TEACHER TALK IN "LEARNER-CENTERED" TEACHING MODE	Haiyan Wang
		9	ON THE CONSTRUCTIVIST TEACHING OF EXTENSIVE READING FOR ENGLISH MAJORS	Haiyan Wang
		10	VIRTUAL SCIENCE HUB: AN OPEN SOURCE PLATFORM TO ENRICH SCIENCE TEACHING	Enrique Barra, Aldo Gordillo, Juan Quemada

AKDENİZ 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENİZArt 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION NOVEMBER 2 - 5, 2023 - KYRENIA Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
4 Kasım/ November 4, 2023 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL 12	Duangkamol Thitivesa	1	ACCESS TO HIGHER EDUCATION IN NIGERIA: THE UNIVERSITY OF CALABAR PRE-DEGREE PROGRAM EXPERIENCE	Eni I. Eni, James Okon, Ashang J. Ashang
		2	THE COOPERATIVE LEARNING MANAGEMENT IN THE COURSE OF PRINCIPLES OF MATHEMATICS FOR GRADUATE LEVEL	Komon Paisal
		3	RELATIONSHIP OF ARM ACUPRESSURE POINTS AND THAI TRADITIONAL MASSAGE	Boonyarat Chaleephyay
		4	RUBRIC IN VOCATIONAL EDUCATION	Azmanirah Ab Rahman, Jamil Ahmad, Ruhizan Muhammad Yasin
		5	DRUG USE KNOWLEDGE AND ANTIMICROBIAL DRUG USE BEHAVIOR	Pimporn Thongmuang
		6	THE USE OF PROJECT TO ENHANCE LEARNING DOMAINS STATED BY NATIONAL QUALIFICATIONS FRAMEWORK: TQF	Duangkamol Thitivesa
		7	A DEVELOPMENT OF ONLINE LESSONS TO STRENGTHEN THE LEARNING PROCESS OF MASTER'S DEGREE STUDENTS MAJORING IN CURRICULUM AND INSTRUCTION AT SUAN SUNANDHA RAJABHAT UNIVERSITY	Chaiwat Waree
		8	COLLABORATIVE ONLINE LEARNING FOR LECTURERS	Lee Bih Ni, Emily Doreen Lee, Wee Hui Yean
		9	A DEVELOPMENT OF PERSONALIZED EDUTAINMENT CONTENTS THROUGH STORYTELLING	Min Kyeong Cha, Ju Yeon Mun, Seong Baeg Kim
		10		

AKDENİZ 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENİZArt 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION NOVEMBER 2 - 5, 2023 - KYRENIA Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
4 Kasım/ November 4, 2023 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL 13	Shireen Panchoo	1	VOICE IN PRE-SERVICE TEACHER DEVELOPMENT	Pintipa Seubsang, Suttipong Boonphadung
		2	DEVELOPING STUDENT TEACHERS TO BE PROFESSIONAL TEACHERS	Suttipong Boonphadung
		3	A TRAINING COURSE DEVELOPMENT TO PROMOTE LEARNING ACTIVITIES OF 2ND YEAR, FACULTY OF EDUCATION STUDENTS USING MULTIPLE INTELLIGENCES THEORY	Chaiwat Waree, Kalanyoo Petcharaporn
		4	LEARNING STYLES OF UNIVERSITY STUDENTS IN BANGKOK: THE CHARACTERISTICS AND THE RELEVANT INSTRUCTIONAL CONTEXT	Chaiwat Tantarangsee
		5	THE LINK BETWEEN DISTRIBUTED LEADERSHIP AND EDUCATIONAL OUTCOMES: AN OVERVIEW OF RESEARCH	Maria Eliophotou Menon
		6	THE EFFICACY OF NEUROLOGICAL IMPRESS METHOD AND REPEATED READING ON READING FLUENCY OF CHILDREN WITH LEARNING DISABILITIES IN OYO STATE, NIGERIA	A. O. Oladele
		7	E- CAMPUS AS AN ENVIRONMENTAL AND PEDAGOGICAL TOOL FOR ONLINE SUPPORT	Shireen Panchoo
		8	CONFIRMING THE IDENTITY OF THE INDIVIDUAL USING REMOTE ASSESSMENT IN E-LEARNING	Olaf Hallan Graven, Lachlan MacKinnon
		9	THE ROLE OF INTRINSIC MOTIVATION IN EXPLAINING STUDENTS- WILLINGNESS TO USE SOFTWARE APPLICATIONS	Anne Sorebo, Oystein Sorebo
		10	ARABIC AND ISLAMIC EDUCATION IN NIGERIA: THE CASE OF AL-MAJIRI SCHOOLS	Abdul Ganiy A. S. Oladosu
		11	KNOWLEDGE SHARING BEHAVIOUR AMONG ACADEMIC STAFF AT A PUBLIC HIGHER EDUCATION INSTITUTION IN MALAYSIA	Noor Asilah Nordin, Normala Daud, Wan Umme Kalsom Meor Osman

AKDENİZ 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENİZArt 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION NOVEMBER 2 - 5, 2023 - KYRENIA Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
4 Kasım/ November 4, 2023 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator	Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors	
HALL 14	Hélder Spínola	1	THE TENDENCIES OF DEVELOPMENT OF THE MANAGEMENT IN THE EDUCATION SYSTEM OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN	Altynai Zhaitapova, Aizhan Satyvaldiyeva
		2	REAL TIME CONTROL LEARNING GAME - SPEED RACE BY LEARNING AT THE WHEEL - DEVELOPMENT OF DATA ACQUISITION SYSTEM	Konstantinos Kalovrektis, Chryssanthi Palazi
		3	ANALYSIS AND CATEGORIZATION OF E-LEARNING ACTIVITIES BASED ON MEANINGFUL LEARNING CHARACTERISTICS	Arda Yunianta, Norazah Yusof, Mohd Shahizan Othman, Dewi Octaviani
		4	EXPLANATORY OF RELATIONSHIP BETWEEN LEARNING MOTIVATION AND LEARNING PERFORMANCE	Chih Chin Yang
		5	TECHNOLOGY INTEGRATED EDUCATION – SHAPING THE PERSONALITY AND SOCIAL DEVELOPMENT OF THE YOUNG	R. Ramli, S. Sameon
		6	THE EFFECT OF CONTRIVED SUCCESS IN CALCULATION TASKS ON THE SELF-EFFICACY OF JUNIOR HIGH SCHOOL STUDENTS	Akitoshi Uchida, Kazuo Mori
		7	IMPROVING TEACHER PROFESIONALISM THROUGH CERTIFICATION PROGRAM: AN INDONESIA CASE STUDY	Triyanto
		8	STRUCTURE OF DOCTORAL STUDENTS- RESEARCH COMPETENCES IN SUSTAINABILITY CONTEXT	I. Bolgzda, E. Olehnovica
		9	SUSTAINABLE DEVELOPMENT CONTRIBUTIONS AMONG UNIVERSITY OF MADEIRA (PORTUGAL) STUDENTS	Hélder Spínola
		10		

AKDENİZ 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENİZArt 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION NOVEMBER 2 - 5, 2023 - KYRENIA Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
4 Kasım/ November 4, 2023 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator	Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors	
HALL 15	Nicoletta Adamo-Villani	1	COMMUNITIES OF INTEREST: THREE UNIQUE CASE STUDIES IN WIDER UNIVERSITY AND SCHOOL PARTNERSHIPS IN AUSTRALIA	M. Zeegers, D. Barron
		2	ENHANCING LEARNING EXPERIENCES IN OUTCOME BASED HIGHER EDUCATION: A STEP TOWARDS STUDENT CENTERED LEARNING	K. Kumpas
		3	KEY FACTORS OF CURRICULUM INNOVATION IN LANGUAGE TEACHER EDUCATION	Liliana Măță
		4	IMPROVING THE QUALITY OF E-LEARNING COURSES IN HIGHER EDUCATION THROUGH STUDENT SATISFACTION	Susana Lemos, Neuza Pedro
		5	THE DEVELOPMENT OF A TEACHERS- SELF-EFFICACY INSTRUMENT FOR HIGH SCHOOL PHYSICAL EDUCATION TEACHER	Yi-Hsiang Pan
		6	CREATIVITY: A MOTIVATIONAL TOOL FOR INTEREST AND CONCEPTUAL UNDERSTANDING IN SCIENCE EDUCATION	Thienhuong Hoang
		7	A VIRTUAL LEARNING ENVIRONMENT FOR DEAF CHILDREN: DESIGN AND EVALUATION	Nicoletta Adamo-Villani
		8	DIGITAL NARRATIVE AS A CHANGE AGENT TO TEACH READING TO MEDIA-CENTRIC STUDENTS	Robert F. Kenny
		9	THE EFFECTS OF THE IMPACT OF INSTRUCTIONAL IMMEDIACY ON COGNITION AND LEARNING IN ONLINE CLASSES	Glenda A. Gunter
		10		

AKDENİZ 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENİZArt 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION NOVEMBER 2 - 5, 2023 - KYRENIA Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
4 Kasım/ November 4, 2023 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL 16	Mauricio Otaíza Morales	1	ACCOUNTING RESEARCH FROM THE GLOBALIZATION PERSPECTIVE	Paul Diaconu, Nicoleta Coman
		2	DEVELOPMENT, DISPLACEMENT AND REHABILITATION: AN ACTION ANTHROPOLOGICAL STUDY ON KOVVADA RESERVOIR IN WEST GODAVARI AGENCY OF ANDHRA PRADESH, INDIA	Ram Babu Mallavarapu
		3	TRUSTWORTHY IN VIRTUAL ORGANIZATION	Abdolhamid Fetanat, Mehdi Naghian Feshaareki
		4	THE EPISTEMOLOGICAL CRISIS IN THE THEORY OF VITTORIO GUIDANO	Mauricio Otaíza Morales
		5	MARITAL DURATION AND SEXUAL FREQUENCY AMONG THE MUSLIM AND SANTAL COUPLES IN RURAL BANGLADESH: A CROSS-CULTURAL PERSPECTIVE	Md. Emaj Uddin
		6	MOBILITY ANALYSIS OF THE POPULATION OF RABAT-SALÉ-ZEMMOUR-ZAER	F. Ghaiti
		7	STUDY ON DIVERSIFIED DEVELOPMENTS IMPROVING ENVIRONMENTAL VALUES-IN CASE OF UNIVERSITY CAMPUS	Kuriko Iwai, Michihiro Kita
		8	SPATIAL THINKING ISSUES: TOWARDS RURAL SOCIOLOGICAL RESEARCH AGENDA IN THE THIRD MILLENNIUM	Abdel-Samad M. Ali
		9	IN SEARCH OF EXCELLENCE – GOOGLE VS BAIDU	Linda, Sau-ling LAI
		10	APPRECIATING, INTERPRETING AND UNDERSTANDING POSTERS VIA LEVELS OF VISUAL LITERACY	Mona Masood, Zakiah Zain

AKDENİZ 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENİZArt 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION NOVEMBER 2 - 5, 2023 - KYRENIA Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 4 Kasım/ November 4, 2023 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 1	Doç. Dr. Neşe ÇÖLÇİMEN	1	Hastalıklar için Biyobelirteç Keşfinde Multi Omik Yaklaşımlar	Dr. Şeyma YAŞAR
		2	Kanserde Multi Omik Yaklaşımlar	Dr. Şeyma YAŞAR
		3	THE ROLE OF ANKLE JOINT RANGE OF MOTION IN FOOT POSTURE IN HEALTHY ADULTS: A PILOT STUDY	Arş. Gör. Gülçin RAY Dr. Öğr. Abdullah RAY Dr. Öğr. Üyesi Gamze TAŞKIN ŞENOL Prof. Dr. İbrahim KÜRTÜL
		4	DETERMINATION OF FOOT ANGLES IN A HEALTHY ADULT TURKISH POPULATION: A PILOT STUDY	Dr. Öğr. Abdullah RAY Arş. Gör. Gülçin RAY Prof. Dr. İbrahim KÜRTÜL Dr. Öğr. Üyesi Gamze TAŞKIN ŞENOL
		5	VÜCUT KOMPOZİSYONU VE İZOMETRİK KUVVET İLİŞKİSİ: SEDANTER YETİŞKİN BİREYLERE YÖNELİK BİR DEĞERLENDİRME	Doç. Dr. UMUT CANLI
		6	SEDANTER POPÜLASYONDA EKLEM HAREKET AÇIKLIĞI VE VÜCUT KOMPOZİSYONU ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ	Doç. Dr. UMUT CANLI
		7	DİABETES MELLİTUS, KARDİYOYASKÜLER HASTALIKLAR VE ÇİNKO	Öğr. Gör, Burcu YÖN
		8	BISPHENOL A AND ITS EFFECTS ON THE FEMALE REPRODUCTIVE SYSTEM	Doç. Dr. Neşe ÇÖLÇİMEN

AKDENİZ 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENİZArt 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION NOVEMBER 2 - 5, 2023 - KYRENIA Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 4 Kasım/ November 4, 2023 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator	Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors	
SALON 2	Prof.Dr. Ayşe GÜREL İNANLI	1	KURAK KOŞULLARDA YETİŞTİRİLEN MAKARNALIK BUĞDAY GENOTİPLERİNİN VERİM VE KALİTE PERFORMANSININ İNCELENMESİ	Dr. Seval ELİŞ Prof. Dr. Mehmet YILDIRIM Doc. Dr. Ferhat KIZILGEÇİ
		2	EKMEKLİK BUĞDAY GENOTİPLERİNİN VERİM VE KALİTE PERFORMANSININ FARKLI ANALİZ YÖNTEMLERİNE GÖRE İNCELENMESİ	Dr. Seval ELİŞ Doc. Dr. Ferhat KIZILGEÇİ
		3	MERCİMEK ÇEŞİTLERİNDE BAZI VERİM ÖĞELERİ ARASINDAKİ İLİŞKİLERİN KORELASYON VE PATH ANALİZİ İLE BELİRLENMESİ	Doç. Dr., ÖMER SÖZEN Prof. Dr., UFUK KARADAVUT
		4	YETİŞTİRİCİLİĞİ YAPILAN NOHUT BİTKİSİNİN ÜRETİM DEĞERLERİNİN ZAMAN SERİSİ İLE ANALİZİ	Doç. Dr., ÖMER SÖZEN Prof. Dr., UFUK KARADAVUT
		5	ANTIMICROBIAL EFFECT OF CHITOSAN COATING ENRICHED with Goji berry	Prof.Dr. Ayşe GÜREL İNANLI
		6	NUTRITIONAL COMPOSITION AND PROCESSING TECHNIQUES OF SEA SNAIL (Rapana venosa, Valenciennes, 1846)	Nusret KÖSE Prof.Dr. Ayşe GÜREL İNANLI
		7	TUZ STRESİ ALTINDA KIRMIZI BAŞ LAHANANIN (Brassica oleracea var. Capitata f. rubra) IN VITRO KOŞULLARDA GELİŞİM PERFORMANSININ BELİRLENMESİ	Arş. Gör. Ecem KARA Doç. Dr. Gökhan BAKTEMUR
		8	FARKLI TUZ SEVİYELERİNİN IN VITRO KOŞULLARDA HAVUÇ (Daucus carota L.) BİTKİSİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ	Arş. Gör. Ecem KARA Doç. Dr. Gökhan BAKTEMUR

AKDENİZ 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENİZArt 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION NOVEMBER 2 - 5, 2023 - KYRENIA Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 4 Kasım/ November 4, 2023 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 3	Prof. Dr. Asiye BAŞUSTA	1	A STUDY ON THE OTOLITH BIOMETRY OF SELLAL BLEAK (ALBURNUS SELLAL) CAPTURED FROM MURAT RIVER (MUŞ, TÜRKİYE)	Prof. Dr. Asiye BAŞUSTA Prof. Dr. Nuri BAŞUSTA
		2	OTOLITH BIOMETRY OF RED BANDFISH (CEPOLA MACROPHTALMA) INHABITING ISKENDERUN BAY	Prof. Dr. Nuri BAŞUSTA Prof. Dr. Asiye BAŞUSTA
		3	LENGTH-WEIGHT RELATIONSHIP OF RED BANDFISH (CEPOLA MACROPHTALMA) INHABITING ISKENDERUN BAY	Prof. Dr. Nuri BAŞUSTA Prof. Dr. Asiye BAŞUSTA
		4	A STUDY ON LENGTH-WEIGHT RELATIONSHIP OF TWAITE SHAD (ALOSA FALLAX) INHABITING MERSİN BAY	Prof. Dr. Nuri BAŞUSTA Prof. Dr. Asiye BAŞUSTA
		5	COMPARISON OF FEAR RESPONSES AND DEVELOPMENTAL STABILITY CHARACTERISTICS IN FEMALE AND MALE JAPANESE QUAILS	Doç. Dr. Doğan NARİNÇ
		6	THE EFFECTS OF CAGE TYPE AND STOCKING DENSITY ON DEVELOPMENTAL STABILITY IN JAPANESE QUAILS	Doç. Dr. Doğan NARİNÇ
		7	FATTY ACID PROFILE IN FISH SPERM	Arş. Gör. Dr. Esin ÖZÇİÇEK Doç. Dr. Filiz KUTLUYER KOCABAŞ Prof. Dr. Mehmet KOCABAŞ
		8	FATTY ACID PROFILE IN EGG OF SALMONID FISH	Arş. Gör. Dr. Esin ÖZÇİÇEK Doç. Dr. Filiz KUTLUYER KOCABAŞ Prof. Dr. Mehmet KOCABAŞ

AKDENİZ 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENİZArt 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION NOVEMBER 2 - 5, 2023 - KYRENIA Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
4 Kasım/ November 4, 2023 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 4	Doç. Dr. Mustafa İNCE	1	HAVAYOLU İŞLETMELERİNDE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK İLETİŞİMİ	Prof. Dr. Burcu ÖKSÜZ Öğr. Gör. Murat Can BAŞARAN
		2	ÜNİVERSİTELERİN TANITIMINDA OYUNLAŞTIRMANIN KULLANIMI: İZMİR KÂTİP ÇELEBİ ÜNİVERSİTESİ ÖRNEĞİ	Öğr. Gör. Murat Can BAŞARAN Prof. Dr. Burcu ÖKSÜZ
		3	DİJİTAL MÜZİĞİN SİNEMA ÜZERİNDE ETKİSİ	Yüksek Lisans Öğrencisi - Khatire Gamkharova
		4	Relationship between Football, Media and Politics in Turkey	Yüksek Lisans Öğrencisi Ahmet Batuhan POLAT
		5	THE EFFECTS OF TELEVISION SERIES ON TOURISM SECTOR IN TURKEY	Doç. Dr. Hakan YÜKSEL
		6	DATA JOURNALISM IN THE CONTEXT OF DIGITAL MEDIA	Doç. Dr. Hakan YÜKSEL
		7	TELEVİZYONLARDA YAYINLANAN DİNİ İÇERİKLİ PROGRAMLARIN MANEVİ DANIŞMANLIK VE REHBERLİK AÇISINDAN İNCELENMESİ	Prof. Dr. Yusuf YURDİGÜL Mustafa KARTAL
		8	Sunu Programlarının Değerler Eğitimi Kapsamında Kullanımı: Din Görevlileri Örneğinde	Prof. Dr. Yusuf YURDİGÜL Mustafa KARTAL
		9	İNGİLİZ KÜLTÜREL ÇALIŞMALARI BAĞLAMINDA YAPI ÇAPKINI DİZİSİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA	Doç. Dr. Mustafa İNCE Doç. Dr. Mevlüt Can KOÇAK Öğr. Gör. Olgun KÜÇÜK
		10	YAPAY ZEKÂ GAZETE HABERİ YAZABİLİR Mİ?	Doç. Dr. Mustafa İNCE

AKDENİZ 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENİZArt 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION NOVEMBER 2 - 5, 2023 - KYRENIA Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
4 Kasım/ November 4, 2023 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 5	Assoc. Prof. Sefa ÖZBEK	1	THE ROLE OF MONOPOLIES IN THE ECONOMY OF A COUNTRY	Dr. Khwaja Walid SHİRPOR Saeid TAKARLI Mohammad Nasib Nasiry Nawid Ahmad SEDİQİ KHWAJA OMID SHIRZAD
		2	INFLATION, ECONOMIC GROWTH AND UNEMPLOYMENT: ANALYSIS OF THE INTERACTION IN THE TURKISH ECONOMY	Assist. Prof. Mustafa NAİMOĞLU Assoc. Prof. Sefa ÖZBEK
		3	EXAMINING THE GREEN FUTURE INDEX WITH MULTIDIMENSIONAL SCALING ANALYSIS: THE CASE OF OECD COUNTRIES	Res. Assist. Dilek VEYSİKARANİ Assoc. Prof. Sefa ÖZBEK
		4	TÜRKİYE'DE J-EĞRİSİ HİPOTEZİNİN GEÇERLİLİĞİ: AMPİRİK BİR İNCELEME	Prof. Dr., Murat CANİTEZ Yüksek Lisans Öğrencisi, Ahmet İhsan KAR
		5	TEMEL MAKROEKONOMİK GÖSTERGELER İLE TÜRKİYE'NİN PERFORMANSININ ÖLÇÜMÜ (2010 – 2022)	Öğr. Gör. Dr. Abdulkali PINAR Doç. Dr. Savaş ERDOĞAN
		6	BRICS ÜLKELERİNİN MAKROEKONOMİK PERFORMANSLARININ CRITIC VE TOPSIS YÖNTEMLERİ İLE ÖLÇÜLMESİ (2018 – 2022)	Doç. Dr. Savaş ERDOĞAN Öğr. Gör. Dr. Abdulkali PINAR

AKDENİZ 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENİZArt 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION NOVEMBER 2 - 5, 2023 - KYRENIA Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
4 Kasım/ November 4, 2023 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 6	Doç. Dr. Ersin MÜEZZİNOĞLU	1	Muğla İli Yatağan İlçesi Yüzey Araştırmasında Tespit Edilen Seramik Malzeme	Dr. Öğr. Üyesi Zafer Korkmaz
		2	MEMLÜKLÜ BİR SEYYAH: ABDÜLBÂSİT EL-MALATÎ	Dr. Öğretim Üyesi, Nihat FIRAT
		3	A VERSATILE SOCIAL SCIENTIST: WALTER RUBEN'S OBSERVATIONS ON KIRŞEHİR	Doç. Dr. Güneş ŞAHİN
		4	FATİH DÖNEMİ MİMARİSİNİN OSMANLI MEDENİYETİNE KATKILARI	Emine PAPTAYA
		5	SAMET AĞAOĞLU'NUN GÖZÜYLE "SOVYET RUSYA İMPARATORLUĞU"	Doç. Dr. Ersin MÜEZZİNOĞLU
		6	Mehmet Emin Resulzade ve Müsavat Partisinde Açık Söz Gazetesinin Yeri	Durmaz Yaren Büşra Kormaz Telli

AKDENİZ 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENİZArt 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION NOVEMBER 2 - 5, 2023 - KYRENIA Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
4 Kasım/ November 4, 2023 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 7	Prof. Dr. Yılmaz TONBUL	1	CIRCULAR ECONOMY AND EMIGRATION DURING POST-PANDEMIC PERIOD: ALBANIAN YOUTH CASE	Ph.D. MATILDA LIKAJ
		2	TEACHERS' VIEWS ON THE LEARNING LOSSES OF PRIMARY SCHOOL STUDENTS DURING THE COVID-19 EPIDEMIC: AN EVALUATION IN THE CONTEXT OF READING SKILLS	Dr. Öğr. Üyesi Tuğba PÜRSÜN Arş. Gör. Gizem TÜRKOĞLU BOYVAT
		3	ÖZEL OKULLARDA TÜBİTAK 2204 ÖĞRENCİ PROJELERİ YARIŞMALARININ YÖNETİMİNDE KARŞILAŞILAN SORUNLAR	Prof. Dr. Yılmaz TONBUL Bahar YORGUN
		4	MESLEK LİSESİ ÖĞRENCİLERİNİN OKUL TERKLERİNİN NEDENLERİ VE SONUÇLARI	Prof. Dr. Yılmaz TONBUL İpek ÇAM,
		5	AN EXAMINATION OF STUDENT ATTITUDES AND TEACHERS' OPINIONS TOWARDS THE USE OF SMART BOARDS IN SECONDARY SCHOOL ENGLISH LESSONS	Yüksek Lisans Öğrencisi, Kübra LALE Prof.Dr., ŞENEL ELALDI
		6	AN INVESTIGATION OF IN-SERVICE TRAINING OF TEACHERS THROUGH THE TEACHER INFORMATION NETWORK (ÖBA)	Yüksek Lisans Öğrencisi, Çağatay BİRİNCİ Prof. Dr., Şenel ELALDI

AKDENİZ 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENİZArt 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION NOVEMBER 2 - 5, 2023 - KYRENIA Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
4 Kasım/ November 4, 2023 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 8	Dr. Hale SAVCI	1	FACTORS AFFECTING MATHEMATICS ACHIEVEMENT ACCORDING TO 5TH GRADE STUDENTS' OPINIONS	Yüksek Lisans Öğrencisi, Kader KARTAL Prof. Dr., ŞENEL ELALDI
		2	ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNİN ORİGAMI HAKKINDAKİ GÖRÜŞLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ	Gülüm Deniz ÖZMUTLU Dr.Öğr.Üyesi ZUHAL ÜNAN
		3	CUMHURİYETTEN GÜNÜMÜZE MATEMATİK EĞİTİMİNDE KULLANILAN CEBİRSEL TERİMLERDEKİ DEĞİŞİM	Nefise OLTULU Dr. Öğr. Üyesi Ahmet CİHANGİR Dr. Öğr. Üyesi Şaban Can ŞENAY
		4	KEMAN EĞİTİMİ ALAN BİREYLERİN YAY ÇEKMEYE İLİŞKİN YAKLAŞIMLARI	Yüksek Lisans Öğrencisi, Melis BARAN Prof. Dr., Begüm ÖZ
		5	ANNELERİN ÇOCUKLARINI SEVME STİLLERİ: BİR NİTEL ARAŞTIRMA	Dr. Hale SAVCI Prof. Dr. Ferda AYSAN
		6	ERGENLERİN RİSKLİ DAVRANIŞLARINDA EBEVEYN STİLLERİNİN ROLÜ	Dr. Hale SAVCI Prof. Dr. Ferda AYSAN

AKDENİZ 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENİZArt 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION NOVEMBER 2 - 5, 2023 - KYRENIA Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 4 Kasım/ November 4, 2023 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL 9	Sumita Chowhan	1	THE PROJECT EVALUATION TO DEVELOP THE COMPETENCIES, CAPABILITIES, AND SKILLS IN REPAIRING COMPUTERS OF PEOPLE IN JOMPLUAK LOCAL MUNICIPALITY, BANG KHONTHI DISTRICT, SAMUT SONGKRAM PROVINCE	Wilailuk Meepracha
		2	INVESTIGATING INTERFERENCE ERRORS MADE BY AZZAWIA UNIVERSITY 1ST YEAR STUDENTS OF ENGLISH IN LEARNING ENGLISH PREPOSITIONS	Aimen Mohamed Almaloul
		3	ENTREPRENEUR UNIVERSAL EDUCATION SYSTEM: FUTURE EVOLUTION	Khaled Elbehiery, Hussam Elbehiery
		4	GUIDELINES FOR DEVELOPING, SUPERVISING, ASSESSING AND EVALUATING CAPSTONE DESIGN PROJECT OF BSC IN ELECTRICAL AND ELECTRONIC ENGINEERING PROGRAM	Muhibul Haque Bhuyan
		5	ON THE ALLOPATRY OF NATIONAL COLLEGE ENTRANCE EXAM IN CHINA: THE ROOT, POLICY AND STRATEGY	Shi Zhang
		6	COMPUTER AIDED LANGUAGE LEARNING SYSTEM FOR ARABIC FOR SECOND LANGUAGE LEARNERS	Osama Abufanas
		7	ACADEMIC PERFORMANCE OF ENGINEERING STUDENTS: THE ROLE OF ABILITIES & LEARNING STYLE	Sumita Chowhan
		8	PAY DIFFERENTIALS AND EMPLOYEE RETENTION IN THE STATE COLLEGES OF EDUCATION IN THE SOUTH-SOUTH ZONE, NIGERIA	Emmanuel U. Ingwu
		9	PRE-SERVICE TEACHERS' ASSESSMENT OF INFORMATION TECHNOLOGY APPLICATION TO INSTRUCTION	Adesanya Anuoluwapo Olusola
		10	E-LEARNING MANAGEMENT SYSTEMS GENERAL FRAMEWORK	Hamed Fawareh

AKDENİZ 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENİZArt 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION NOVEMBER 2 - 5, 2023 - KYRENIA Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
4 Kasım/ November 4, 2023 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator	Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors	
HALL 10	Chaiwat Waree	1	DETERMINATION OF SKILLS GAP BETWEEN SCHOOL-BASED LEARNING AND LABORATORY-BASED LEARNING IN OMAR AL-MUKHTAR UNIVERSITY	Aisha Othman, Crinela Pislaru, Ahmed Impes
		2	THE HDH MODEL FOR THE DEVELOPMENT OF CREATIVE STRUCTURAL THINKING AND ITS APPLICATIONS TO OTHER SYSTEMS	Mosseri Avraham
		3	TEACHING APPROACH AND SELF-CONFIDENCE EFFECT MODEL CONSISTENCY BETWEEN TAIWAN AND SINGAPORE MULTI-GROUP HLM	PeiWen Liao, Tsong Hau Jen
		4	EFFECTIVENESS OF ICT TRAINING WORKSHOP FOR TUTORS OF ALLAMA IQBAL OPEN UNIVERSITY, PAKISTAN	Muhammad Javid Qadir, Abdul Hameed
		5	A DEVELOPMENT OF THE MULTIPLE INTELLIGENCES MEASUREMENT OF ELEMENTARY STUDENTS	Chaiwat Waree
		6	A FORMATIVE ASSESSMENT TOOL FOR EFFECTIVE FEEDBACK	Rami Rashkovits, Ilana Lavy
		7	ACTIVE LEARNING STRATEGIES AND ACADEMIC ACHIEVEMENT AMONG SOME PSYCHOLOGY UNDERGRADUATES IN BARBADOS	Grace Adebisi Fayombo
		8	A LEARNER-CENTRED OR ARTEFACT-CENTRED CLASSROOM? IMPACT OF TECHNOLOGY, ARTEFACTS, AND ENVIRONMENT ON TASK PROCESSES IN AN ENGLISH AS A FOREIGN LANGUAGE CLASSROOM	Nobue T. Ellis
		9	CURRICULUM OF ETHICAL EDUCATION IN SLOVAKIA	Petra Fridrichová, Eva Balážová
		10	INCREASE SUCCESS BY DECREASING ADMISSION FOR MATHS– FAIRYTALE OR REALITY?	L.A du Plessis

AKDENİZ 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENİZArt 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION NOVEMBER 2 - 5, 2023 - KYRENIA Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 4 Kasım/ November 4, 2023 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator	Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors	
HALL 11	Chantana Insra	1	COMPUTER GRAPHICS AND UNDERSTANDING SEMIOTICS IN DESIGN	Manoj Majhi, Debkumar Chakrabaty
		2	STUDENT SATISFACTION DATA FOR WORK BASED LEARNERS	Rosie Borup, Hanifa Shah
		3	AN EVALUATION OF THE USABILITY OF IT FACULTY EDUCATIONAL PORTAL AT UNIVERSITY OF BENGHAZI	Nasser M. Amaitik, Mohammed J. El-Sahli
		4	CREATING A SPACE FOR TEACHING PROBLEM SOLVING SKILLS TO ENGINEERING STUDENTS THROUGH ENGLISH LANGUAGE TEACHING	Mimi N. A. Mohamed
		5	HIMMAPAN CREATURES: THE TACTILE TEXTURE DESIGNED FOR THE BLIND	Chantana Insra
		6	TEACHING ENGLISH UNDER THE LMD REFORM: THE ALGERIAN EXPERIENCE	Naouel Abdellatif Mami
		7	METHODS OF FORMING INFORMATIONAL CULTURE STUDENTS	Altynbek Moshkalov
		8	ONLINE COLLABORATION LEARNING: A WAY TO ENHANCE STUDENTS' ACHIEVEMENT AT KINGDOM OF BAHRAIN	Jaflah H. Al-Ammary
		9	MOTIVATION FACTORS IN DISTANCE EDUCATION	Sheila R. Bonito
		10	PHARMACOLOGY APPLIED LEARNING PROGRAM IN PRECLINICAL YEARS – STUDENT PERSPECTIVES	Amudha Kadirvelu, Sunil Gurtu, Sivalal Sadasivan

AKDENİZ 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENİZArt 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION NOVEMBER 2 - 5, 2023 - KYRENIA Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
4 Kasım/ November 4, 2023 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator	Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors	
HALL 12	Gaysu R. Arvind	1	TOWARD A MODEL FOR KNOWLEDGE DEVELOPMENT IN VIRTUAL ENVIRONMENTS: STRATEGIES FOR STUDENT OWNERSHIP	N.B. Adams
		2	THE PROSPECTS AND CHALLENGES OF OPEN LEARNING AND DISTANCE EDUCATION IN MALAWI	Andrew Chimpololo
		3	BETWEEN POLICY OPTIONS AND TECHNOLOGY APPLICATIONS: MEASURING THE SUSTAINABLE IMPACTS ON DISTANCE LEARNING	Subramaniam Chandran
		4	ACADEMIC STAFF PERCEPTIONS OF THE VALUE OF THE ELEMENTS OF AN ONLINE LEARNING ENVIRONMENT	Stuart Palmer, Dale Holt
		5	USING THE STUDENTS-AS-CUSTOMERS CONCEPT IN TECHNOLOGY DISCIPLINES: STUDENTS- PERSPECTIVES	Boonlert Watjatrakul
		6	USING WEBLOG TO PROMOTE CRITICAL THINKING – AN EXPLORATORY STUDY	Huay Lit Woo, Qiyun Wang
		7	THE EXPERIENCES OF SOUTH-AFRICAN HIGH-SCHOOL GIRLS IN A FAB LAB ENVIRONMENT	Nomusa Dlodlo, Ronald Noel Beyers
		8	EXPLORING SELF-DIRECTED LEARNING AMONG CHILDREN	Mariani Md Nor, Y. Saeednia
		9	THE STATE, LOCAL COMMUNITY AND PARTICIPATORY GOVERNANCE PRACTICES: PROSPECTS OF CHANGE	Gaysu R. Arvind
		10		

AKDENİZ 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENİZArt 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION NOVEMBER 2 - 5, 2023 - KYRENIA Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
4 Kasım/ November 4, 2023 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator	Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors	
HALL 13	Chutarat Boontho	1	INTELLIGENT MOBILE SEARCH ORIENTED TO GLOBAL E-COMMERCE	Abdelkader Dekdouk
		2	IS MANAGEMENT SCIENCE DOING ENOUGH TO IMPROVE HEALTHCARE?	Lalit Garg, Sally McClean, Maria Barton
		3	MCRM-S NEW OPPORTUNITIES OF CUSTOMER SATISFACTION	Cheng Fang Hsu, Shinn-Jong Lin
		4	AN ECONOMIC ANALYSIS OF PHU KRADUENG NATIONAL PARK	Chutarat Boontho
		5	THE INVESTIGATION OF THE ROLE OF INSTITUTIONS IN THE PROCESS OF GROWTH AND DEVELOPMENT OF ECONOMY	Seyed Mohammad Reza Hosseini
		6	PROPOSING A CONCEPTUAL MODEL OF CUSTOMER KNOWLEDGE MANAGEMENT: A STUDY OF CKM TOOLS IN BRITISH DOTCOMS	Mehdi Shami Zanjani, Roshanak Rouzbehani, Hosein Dabbagh
		7	REGINA CONNOLLY, FRANK BANNISTER	Regina Connolly, Frank Bannister
		8	ETAX FILING AND SERVICE QUALITY: THE CASE OF THE REVENUE ONLINE SERVICE	Regina Connolly, Frank Bannister
		9	DESIGN AN ELECTRONIC MARKET FRAMEWORK USING JADE ENVIRONMENT	Mohammad Ali Tabarzad, Caro Lucas
		10		

AKDENIZ 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENIZArt 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION NOVEMBER 2 - 5, 2023 - KYRENIA Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 4 Kasım/ November 4, 2023 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator	Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors	
HALL 14	Jan Zeman	1	THE INTERNET AND SMALL MEDIUM-SIZED ENTERPRISES (SMES) IN JORDAN	Sattam Allahawiah, Haroon Altarawneh, Sameer Alamro
		2	FINANCIAL ANALYSIS ANALOGIES FOR SOFTWARE RISK	Masood Uzzafer
		3	AN EVALUATION OF THE OPPORTUNITIES AND CHALLENGES OF WI-FI ADOPTION IN MALAYSIAN INSTITUTIONS	Subrahmanyam Kodukula, Nurbiya Maimaiti
		4	TOWARDS A SYSTEMATIC, COST-EFFECTIVE APPROACH FOR ERP SELECTION	Hassan Haghghi, Omid Mafi
		5	INFLUENCE OF LOCUS OF CONTROL AND JOB INVOLVEMENT TO ORGANIZATIONAL CULTURE APPLIED BY EMPLOYEES ON BANK X	Sri Suwarsi, Nadia Budianti
		6	DYNAMIC INTERACTION NETWORK TO MODEL THE INTERACTIVE PATTERNS OF INTERNATIONAL STOCK MARKETS	Laura Lukmanto, Harya Widiputra, Lukas
		7	FUTURES TRADING: DESIGN OF A STRATEGY	Jan Zeman
		8	MULTIDIMENSIONAL PERFORMANCE MANAGEMENT	David Wiese
		9	THE IMPACT OF SUBSEQUENT STOCK MARKET LIBERALIZATION ON THE INTEGRATION OF STOCK MARKETS IN ASEAN-4 + SOUTH KOREA	Noor Azryani Auzairy, Rubi Ahmad
		10	INSTITUTIONAL ASPECTS OF INFORMATION SECURITY IN RUSSIAN ECONOMY	Mingaleva Zhanna, Kapuskina Tatiana

AKDENIZ 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENIZArt 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION NOVEMBER 2 - 5, 2023 - KYRENIA Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
4 Kasım/ November 4, 2023 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator	Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors	
HALL 15	Mohd Iskandar bin Ilyas Tan	1	A SURVEY ON SUPPLY CHAIN MANAGEMENT AND E COMMERCE TECHNOLOGY ADOPTION AMONG LOGISTICS SERVICE PROVIDERS IN JOHOR	Mohd Iskandar bin Ilyas Tan, Iziati Saadah bt Ibrahim
		2	FROM MICRO TO NANOSYSTEMS: AN EXPLORATORY STUDY OF INFLUENCES ON INNOVATION TEAMS	Norbert Burger, Thorsten Staake
		3	SUPPLY CHAIN MANAGEMENT AND E-COMMERCE TECHNOLOGY ADOPTION AMONG LOGISTICS SERVICE PROVIDERS IN MALAYSIA	Mohd Iskandar bin Ilyas Tan, Iziati Saadah bt Ibrahim
		4	THE IMPACT OF PRODUCT PACKAGE INFORMATION ON CONSUMER BEHAVIOR TOWARD GENETICALLY MODIFIED FOODS	Yu-Syuan Chang, Li-Chun Huang
		5	ECOLABELING AND GREEN CERTIFICATION FOR EFFECTIVE FISHERIES MANAGEMENT – AN ANALYSIS	A. Ramachandran
		6	APPLICATION OF FEED-FORWARD NEURAL NETWORKS AUTOREGRESSIVE MODELS IN GROSS DOMESTIC PRODUCT PREDICTION	E. Giovanis
		7	DETERMINING THE ONLINE PURCHASING LOYALTY FOR THAI HERBAL PRODUCTS	Chummanond Natchaya, Rotchanakitumnuai Siriluck
		8	A STUDY OF PANEL LOGIT MODEL AND ADAPTIVE NEURO-FUZZY INFERENCE SYSTEM IN THE PREDICTION OF FINANCIAL DISTRESS PERIODS	E. Giovanis
		9	A NEW DIMENSION IN SOFTWARE RISK MANAGEMENT	Masood Uzzafer
		10	PRIORITIZING SERVICE QUALITY DIMENSIONS:A NEURAL NETWORK APPROACH	A. Golmohammadi, B. Jahandideh

AKDENIZ 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENIZArt 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION NOVEMBER 2 - 5, 2023 - KYRENIA Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
4 Kasım/ November 4, 2023 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator	Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors	
HALL 16	Trish O'Sullivan	1	DURATION ANALYSIS OF NEW FIRMS IN THE BANKING INDUSTRY	Jesus Orbe, Vicente Nunez-Anton
		2	ENHANCING CUSTOMER LOYALTY TOWARDS CORPORATE SOCIAL RESPONSIBILITY OF THAI MOBILE SERVICE PROVIDERS	Wichai Onlaor, Siriluck Rotchanakitumnuai
		3	THE SERVICE FAILURE AND RECOVERY IN THE INFORMATION TECHNOLOGY SERVICES	Jun Luo, Weiguo Zhang., Dabin Qin
		4	OPERATIONAL RISK – SCENARIO ANALYSIS	Milan Rippel, Petr Teplý
		5	THE APPLICATION OF REAL OPTIONS TO CAPITAL BUDGETING	George Yungchih Wang
		6	ROLE OF INVESTMENT IN THE COURSE OF ECONOMIC GROWTH IN PAKISTAN	Maqbool Hussain Sial, Maaida Hussain Hashmi, Sofia Anwar
		7	A FRAMEWORK OF MONTE CARLO SIMULATION FOR EXAMINING THE UNCERTAINTY-INVESTMENT RELATIONSHIP	George Yungchih Wang
		8	THE EXCLUSION OF CONSUMER RIGHTS IN E-AUCTIONS – IS AN E-AUCTION REALLY AN AUCTION AT ALL?	Trish O'Sullivan
		9	A HYPERMAP FOR SUPPLY CHAIN MANAGEMENT	James K. Ho
		10	THE PATH TO WEB INTELLIGENCE MATURITY	Zeljko Panian

AKDENİZ 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENİZArt 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION NOVEMBER 2 - 5, 2023 - KYRENIA Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
4 Kasım/ November 4, 2023 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL 17	Aries Susanty	1	E-COMMERCE ADOPTION AND IMPLEMENTATION IN AUTOMOBILE INDUSTRY: A CASE STUDY	Amitrajit Sarkar
		2	STOCHASTIC MIXED 0-1 INTEGER PROGRAMMING APPLIED TO INTERNATIONAL TRANSPORTATION PROBLEMS UNDER UNCERTAINTY	Y. Wu
		3	THE ROLE OF INTERNAL FUNCTION OF ORGANIZATION FOR THE SUCCESSFUL IMPLEMENTATION OF GOOD CORPORATE GOVERNANCE	Aries Susanty
		4	CORPORATE FRAUD: AN ANALYSIS OF MALAYSIAN SECURITIES COMMISSION ENFORCEMENT RELEASES	Raziah Bi Mohamed Sadique, Jamal Roudaki, Murray B. Clark, Norhayati Alias
		5	INDUSTRIAL DEVELOPMENT, ENVIRONMENT AND OCCUPATIONAL PROBLEMS: THE CASE OF IRAN	Ghaffari, H., Changi Ashtiani, A., Younessi,
		6	BENCHMARKING CLEANER PRODUCTION PERFORMANCE OF COAL-FIRED POWER PLANTS USING TWO-STAGE SUPER-EFFICIENCY DATA ENVELOPMENT ANALYSIS	Shao-lun Zeng, Yu-long Ren
		7	STRATEGY ANALYSIS AND CREATION BY SIMULATION IN THE GENERAL GAME	Gábor Szűcs, Gábor Neszveda, Xin Fang
		8	A SIMULATION MODEL FOR BID PRICE DECISION MAKING	R. Sammoura
		9		
		10		

AKDENİZ 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENİZArt 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION NOVEMBER 2 - 5, 2023 - KYRENIA Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
5 Kasım/ November 5, 2023 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 1	Asst. Prof. Duygu TAŞ KÜTEN	1	SINGULAR TWO-INTERVAL STURM-LIOUVILLE PROBLEMS WITH TRANSMISSION CONDITIONS	Prof., Kadriye AYDEMİR Prof., Oktay Sh. MUKHTAROV Asst. Prof., Merve YÜCEL
		2	COMPARİSON RESULTS FOR TWO-INTERVAL DIFFERENTIAL EQUATİONS	Prof., Oktay Sh. MUKHTAROV Prof., Kadriye AYDEMİR Asst. Prof., Merve YÜCEL
		3	FEKETE-SZEGÖ PROBLEM FOR SUBCLASSES OF ANALYTIC FUNCTIONS INCLUDING THE COMBINATION OPERATOR	Prof. Dr. Erhan DENİZ Dr. Sercan KAZIMOĞLU Ali İhsan KOÇ
		4	SUFFICIENT CONDITIONS FOR UNIVALENCE OF A GENERAL DIFFERENTIAL OPERATOR	Prof. Dr. Erhan DENİZ Dr. Sercan KAZIMOĞLU Ufuk ÖZTÜRK
		5	FORECASTING FOR GDP USING MULTIPLIER PERCEPTRON AND GATED RECURRENT UNIT	Fabrice MUGENZI Asst. Prof. Dr. İsmail YENİLMEZ
		6	PERFORMANCE OF PARTICLE SWARM OPTIMIZATION AND GENETIC ALGORITHM FOR TUNING OF k-NN HYPERPARAMETERS	Asst. Prof. Dr. İsmail YENİLMEZ Erdem Korhan AKÇAY
		7	The Energy Consumption Related to Internet Usage and Awareness of Digital Footprint of University Students: A Qualitative Research	Dr. Öğr. Üyesi Gamze YAKUT Dr. Öğr. Üyesi Hilal YAKUT İPEKOĞLU
		8	A TABU SEARCH ALGORITHM FOR A CAPACITATED LOT SIZING PROBLEM WITH STOCHASTIC TIMES AND BOUNDED INVENTORY	Asst. Prof. Duygu TAŞ KÜTEN

AKDENİZ 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENİZArt 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION NOVEMBER 2 - 5, 2023 - KYRENIA Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 5 Kasım/ November 5, 2023 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 2	Doç. Dr. Arzu GÜLER	1	YUMUŞAK GÜCÜN ÇİN DİPLOMASİSİNDE ARTAN GÜCÜ	Dr. Öğr. Üyesi, Seda Gozde TOKATLI,
		2	GLOBALIZATION AND THE DIMENSIONS OF GLOBALIZATION	Besra TOKTAŞ
		3	İLTİCA HAKKI: BAĞLAYICILIK, KAPSAM VE ERİŞİM TARTIŞMALARI	Doç. Dr. Arzu GÜLER
		4	TURKISH LOCAL ADMINISTRATIONS AND OMBUDSMAN SYSTEM	Erol KARACAN Doç. Dr. Sanem BERKÜN
		5	MILITARY CULTURE AND VALUES	Doç. Dr. Murat ŞAHİN
		6	ANALYSIS OF FACTORS AFFECTING USERS' ADOPTION OF E- GOVERNMENT APPLICATION IN TURKEY: A SECTIONAL STUDY	Doç.Dr., Halim TATLI
		7	THE EFFECT OF FIXED INVESTMENTS BASED ON INVESTMENT INCENTIVE CERTIFICATES ON REGIONAL UNEMPLOYMENT: AN APPLICATION ON TURKEY'S LEVEL 2 REGIONS	Doç.Dr., Halim TATLI
		8	TÜRKİYE EKONOMİSİNDE YENİLENEBİLİR ENERJİ TÜKETİMİNİN BELİRLEYİCİLERİ	Prof. Dr. Murat ÇETİN Uğur ÇINAR
		9	ÇEVRE POLİTİKASI-ÇEVRESEL BOZULMA İLİŞKİSİ ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA	Prof. Dr. Murat ÇETİN Uğur ÇINAR

AKDENİZ 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENİZArt 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION NOVEMBER 2 - 5, 2023 - KYRENIA Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 5 Kasım/ November 5, 2023 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator	Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors	
SALON 3	Doç.Dr. Birol BÜYÜKDOĞAN	1	CRISIS SAY I'M COMING? INTERNAL AND EXTERNAL SOURCES OF THE CRISIS	Doç. Dr. Sezen GÜNGÖR Dr. Kader EROL
		2	A Narrative with Visual Examples for Social Cognition and Altruistic Behavior	Dr. Kader EROL Doç. Dr. Sezen GÜNGÖR
		3	INVESTIGATION OF FACTORS AFFECTING AND SUPPORTING THE REAL ESTATE MARKET IN TURKEY	Assit.Prof.Dr. İsa ALTINIŞIK
		4	EVALUATION OF COMPANIES' WEBSITES IN TERMS OF CORPORATE IDENTITY: A COMPARISON BETWEEN COUNTRIES	Doç.Dr. Birol BÜYÜKDOĞAN
		5	TANKER GEMİ DENETLERİNİN KARŞILAŞTIRMALI ANALİZ	Dr. Ozan Hikmet ARICAN Dr. Ali Umut ÜNAL
		6	LİMANLARA KONTEYNER TEDARİĞİNDE KARAYOLU TAŞIMACILIĞINA ALTERNATİF OLARAK DEMİRYOLU TAŞIMACILIĞININ ÖNEMİ VE TÜRKİYE ANALİZİ	Dr. Ali Umut ÜNAL Dr. Ozan Hikmet ARICAN
		7	EVALUATION OF HEALTH SERVICE PERFORMANCE	Res. Asst., Gökçen ÖZLER Res. Asst., Ferda İŞİKÇELİK
		8	DEMAND FORECASTING IN HOSPITALS: AN APPLICATION ON ANTIBIOTIC CONSUMPTION	Res. Asst., Ferda İŞİKÇELİK Res. Asst., Gökçen ÖZLER

AKDENİZ 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENİZArt 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION NOVEMBER 2 - 5, 2023 - KYRENIA Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
5 Kasım/ November 5, 2023 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 4	Arş.Gör.Dr., Gülizar ŞERMET	1	SAĞLIK EŞİTSİZLİKLERİNİN SOSYO-DEMOGRAFİK DEĞİŞKENLER AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ	Arş.Gör.Dr., Gülizar Gülcan ŞERMET
		2	ENVIRONMENTAL MANAGEMENT AND URBAN SERVICES IN SMART CITIES	Dr., Duygu AKSU
		3	THE IMPACT OF URBAN SERVICES ON SUSTAINABLE ENVIRONMENTAL MANAGEMENT: STRATEGIC APPROACHES AND PRACTICAL EXAMPLES	Dr., Duygu AKSU
		4	MEDENİ USUL HUKUKUNDA ÖN İNCELEME AŞAMASI İLE İDARİ YARGIDA DÜZENLENMİŞ OLAN ÖN İNCELEME AŞAMASININ KARŞILAŞTIRILMASI	Arş. Gör. Ufuk DEMİRKAN
		5	CONFLICTING AND INTEGRATING CONSTITUTION	Dr, Önder K. KESKİN
		6	PROFESSIONALISED TERROR AND PREVENTIVE SAFETY (THE BALANCE OF CONSTITUTIONAL VALUES, PRINCIPLES AND PRINCIPLES)	Dr, Önder K. KESKİN

AKDENİZ 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENİZArt 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION NOVEMBER 2 - 5, 2023 - KYRENIA Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 5 Kasım/ November 5, 2023 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 5	Doç. Dr. SERHAT BERAT EFE	1	GÜÇ SİSTEMLERİNDE YÜK TALEBİ İLE HARMONİK SEVİYESİ İLİŞKİSİNİN ANALİZİ	Doç. Dr. SERHAT BERAT EFE
		2	YÜKSEK GERİLİM İZOLATÖRLERİNDE YÜZEY KAÇAK AKIMLARININ KESTİRİMİ İÇİN KULLANILAN YAPAY ZEKÂ YÖNTEMLERİ	Doç. Dr. SERHAT BERAT EFE
		3	LED ARMATÜRLERDE TERMAL ÖZELİKLERİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ İÇİN TERMOELEKTRONİK SOĞUTUCULARIN KULLANIMI	Onur ÇELİK Tülay BAYRAKDAR Enes ADIGÖZEL Burak DEMİROK Melikenur YILDIRIM Samet ZENGİN
		4	GÜNEŞ ENERJİSİNDE SPEKTRAL ETKİLER	Gencer SARIOĞLU Rüştü EKE
		5	LİTYUM TABANLI İKİNCİL ÖMÜR BATARYALARININ MOBİL ŞARJ İSTASYONU OLARAK DEĞERLENDİRMESİ	Elektrik-Elektronik Mühendisi, Kübra DEMİREL Mekatronik Mühendisi, Berkay MENGÜŞ Elektrik-Elektronik Mühendisi, Uğur ÖLMEZ Doç. Dr. Ahmet FEYZİOĞLU
		6	The Ethical Implications of Rapid Advancements in Artificial Intelligence	Dr. Sedat Golgiyaz

AKDENİZ 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENİZArt 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION NOVEMBER 2 - 5, 2023 - KYRENIA Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 5 Kasım/ November 5, 2023 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 6	Prof.Dr. Hamza Yaşar OCAK	1	ARAMİD FİBER KATKILI YAPIŞTIRICI VE YAPIŞTIRMA BAĞLANTISINDA KİMYASAL YÜZEY İŞLEMİNİN ETKİSİ	Dr. İclal AVINÇ AKPINAR
		2	Be _x Zn _(1-x) O BİLEŞİĞİNDE OPTİK ÖZELLİKLERİN TEORİK OLARAK İNCELENMESİ	Prof.Dr. Hamza Yaşar OCAK
		3	Be _x Zn _(1-x) O BİLEŞİĞİNDE ELEKTRONİK ÖZELLİĞİN TEORİK OLARAK İNCELENMESİ	Prof.Dr. Hamza Yaşar OCAK
		4	Povidon İyot İçerikli Antiseptik Sabun Emdirilmiş El ve Cilt Temizleyici Üründe İyot Uçuculuğunun Raf Ömrüne Etkisinin İncelenmesi ve Stabilitate Problemlerinin Engellenmesi	Ar-Ge Mühendisi, Nazlıcan Çevik
		5	Fabrication and Characterization of AA5083-Ni Metal-Metal Composites	Dr.Öğr.Üyesi, Serdar ÖZKAYA Prof.Dr.Aykut ÇANAKÇI Arş.Gör.Müslim ÇELEBİ Arş.Gör.A.Hasan KARABACAK
		6	AA5083-Cr Composite Example in terms of Production and Investigation of Metal-Metal Composites	Dr.Öğr.Üyesi, Serdar ÖZKAYA Prof.Dr.Aykut ÇANAKÇI Arş.Gör.Müslim ÇELEBİ Arş.Gör.A.Hasan KARABACAK

AKDENIZ 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENIZArt 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION NOVEMBER 2 - 5, 2023 - KYRENIA Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 5 Kasım/ November 5, 2023 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL 7	Bostjan Antoncic	1	DECISION SUPPORT FRAMEWORK IN MANAGERIAL LEARNING ENVIRONMENT FOR ORGANIZATION	M. Mazhar Manzoor, Nasar.A, A. Sattar
		2	BARRIERS AND OPPORTUNITIES FOR THE ADOPTION OF E-GOVERNANCE SERVICES	Haroula N. Delopoulos
		3	OPTIMIZATION OF TRANSFER PRICING IN A RECESSION WITH REFLECTION ON CROATIAN SITUATION	Jasminka Radolović
		4	OVERCOMING BARRIERS TO OPEN INNOVATION AT APPLE, NINTENDO AND NOKIA	Erik Pontiskoski, Kazuhiro Asakawa
		5	EXPLORING THE PROFESSIONAL COMPETENCY CONTENTS FOR INTERNATIONAL MARKETER IN TAIWAN	Shu-Ning Liou
		6	SIMULTANEOUS TERM STRUCTURE ESTIMATION OF HAZARD AND LOSS GIVEN DEFAULT WITH A STATISTICAL MODEL USING CREDIT RATING AND FINANCIAL INFORMATION	Tomohiro Ando, Satoshi Yamashita
		7	THE ENTREPRENEUR'S GENERAL PERSONALITY TRAITS AND TECHNOLOGICAL DEVELOPMENTS	Bostjan Antoncic
		8	CORPORATE SOCIAL RESPONSIBILITY IN CHINA APPAREL INDUSTRY	Zhao Linfei, Gu Qingliang
		9	THE IMPACT OF SEMANTIC WEB ON E-COMMERCE	Karim Heidari
		10		

AKDENİZ 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENİZArt 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION NOVEMBER 2 - 5, 2023 - KYRENIA Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
5 Kasım/ November 5, 2023 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL 8	Tunjo Peric, Zoran Babic	1	APPLICATIONS OF STABLE DISTRIBUTIONS IN TIME SERIES ANALYSIS, COMPUTER SCIENCES AND FINANCIAL MARKETS	Mohammad Ali Baradaran Ghahfarokhi, Parvin Baradaran Ghahfarokhi
		2	MULTI-ENTERPRISE TIE AND CO-OPERATION MECHANISM IN MEXICAN AGRO INDUSTRY SME'S	Tania Elena González Alvarado, Ma. Antonieta Martín Granados
		3	USING STRUCTURAL EQUATION MODELING IN CAUSAL RELATIONSHIP DESIGN FOR BALANCED-SCORECARDS' STRATEGIC MAP	A. Saghaei, R. Ghasemi
		4	THE COMPLEMENTARITIES OF MULTI-LATERALISM, ANDREGIONALISM AND INCOME CONVERGENCE: ASEAN AND SAARC	Kankesu Jayanthakumaran, Shao-Wei Lee
		5	DETERMINING OPTIMAL PRODUCTION PLAN BY REVISED SURROGATE WORTH TRADE-OFF METHOD	Tunjo Peric, Zoran Babic
		6	CREATION OF ECONOMIC AND SOCIAL VALUE BY SOCIAL ENTREPRENEURSHIP FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT	Ahaskar Pandey, Gaurav Mukherjee, Sushil Kumar
		7	STOCK PRICE FORECAST BY USING NEURO-FUZZY INFERENCE SYSTEM	Ebrahim Abbasi, Amir Abouec
		8	ENVIRONMENTAL RESPONSIBILITY AND FIRM PERFORMANCE: EVIDENCE FROM NIGERIA	Collins C. Ngwakwe
		9	VALUE-BASED GROUP DECISION ON SUPPORT BRIDGE SELECTION	Christiono Utomo, Arazi Idrus
		10		

AKDENIZ 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENIZArt 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION NOVEMBER 2 - 5, 2023 - KYRENIA Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
5 Kasım/ November 5, 2023 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator	Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors	
HALL 9	Oliver Radolović	1	CUSTOMER VALUE CREATION BY CRM SYSTEM IN ELECTRONIC DEVICE COMPANIES	Hideki.Kobayashi, Hiroshi.Osada
		2	THE EFFECTS OF MISSPECIFICATION OF STOCHASTIC PROCESSES ON INVESTMENT APPRAISAL	George Yungchih Wang
		3	HOTEL GUEST'S LIABILITY FOR NON-PAYMENT OF HOTEL SERVICES IN COMPARATIVE LAW	Oliver Radolović
		4	THE IMPACT OF WEBSITE PERSONALITY ON CONSUMERS' INITIAL TRUST TOWARDS ONLINE RETAILING WEBSITES	Jasmine Yeap Ai Leen, T. Ramayah, Azizah Omar
		5	CONTINUAL IMPROVEMENT WITH INTEGRATED MANAGEMENT SYSTEM	Sharareh Mirsaeidi Farahani , Gholamreza Chitsaz
		6	THE INTRODUCTION OF COMPULSORY ELECTRONIC EXCHANGE OF DOCUMENTS IN THE CZECH REPUBLIC: COMPARING EXPECTATION AND REALITY	Kamila Tišlerová
		7	ROLE OF CREDIT ON PRODUCTION EFFICIENCY OF FARMING SECTOR IN PAKISTAN(A DATA ENVELOPMENT ANALYSIS)	Saima Ayaz, Zakir Hussain, Maqbool Hussain Sial
		8	FACTORS PAVING THE WAY TOWARDS ISLAMIC BANKING IN PAKISTAN	Muhammad Mazhar Manzoor, Muhammad Aqeel, Abdul Sattar
		9	EFFECTS OF THE STOCK MARKET DYNAMIC LINKAGES ON THE CENTRAL AND EASTERN EUROPEAN CAPITAL MARKETS	Ioan Popa, Cristiana Tudor, Radu Lupu
		10		

AKDENİZ 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENİZArt 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION NOVEMBER 2 - 5, 2023 - KYRENIA Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
5 Kasım/ November 5, 2023 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator	Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors	
HALL 10	Yasuhito Tanaka	1	CONSTRUCTIVE PROOF OF THE EXISTENCE OF AN EQUILIBRIUM IN A COMPETITIVE ECONOMY WITH SEQUENTIALLY LOCALLY NON-CONSTANT EXCESS DEMAND FUNCTIONS	Yasuhito Tanaka
		2	THE THEORETICAL FRAMEWORK OF THE NECESSITY OF CONDUCTING OPERATIONAL AUDITING IN IRAN	Arash Derakhshanmehr
		3	EVALUATION OF MARKET LIMITATIONS IN THE CASE OF ECOSYSTEM SERVICES	Giani Gradinaru
		4	WHY DEVELOPING COUNTRIES ARE LESSER INNOVATORS	Abdul Waheed
		5	PROJECT MANAGEMENT IN STUDENT SATELLITE PROJECTS: A UNIVERSITY – INDUSTRY COLLABORATION VIEW	Muhammad Fiaz, Naqvi Najam Abbas, Baseerat Rizwan, Yang Naiding
		6	WHY DO PAKISTANI CUSTOMERS PATRONIZE ISLAMIC BANKS- AN EMPIRICAL ANALYSIS	Farjana Mumu, Jia Guozho
		7	SIMULATION-BASED OPTIMIZATION IN PERFORMANCE EVALUATION OF MARSHALING YARD STORAGE POLICY IN A CONTAINER PORT	Mohammad Reza Ghanbari, Parham Azimi, Farrokh Abdollahi
		8	ROLES AND RESPONSIBILITIES TO SUCCESS OF IT PROJECT IN AN ORGANIZATION	Vahhab Attar Olyae, Fouad Attar Olyae
		9	A NEW HYBRID MODEL WITH PASSIVE CONGREGATION FOR STOCK MARKET INDICES PREDICTION	Tarek Aboueldahab
		10		

AKDENİZ 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENİZArt 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION NOVEMBER 2 - 5, 2023 - KYRENIA Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
5 Kasım/ November 5, 2023 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator	Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors	
HALL 11	Honorata Howaniec	1	PROBLEMS OF MEASURING EFFECTIVENESS OF INNOVATION PERFORMANCE	Aziza S. Zhuparova
		2	TOWARDS A NEW ERA OF SUSTAINABILITY IN THE AUTOMOTIVE INDUSTRY: STRATEGIC HUMAN RESOURCE MANAGEMENT AND GREEN TECHNOLOGY INNOVATION	Reihaneh Montazeri Shatouri, Rosmini Omar, Kunio Igusa
		3	PEOPLE EMPOWERMENT IN LIVELIHOOD ACTIVITIES TOWARD SUSTAINABLE COASTAL RESOURCE MANAGEMENT IN INDONESIA	Achmad Zamroni, Masahiro Yamao
		4	BIOETHANOL - A VIABLE ANSWER TO INDIA-S SURGING ENERGY NEEDS	Pranav Raghav Sood
		5	KNOWLEDGE SHARING: A SURVEY, ASSESSMENT AND DIRECTIONS FOR FUTURE RESEARCH: INDIVIDUAL BEHAVIOR PERSPECTIVE	Feryal Aslani, Mohammad Mousakhani, Alireza Aslani
		6	THE MODELING OF BRAND LOYALTY IN THE BREWING MARKET IN POLAND	Honorata Howaniec
		7	DIRECTION TO MANAGE OTOP ENTREPRENEURSHIP BASED ON LOCAL WISDOM	Witthaya Mekhum
		8	A REVIEW OF ENTERPRISE RISK MANAGEMENT PRACTICES AMONG MALAYSIAN PUBLIC LISTED COMPANIES	Fong-Woon Lai
		9	THE USE OF DYNAMICALLY OPTIMISED HIGH FREQUENCY MOVING AVERAGE STRATEGIES FOR INTRADAY TRADING	Abdalla Kablan, Joseph Falzon
		10		

AKDENİZ 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENİZArt 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION NOVEMBER 2 - 5, 2023 - KYRENIA Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
5 Kasım/ November 5, 2023 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator	Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors	
HALL 12	Claudiu Brandas	1	THE IMPACT OF HIGH PERFORMANCE WORK SYSTEMS- ON FIRM PERFORMANCE IN MNCs AND LOCAL MANUFACTURING FIRMS IN MALAYSIA	Shaira Ismail
		2	INFORMATION SYSTEM SECURITY EFFECTIVENESS ATTRIBUTES: A TANZANIAN COMPANY CASE STUDY	Nerey H. Mvungi, Mosses Makoko
		3	COMPARATIVE ANALYSIS OF COMMERCIAL PROPERTY AND STOCK-MARKET INVESTMENTS IN NIGERIA	Bello Nurudeen Akinsola
		4	A NOVEL APPROACH TO HANDLE UNCERTAINTY IN HEALTH SYSTEM VARIABLES FOR HOSPITAL ADMISSIONS	Manisha Rathi, Thierry Chausalet
		5	BRAND EQUITY AND FACTORS AFFECTING CONSUMER-S PURCHASE INTENTION TOWARDS LUXURY BRANDS IN BANGKOK METROPOLITAN AREA	Sumalee Lekprayura
		6	A REFINED APPLICATION OF QFD IN SCM, A NEW APPROACH	Nooshin La'l Mohamadi
		7	GREEN LEAN TQM HUMAN RESOURCE MANAGEMENT PRACTICES IN MALAYSIAN AUTOMOTIVE COMPANIES	Noor Azlina Mohd Salleh, Salmiah Kasolang, Ahmed Jaffar
		8	A MODEL OF MARKET SEGMENTATION FOR THE CUSTOMERS OF MELLAT BANK IN IRAN	Nader Gharibnavaz, Hossein Yazdi
		9	IMPROVING THE DECISION-MAKING PROCESS AND TRANSPARENCY OF CORPORATE GOVERNANCE USING XBRL	Claudiu Brandas
		10	THE INFLUENCE OF INSTITUTIONAL SHAREHOLDER ACTIVISM AS A CORPORATE GOVERNANCE MONITORING MECHANISM IN MALAYSIA	Maizatul A. Musa

AKDENİZ 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENİZArt 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION NOVEMBER 2 - 5, 2023 - KYRENIA Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
5 Kasım/ November 5, 2023 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator	Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors	
HALL 13	Mara Gubaidullina	1	THE SHANGHAI COOPERATION ORGANIZATION: CHINA'S GRAND STRATEGY IN CENTRAL ASIA	Mara Gubaidullina, Aigerim Yelibayeva
		2	THE ROLE OF HUMAN RESOURCE SYSTEM ON CRISIS RESOLVE	Abbas Haddadzadeh, Marzieh Sharif Paghaleh
		3	STRUCTURAL FUNDS OF POLISH AGRICULTURE	Agata Niewiadomska, Adam Niewiadomski
		4	CORPORATE GOVERNANCE PRACTICES AND AUDIT QUALITY: AN EMPIRICAL STUDY OF THE LISTED COMPANIES IN EGYPT	Mohamed Moustafa Soliman, Mohamed Abd Elsalam
		5	IMPROVEMENT OF NEW GOVERNMENT R&D PROGRAM PLANS THROUGH PRELIMINARY FEASIBILITY STUDIES	Hyun-Kyu Kang
		6	IMPACT OF THE AMENDMENTS OF MALAYSIAN CODE OF CORPORATE GOVERNANCE (2007) ON GOVERNANCE OF GLCS AND PERFORMANCE	Azmi Hamid, Rozainun Aziz
		7	PROBLEMS THAT IMPEDE SUSTAINABLE TOURISM DEVELOPMENT IN EGYPT	Essam Abdel-Salam Gouda
		8	ENGAGEMENT STRATEGIES FOR STAKEHOLDER MANAGEMENT IN NEW TECHNOLOGY DEVELOPMENT IN THE FERTILIZER INDUSTRY – A CONCEPTUAL FRAMEWORK	Ammar Redza Ahmad Rizal
		9	INVESTIGATING FINANCIAL LITERACY AMONG EMIRATIS	Ashraf Khalil, Salam Abdallah, Khalil Al-hilo, Ebere Iroadu
		10		

AKDENİZ 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENİZArt 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION NOVEMBER 2 - 5, 2023 - KYRENIA Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
5 Kasım / November 5, 2023 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator	Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors	
HALL 14	Kevin Moustapha	1	MUSICAL NOTATION READING VERSUS ALPHABET READING - COMPARISON AND IMPLICATIONS FOR TEACHING MUSIC READING TO STUDENTS WITH DYSLEXIA	Ora Geiger
		2	COMPARATIVE STUDY OF FATIGUE AND DROWSINESS IN THE NIGHT-TIME PASSENGER TRANSPORTATION INDUSTRY IN JAPAN	Hiroshi Ikeda
		3	PSYCHOPATHIC DISORDERS AND JUDGES SENTENCING: CAN NEUROSCIENCES CHANGE THIS AGGRAVATING FACTOR IN A MITIGATING FACTOR?	Kevin Moustapha
		4	PECULIARITIES OF COMPREHENDING THE SUBJECTIVE WELL-BEING BY STUDENT WITH HIGH AND LOW LEVEL OF EMOTIONAL INTELLIGENCE	Veronika Pivkina, Alla Kim, Khon Nataliya
		5	TYPES OF EPILEPSIES AND FINDINGS EEG- LORETA ABOUT EPILEPSY	Leila Maleki, Ahmad Esmali Kooraneh, Hossein Taghi Derakhshi
		6	CASE STUDIES IN THREE DOMAINS OF LEARNING: COGNITIVE, AFFECTIVE, PSYCHOMOTOR	Zeinabsadat Haghshenas
		7	ADDICTIVE USE DUE TO PERSONALITY: FOCUSED ON BIG FIVE PERSONALITY TRAITS AND GAME ADDICTION	Eui Jun Jeong, Hye Rim Lee
		8	THE USE OF EMOTICONS IN POLITE PHRASES OF GREETINGS AND THANKS	Zuzana Komrsková
		9	CHILDREARING STYLES AND FAMILY COMMUNICATION PATTERNS AMONG UNIVERSITY STUDENTS	Pegah Farokhzad
		10		

AKDENİZ 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENİZArt 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION NOVEMBER 2 - 5, 2023 - KYRENIA Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
5 Kasım/ November 5, 2023 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL 15	Norma Rodrigues Gomes	1	EVALUATION OF THE EFFECTS OF CLIMATE CHANGE IN DESTRUCTION PROCEDURE ON IRAN-S HISTORIC BUILDINGS	Firouz Parvizian Ganje, Emad Hezbkhah, Behbood Maashkar
		2	OPTIMAL USE OF CLIMATE IN THE CONSTRUCTION OF TRADITIONAL HOUSING AS A GREENHOUSE IN IRAN	Emad Hezbkhah, Ebrahim Akhlaghi
		3	THE INTERNET, ITS SOCIAL AND ETHICAL PROBLEM TO THE YOUNG AND HOW CURRICULUM CAN ADDRESS THE ISSUE	R. Ramli
		4	LEAN THINKING PROCESS IN THE DETERMINATION OF DESIGN SUGGESTIONS TO OPTIMIZE TREATMENT OF WEEE	Anastasia Katsamaki, Nikolaos Bilalis, Vassilis Dedoussis
		5	CORPORATE SUSTAINABLE DEVELOPMENT ASSESSMENT BASE ON THE CORPORATE SOCIAL RESPONSIBILITY	Sun Mei, Nagata Katsuya, Onoda Hiroshi
		6	KNOWLEDGE MANAGEMENT APPLIED TO FORENSIC SCIENCES	Norma Rodrigues Gomes
		7	SELECTION OF EXTRACURRICULAR EDUCATION FACILITIES AND ORGANIZATIONAL PERFORMANCE ANALYSIS OF MEG-CITY SPATIAL SYSTEM	Chen Zhang, Wei Yaping
		8	THE USED OF ENVIRONMENTAL ETHICS IN METHODS AND TECHNIQUES OF ENVIRONMENTAL MANAGEMENT	Amir Hossein Davami, Ali Gholami, Ebrahim Panahpour
		9	SYSTEMS AND SOFTWARE SAFETY AND SECURITY	Marzieh Mokhtaripour
		10		

AKDENİZ 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENİZArt 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION NOVEMBER 2 - 5, 2023 - KYRENIA Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
5 Kasım/ November 5, 2023 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator	Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors	
SALON 1	Doç. Dr. Abdullah KARATAŞ	1	TOPLUMSAL CİNSİYETE DAYALI AYRIMCILIK: TÜRKİYE'DE SURİYELİ KADIN GÖÇMENLER ÖZELİNDE BİR İRDELEME	Dr. Cahide GÖĞÜSDERE
		2	LOOKING AT SOCIAL WORK IN TERMS OF VALUES AS A TOOL OF SOCIAL CONTROL	Assoc. Prof. Dr. Melahat DEMİR BİLEK
		3	RESILIENT CITIES FROM SOCIAL WORK PERSPECTIVE	Assoc. Prof. Dr. Melahat DEMİR BİLEK
		4	ZAMAN YÖNETİMİNİN VERİMLİLİK ÜZERİNE ETKİSİ: NİCEL BİR ARAŞTIRMA	Öğr. Gör. Gökhan BİLİCİ Doç. Dr. Sefa USTA
		5	LOCAL GOVERNMENTS IN THE TURKISH REPUBLIC OF NORTHERN CYPRUS: A COMPARATIVE ANALYSIS WITH TÜRKİYE	Doç. Dr. Sefa USTA Öğr. Gör. Gökhan BİLİCİ
		6	HOW DOES AN ARCHITECT COMMUNICATE WITH THE BUILDING: INTERPRETATION ON THE EXAMPLE OF SVETI STEFAN CHURCH	Res. Assist. Elif ATICI
		7	DIGITAL TRANSFORMATION IN TURKIYE: ADDRESSING THE CHALLENGES OF AN AGING POPULATION	Dr, Yelda BEKTAŞ
		8	THOUGHTS OF SOCIOLOGISTS WORKING IN MUNICIPALITY OF MARDİN ON THE SOCIAL ASSISTANCE PROVIDED TO SYRIAN IMMIGRANTS BY THE MUNICIPALITY	Doç. Dr. Cemil İNAN Rena YASİN
		9	CIVIL SOCIETY AFTER EARTHQUAKE DISASTER MANAGEMENT IN ORGANIZATIONS: EXAMPLE OF MARDIN PROVINCE	Doç. Dr. Cemil İNAN Halil KÖSESOY
		10	DEPREMLER KONUSUNDA TOPLUMSAL BİLİNÇLENME SAĞLANMASINDA EĞİTİM FAALİYETLERİNİN ÖNEMİ	Doç. Dr. Abdullah KARATAŞ
		11	2050 YILI HEDEFLERİNDE KENT İÇİ ULAŞIMIN ROLÜ VE ÖNEMİ	Doç. Dr. Abdullah KARATAŞ

AKDENİZ 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENİZArt 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION NOVEMBER 2 - 5, 2023 - KYRENIA Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
5 Kasım/ November 5, 2023 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator	Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors	
SALON 2	Doç. Dr. Banu ÖZBUCAK ALBAR	1	THE IMPORTANCE OF MANAGEMENT INFORMATION SYSTEMS ON SECTORS	Öğr. Gör. Dr. Ahmet TAŞ,
		2	OTEL İŞLETMELERİNİN WEB ORTAMINDA ENGELLİ BİREYLERE SUNDUĞU HİZMETLERİN İNCELENMESİ	Öğretim Görevlisi, Dilek EREN Öğretim Görevlisi, Hatice Zeynep ÖZTÜRK Prof. Dr., Ruziye COP
		3	WORKING LIFE PROBLEMS OF DIGITAL PLATFORM EMPLOYEES	Doç. Dr. Banu ÖZBUCAK ALBAR
		4	DIGITAL TRANSFORMATIONS IN CUSTOMER RELATIONS MANAGEMENT	Doç. Dr. Banu ÖZBUCAK ALBAR
		5	ETİK İKLİMİN CAM TAVAN SENDROMU ÜZERİNDEKİ ETKİSİ: BİR ALAN ARAŞTIRMASI	Prof.Dr. İsmail BAKAN Prof.Dr. Burcu ERŞAHAN Doç.Dr. Arif Selim EREN Elife Nesibe KEKEÇ
		6	SOSYAL AĞLAR ÜZERİNDEN KURULAN YÖNETİCİ VE YÖNETİLEN BAĞLANTILARININ YÖNETİLENİN KİMLİK YÖNETİMİNE OLASI ETKİLERİ	Birsel TEPEBAŞI Feyza ALTUN Dr. Öğr. Üyesi Adem YAVAŞ
		7	ETNOSENTERİZMİN TÜKETİCİ BOYKUTU ÜZERİNDEKİ ETKİSİNDE TÜKETİCİ DÜŞMANLIĞININ ARACI ROLÜ: İSRAİL MANŞEİ ÜRÜNLERE YÖNELİK KUŞAKLAR ARASI KARŞILAŞTIRMA	Doç. Dr. Emel YILDIZ Doktora Öğrencisi, Halil Hakdan ÖZ
		8	TÜRKİYE GENELİNDEKİ EN BÜYÜK BEŞ MARKET ZİNCİRİNDE İLİŞKİSEL PAZARLAMA VE KURUMSAL İMAJIN POZİTİF AĞIZDAN AĞIZA PAZARLAMA VE SADAKAT ÜZERİNDEKİ ETKİSİNDE İLİŞKİ KALİTESİNİN ARACI ETKİSİ: BAYBURT İLİ ÖRNEĞİ	Doç. Dr. Emel YILDIZ Doktora Öğrencisi, Halil Hakdan ÖZ
		9	THE EFFECTS OF DIGITAL TRANSFORMATION ON MANAGEMENT ACCOUNTING	Dr. Zeynep GİZER

AKDENİZ 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENİZArt 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION NOVEMBER 2 - 5, 2023 - KYRENIA Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 5 Kasım/ November 5, 2023 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 3	Doç. Dr. Gazanfer ANLI	1	THE EFFECT OF ATTENTION DEFİCİT AND İMPULSİVE TRAİTS ON SOCİAL ANXIETY İN ADOLESCENTS	Aybüke OZAN,
		2	EVALUATION OF POSTGRADUATE THESES ON HOPE AND OPTİMISM WRITTEN IN TURKEY	Doç. Dr. Gazanfer ANLI
		3	KİMLİK VE MESLEKİ KİMLİĞİN OLUŞUMUNDA GİYİMİN ROLÜ	Öğr. Gör. Melike CİLOŞOĞLU Prof. Dr. Nurgül KILINÇ
		4	KARAR VERME SÜRECİNDE SEZGİLERİN ÖNEMİ VE ROLÜ	Tezli Yüksek Lisans Öğrencisi İslim Deniz KARATEL
		5	ANNELERİN EBEVEYNLİK STİLLERİNİN KUŞAKLARARASI AKTARIMININ İNCELENMESİ: KİŞİLİĞİN ARACILIK ETKİSİ	Dr. Hale SAVCI Prof. Dr. Ferda AYSAN
		6	ERGENLERİN ÇOCUKLUK ÇAĞI ÖRSELENME YAŞANTILARI İLE GELECEK BEKLENTİLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ	Dr. Hale SAVCI Doç. Dr. Arzu GÜLBAHÇE

AKDENİZ 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENİZArt 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION NOVEMBER 2 - 5, 2023 - KYRENIA Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
5 Kasım/ November 5, 2023 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 4	Doç. Dr. Serdal KARA	1	DİALECT ELEMENTS İN THE NOVEL / DRAMA TENEKE	Doç. Dr. Serdal KARA
		2	A MYTHOLOGICAL PERSON IN THE DIVAN OF ŞEYHÜLİSLÂM YAHYÂ EFENDİ: CEM	Dr. Öğr. Üyesi, Abdulsamet DEMİRBAĞ
		3	TRAKHİSLİ KADINLAR 1021-1022: HERAKLES'İ KURTARMAK	Doç. Dr. Esengül AKINCI ÖZTÜRK
		4	MANTIKSAL KÖTÜLÜK PROBLEMİ: MACKIE VE FLEW BAĞLAMINDA BİR DEĞERLENDİRME	Dr. Fatma Nur AĞCA
		5	HEGEL FELSEFESİ'NDE EFENDİ-KÖLE DİYALEKTİĞİ	Seda YURTSEVEN
		6	İŞTE'NİN SÖZCÜK TÜRÜ ÜZERİNE	Doç.Dr. Burhan BARAN
		7	KUR'ÂN-I ANLAMADA TAHLİLİ TEFSİR METODUNUN İŞLEVİ: FECR SÜRESİ ÖRNEĞİ	Yüksek Lisans Öğrencisi, Ahmet BÜLBÜL
		8	İSLAM TEFEKKÜRÜNDE ELEŞTİREL DÜŞÜNME VAR MI? GAZÂLİ ÖRNEĞİ	Arş. Gör. Sinem ÖNDEŞ

AKDENİZ 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENİZArt 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION NOVEMBER 2 - 5, 2023 - KYRENIA Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
5 Kasım/ November 5, 2023 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 5	Dr. Öğr. Üyesi İbrahim YILDIRIMÇAKAR	1	DÜNYA EKONOMİSİNDE MERKANTİLİZMİN AYAK SESLERİ	Dr. Öğr. Üyesi İbrahim YILDIRIMÇAKAR Prof. Dr. Zafer KANBEROĞLU
		2	AVRUPA BİRLİĞİ ÜLKELERİ İLE TÜRKİYE ARASINDAKİ ULUSLARARASI TİCARET ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME	Yüksek Lisans Öğrencisi, Yasin KARA Yüksek Lisans Öğrencisi, Ece KORKMAZ
		3	Çelik Sektörünün İhracatı Üzerine Bir Değerlendirme	Yüksek Lisans Öğrencisi, Ece KORKMAZ Yüksek Lisans Öğrencisi, Yasin KARA
		4	PUBLIC DEBT and ECONOMIC GROWTH: EVIDENCE from JAPAN	Özgür Özaydın Can Apaydın
		5	THE RELATIONSHIP between TOTAL DEBT SERVICE and INCOME: An ARDL APPROACH for the CASE of BRAZIL	Özgür Özaydın Can Apaydın
		6	BANKACILIK SEKTÖRÜNÜN MAKROEKONOMİK GÖSTERGELER İLE İLİŞKİSİ: TÜRKİYE ÜZERİNE EKONOMETRİK BİR UYGULAMA	Dr. Cemalettin LEVENT Doç. Dr. Fatma Fehime AYDIN

AKDENİZ 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENİZArt 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION NOVEMBER 2 - 5, 2023 - KYRENIA Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
5 Kasım/ November 5, 2023 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator	Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors	
SALON 6	Assist. Prof., Mahmut BİNGÖL	1	INVESTIGATION OF THE EFFECT OF THE USE OF DIFFERENT RESINS IN SMC COMPOSITES ON MECHANICAL PROPERTIES	Assist. Prof., Mahmut BİNGÖL
		2	A MINI-REVIEW ON APPLICATIONS OF COMPOSITE MATERIALS FOR BRAIDING TECHNOLOGIES	Ph.D. Candidate, Ömer Fırat TURŞUCULAR Ph.D. Candidate, Elif Dicle TURŞUCULAR
		3	SPİN-ON TİP FİLTRELERDE İÇ ELEMANDA METAL KAPAK YERİNE EKO TİP ERİTME KAPAK KULLANIMININ ARAŞTIRILMASI	Hasan CANIMOĞLU Eylül Büşra TAPANYİĞİT Mehmet ÖZDEMİR
		4	SERT ELOKSAL KAPLAMA UYGULAMASININ A356-T6 ALAŞIMININ KOROZYON DİRENCİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ	Arge Mühendisi, Burçak Kardelen KÖROĞLU Arge Teknikeri, Caner KALENDER
		5	LASTİK YANAK KALINLIĞININ JANTIN DAYANIMI ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN İNCELENMESİ	Arge Kıdemli Uzmanı, Meriç Işık Arge ve Çözüm Merkezi Kıdemli Müdürü, Ömer Burak Çe Arge Teknikeri, Caner KALENDER
		6	Extraction of Low Sulfur Diesel-Like Fuel from Waste Engine oil by Pyrolytic Distillation and Sulfurization Process of this fuel	Abdulkerim YILDIZ Doç. Dr. Selman AYDIN
		7	Experimental Analysis of Combustion Characteristics of Low Sulfur Diesel-Like Fuel from Waste Engine Oils and Waste Tire Oils at Idle Operation Condition of a CI Engine	Abdulkerim YILDIZ Doç. Dr. Selman AYDIN

AKDENİZ 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENİZArt 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION NOVEMBER 2 - 5, 2023 - KYRENIA Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 5 Kasım/ November 5, 2023 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator	Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors	
SALON 7	Doç.Dr. Serhat ÇELİKTEN	1	ATIK BAZALT TOZU, BAZALT LİFİ VE BAZALT KUMU İLE ÜRETİLEN GEOPOLİMER HARÇLARIN DAYANIM GELİŞİMLERİNİN ARAŞTIRILMASI	Doç.Dr. Serhat ÇELİKTEN Berfun ÇAVUŞOĞLU
		2	ATIK BAZALT TOZU ESASLI GEOPOLİMERLERİN ORTAM KÜRÜ KOŞULLARINDAKİ DAYANIM GELİŞİMİNE YÜKSEK FIRIN CÜRUFU ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI	Doç.Dr. Serhat ÇELİKTEN
		3	KENT, KENTLEŞME VE KENTLİLEŞME ÜZERİNE KAVRAMSAL İNCELEME	Yüksek Şehir ve Bölge Plancısı Hüsne TEMUR Doç. Dr. Seçil Gül MEYDAN YILDIZ
		4	KENTSEL DÖNÜŞÜMÜN ÇERÇEVESİ: KENTSEL DÖNÜŞÜM NEDİR NE DEĞİLDİR?	Doç. Dr. Seçil Gül MEYDAN YILDIZ Yüksek Şehir ve Bölge Plancısı Hüsne TEMUR
		5	RESEARCH OF WOMEN'S ATTITUDE TOWARD THE USE OF BICYCLES	Dr. Öğr. Üyesi, Ayşe ÜNAL İsmail ÖNER
		6	OFİS FONKSİYONLU YÜKSEK BİNALARDA TERAS BAHÇELERİNİN SÜRDÜRELEBİLİR MEKÂN YAKLAŞIMLARI: AMERİKA ÖRNEKLERİ	Dr. Öğr. Üyesi Emre ÇUBUKÇU
			OFİS FONKSİYONLU YÜKSEK BİNALARDA TERAS BAHÇELERİNİN SÜRDÜRELEBİLİR MEKÂN YAKLAŞIMLARI: UZAKDOĞU ÖRNEKLERİ	Dr. Öğr. Üyesi Emre ÇUBUKÇU
			SEDDÜLBAHİR CASTLE OPEN-AIR MUSEUM EXAMPLE IN THE CONTEXT OF CULTURAL LANDSCAPE	Arş. Gör. Dr. Necla Ece ÖNCÜL Arş. Gör. Tuğçenur METİN PARLAK
			EXAMINATION OF ÇANAKKALE KİLİTBAHİR CASTLE MUSEUM IN THE CONTEXT OF SUSTAINABLE LANDSCAPE DESIGN PRINCIPLES IN HISTORICAL AREAS	Arş. Gör. Dr. Necla Ece ÖNCÜL

AKDENİZ 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENİZArt 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION NOVEMBER 2 - 5, 2023 - KYRENIA Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
5 Kasım/ November 5, 2023 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator	Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors	
HALL 8	Zhankuliyeva S. A.	1	A STUDY OF THE DAMAGES TO HISTORICAL MONUMENTS DUE TO CLIMATIC FACTORS AND AIR POLLUTION AND OFFERING SOLUTIONS	Shoureshe Kanani, Hassan Zandi
		2	THE CONCEPT OF PLACE AND SENSE OF PLACE IN ARCHITECTURAL STUDIES	Mina Najafi, Mustafa Kamal Bin Mohd Shariff
		3	TOWARDS A UTAUT-BASED MODEL FOR THE STUDY OF EGOVERNMENT CITIZEN ACCEPTANCE IN SAUDI ARABIA	Alzahrani.M.E, Goodwin.R.D
		4	FEATURES OF PARTY CONSTRUCTION IN THE COURSE OF POLITICAL MODERNIZATION OF KAZAKHSTAN	Zhankuliyeva S. A.
		5	DESIGNING A RESCUE SYSTEM FOR EARTHQUAKE-STRICKEN AREA WITH THE AIM OF FACILITATION AND ACCELERATING ACCESSIBILITIES (CASE STUDY: CITY OF TEHRAN)	Naeleh Motamedi, Masoud Mahmoudkhan Shirazi, Nima Nouraei
		6	AGED SOCIETY: A PITFALL	Siti Norfazlina Yusoff, Noorlailahusna Mohd Yusof
		7	DRIVING BEHAVIORS AT INTERSECTIONS (CASE STUDY- TEHRAN-ZONE 3-REGION 3)	A. Mansour Khaki, A. E. Forouhid, S. Hemmati, M. Rahnamay-Naeini
		8	A QUANTITATIVE ASSESSMENT OF THE SOCIAL MARGINALIZATION IN ROMANIA	Andra Costache, Rădița Alexe
		9		
		10		

AKDENİZ 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENİZArt 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION NOVEMBER 2 - 5, 2023 - KYRENIA Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 5 Kasım/ November 5, 2023 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator	Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors	
HALL 9	Ilze Stokmane	1	DIFFERENCE IN THE COLOR PREFERENCE BY A GEOGRAPHICAL FACTOR	Kazuko Sakamoto
		2	INFLUENCE OF CITY ENVIRONMENT TO THE REGIONAL DEVELOPMENT IN BALTIC COUNTRIES	Ilze Stokmane
		3	BORIA: A CONVENTIONAL THEATRE IN MALAYSIA	Farideh Alizadeh, Mohd Effindi Samsuddin
		4	THE ROLE OF THE INDIGENOUS LANGUAGES IN POLICY PLANNING AND IMPLEMENTATION: A SOCIOLINGUISTIC APPRAISAL OF THE NATIONAL REBRANDING PROGRAMME OF NIGERIA	Anayochukwu Leonard Okoli
		5	CITIZENS' PERCEPTIONS TOWARDS E-GOVERNANCE: FIELD STUDY	Alaa-Aldin Abdul Rahim A. Al Athmay
		6	A STUDY OF PRIORITY EVALUATION AND RESOURCE ALLOCATION FOR REVITALIZATION OF CULTURAL HERITAGES IN THE URBAN DEVELOPMENT	Wann-Ming Wey, Yi- Chih Huang
		7	RESIDENTIAL SELF-SELECTION AND ITS EFFECTS ON URBAN COMMUTE TRAVELS IN IRANIAN CITIES COMPARED TO US, UK, AND GERMANY	Houshmand E. Masoumi
		8	COMPARATIVE ANALYSIS OF MEASURES TO SECURE TWO-WAY EVACUATION ROUTES FOR VULNERABLE PEOPLE DURING LARGE DISASTERS IN A HISTORIC AREA	Nobuo Mishima, Naomi Miyamoto, Yoko Taguchi
		9	THE CITIZEN PARTICIPATION IN PREVENTING ILLEGAL DRUGS PROGRAM IN BANGKOK, THAILAND	Ratthapong Bunyanuwat
		10		

AKDENİZ 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENİZArt 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION NOVEMBER 2 - 5, 2023 - KYRENIA Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 5 Kasım/ November 5, 2023 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL 10	moderätör	1	GREEN BUILDING AND ENERGY SAVING	Nahed Ayedh Al-Hajeri
		2	FEMALE EXECUTIVE CAREER SUCCESS AND SATISFACTION IN BANGKOK, THAILAND	ipon Sasithornsawapa
		3	AN APPROACH TO CONSTRUCT CRITERIA FOR EVALUATING ALTERNATIVES IN DECISION-MAKING	Niina M. Nissinen
		4	THE DOCUMENTARY ANALYSIS OF META-ANALYSIS RESEARCH IN VIOLENCE OF MEDIA	Proud Arunrangsiwed
		5	THE THOUGHT OF ISLAMIC LITERATURE IN MODERN MALAYSIAN LITERATURE	Rosni bin Samah
		6	THE ENTHRONEMENT OF TURKIC-MONGOL RULERS AND KAGAN FUNCTIONS	Zhanar Kozhabekova
		7	THE ROLE OF MIDDLE CLASS IN FORMING OF CONSUMPTION HABITS OF MARKET INSTITUTIONS AMONG KAZAKH HOUSEHOLDS IN TRANSITION PERIOD	Daurenbek Kuleimenov, Elmira Otar
		8	A WAY OF CONVERTING COLOR IMAGES TO GRAY SCALE ONES FOR THE COLOR-BLIND -APPLYING TO THE PART OF THE TOKYO SUBWAY MAP-	Katsuhiro Narikiyo, Shota Hashikawa
		9	SATISFACTION SURVEY OF A DISPLACED POPULATION AFFECTED BY A NEW PLANNED DEVELOPMENT OF NAYA RAIPUR, INDIA	Sagar Jajoo
		10		

AKDENİZ 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENİZArt 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION NOVEMBER 2 - 5, 2023 - KYRENIA Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 5 Kasım/ November 5, 2023 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator	Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors	
HALL 11	Paola Lecca	1	USE OF CURCUMIN IN RADIOCHEMOTHERAPY INDUCED ORAL MUCOSITIS PATIENTS: A CONTROL TRIAL STUDY	Shivayogi Charantimath
		2	PROTEINS LENGTH AND THEIR PHENOTYPIC POTENTIAL	Tom Snir, Eitan Rubin
		3	MODELING AND ANALYSIS OF THE EFFECTS OF NEPHROLITHIASIS IN KIDNEY USING A COMPUTATIONAL TACTILE SENSING APPROACH	Elnaz Afshari, Siamak Najarian
		4	COMPUTATIONAL IDENTIFICATION OF BACTERIAL COMMUNITIES	Eleftheria Tzamali, Panayiota Poirazi, Ioannis G. Tollis, Martin Rezczo
		5	ON THE MATHEMATICAL STRUCTURE AND ALGORITHMIC IMPLEMENTATION OF BIOCHEMICAL NETWORK MODELS	Paola Lecca
		6	BLOOD LYMPHOCYTE AND NEUTROPHIL RESPONSE OF CULTURED RAINBOW TROUT, ONCORHYNCHUS MYKISS, ADMINISTERED VARYING DOSAGES OF AN ORAL IMMUNOMODULATOR – ‘FIN-IMMUNE™’	Duane Barker, John Holliday
		7	MULTIWAVELET AND BIOLOGICAL SIGNAL PROCESSING	Morteza Moazami-Goudarzi, Ali Taheri, Mohammad Pooyan, Reza Mahboobi
		8	DETECTION AND CORRECTION OF ECTOPIC BEATS FOR HRV ANALYSIS APPLYING DISCRETE WAVELET TRANSFORMS	Desmond B. Keenan
		9	SAF: A SUBSTITUTION AND ALIGNMENT FREE SIMILARITY MEASURE FOR PROTEIN SEQUENCES	Abdellali Kelil, Shengrui Wang, Ryszard Brzezinski
		10		

AKDENİZ 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENİZArt 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION NOVEMBER 2 - 5, 2023 - KYRENIA Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 5 Kasım/ November 5, 2023 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL 12	Bhaskar Thakker	1	EFFECT OF COLD PLASMA-SURFACE MODIFICATION ON SURFACE WETTABILITY AND INITIAL CELL ATTACHMENT	Masao Yoshinari, Jianhua Wei, Kenichi Matsuzaka, Takashi Inoue
		2	SURFACE CHARGE BASED RAPID METHOD FOR DETECTION OF MICROBIAL CONTAMINATION IN DRINKING WATER AND FOOD PRODUCTS	Kandpal M. , Gundampati R. K. , Debnath M.
		3	ONE-DOF PRECISION POSITION CONTROL USING THE COMBINED PIEZO-VCM ACTUATOR	Yung-Tien Liu, Chun-Chao Wang
		4	OUTLIER PULSE DETECTION AND FEATURE EXTRACTION FOR WRIST PULSE ANALYSIS	Bhaskar Thakker, Anoop Lal Vyas
		5	VISCOELASTIC MODELING OF BRAIN MRE DATA USING FE METHOD	H. Ajabi Naeeni, M. Haghpanahi
		6	COMPUTATIONAL ANALYSIS OF THE MEMBRANETARGETING DOMAINS OF PLANT-SPECIFIC PRAF PROTEINS	Ewa Wywiał, Shaneen M. Singh
		7	A NEW RIGID FISTULECTOMY SET FOR MINIMALLY INVASIVE “CORE-OUT” EXCISION OF HIGH ANAL FISTULAS	Siamak Najarian, Meysam Esmaeili, Mohsen Towliat Kashani
		8	PRESENTING A COMBINATORIAL FEATURE TO ESTIMATE DEPTH OF ANESTHESIA	Toktam Zoughi, Reza Boostani
		9	WASP VENOM PEPTIDES MAY PLAY A ROLE IN THE PATHOGENESIS OF ACUTE DISSEMINATED ENCEPHALOMYELITIS IN HUMANS: A STRUCTURAL SIMILARITY ANALYSIS	Permphan Dharmasaroja
		10		

AKDENİZ 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENİZArt 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION NOVEMBER 2 - 5, 2023 - KYRENIA Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 5 Kasım/ November 5, 2023 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL 13	Kateřina Sekulová,	1	A HEURISTIC STATISTICAL MODEL FOR LIFETIME DISTRIBUTION ANALYSIS OF COMPLICATED SYSTEMS IN THE RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE	Mojtaba Mahdavi, Mohamad Mahdavi, Maryam Yazdani
		2	DYNAMICS IN PRODUCTION PROCESSES	Marco Kennemann, Steffen C. Eickemeyer, Peter Nyhuis
		3	THE CLASSIFICATION MODEL FOR HARD DISK DRIVE FUNCTIONAL TESTS UNDER SPARSE DATA CONDITIONS	S. Pattanapairoj, D. Chetchotsak
		4	THE LINK BETWEEN ERGONOMICS AND OCCUPATIONAL DISEASES	Kateřina Sekulová, Michal Šimon
		5	A STUDY ON A DISCRETE EVENT SIMULATION MODEL FOR AVAILABILITY ANALYSIS OF WEAPON SYSTEMS	Hye Lyeong Kim, Sang Yeong Choi
		6	RESEARCH ON THE LAYOUT OF GROUND CONTROL POINTS IN PLAIN AREA 1:10000 DLG PRODUCTION USING POS TECHNIQUE	Dong Ming, Chen Haipeng
		7	PROJECT COMPLEXITY INDICES BASED ON TOPOLOGY FEATURES	Amer A. Boushaala
		8	PREDICTING THE LIFE CYCLE OF COMPLEX TECHNICAL SYSTEMS (CTS)	Khalil A. Yaghi, Samer Barakat
		9	APPLICATION OF MACHINE LEARNING METHODS TO ONLINE TEST ERROR DETECTION IN SEMICONDUCTOR TEST	Matthias Kirmse, Uwe Petersohn, Elief Paffrath
		10		

AKDENİZ 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENİZArt 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION NOVEMBER 2 - 5, 2023 - KYRENIA Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 5 Kasım/ November 5, 2023 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator	Bildir No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors	
HALL 14	Shailendra Kumar	1	AREAS OF LEAN MANUFACTURING FOR PRODUCTIVITY IMPROVEMENT IN A MANUFACTURING UNIT	Hudli Mohd. Rameez, K.H.Inamdar
		2	AI APPLICATIONS TO METAL STAMPING DIE DESIGN- A REVIEW	Vishal Naranje, Shailendra Kumar
		3	SPAM E-MAIL: HOW MALAYSIAN E-MAIL USERS DEAL WITH IT?	Yanti Rosmunie Bujang, Husnayati Hussin
		4	INTER-ORGANIZATIONAL KNOWLEDGE TRANSFER THROUGH MALAYSIA E-GOVERNMENT IT OUTSOURCING: A THEORETICAL REVIEW	Nor Aziati Abdul Hamid, Juhana Salim
		5	USING MULTI-OBJECTIVE PARTICLE SWARM OPTIMIZATION FOR BI-OBJECTIVE MULTI-MODE RESOURCE-CONSTRAINED PROJECT SCHEDULING PROBLEM	Fatemeh Azimi, Razeeh Sadat Aboutalebi, Amir Abbas Najafi
		6	A ROUGH-SET BASED APPROACH TO DESIGN AN EXPERT SYSTEM FOR PERSONNEL SELECTION	Ehsan Akhlaghi
		7	SCHEDULING A PROJECT TO MINIMIZE COSTS OF MATERIAL REQUIREMENTS	Amir Abbas Najafi, Nima Zoraghi, Fatemeh Azimi
		8	DIAGNOSING THE CAUSE AND ITS TIMING OF CHANGES IN MULTIVARIATE PROCESS MEAN VECTOR FROM QUALITY CONTROL CHARTS USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORK	Farzaneh Ahmadzadeh
		9	AN MCDM APPROACH TO SELECTION SCHEDULING RULE IN ROBOTIC FLEXIBLE ASSEMBLY CELLS	Khalid Abd, Kazem Abhary, Romeo Marian
		10		

AKDENİZ 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENIZArt 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION NOVEMBER 2 - 5, 2023 - KYRENIA Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456				
5 Kasım/ November 5, 2023 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator	Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors	
HALL 15	Dylan M. Copeland	1	A TWO-STAGE MULTI-AGENT SYSTEM TO PREDICT THE UNSMOOTHED MONTHLY SUNSPOT NUMBERS	Mak Kaboudan
		2	STEPSIZE CONTROL OF THE FINITE DIFFERENCE METHOD FOR SOLVING ORDINARY DIFFERENTIAL EQUATIONS	Davod Khojasteh Salkuyeh
		3	GROEBNER BASES COMPUTATION IN BOOLEAN RINGS IS P-SPACE	Quoc-Nam Tran
		4	A MULTI-PERIOD PROFIT MAXIMIZATION POLICY FOR A STOCHASTIC DEMAND INVENTORY SYSTEM WITH UPWARD SUBSTITUTION	Soma Roychowdhury
		5	OPTIMAL CONTROL OF VISCOELASTIC MELT SPINNING PROCESSES	Shyam S.N. Perera
		6	A COMPLETED ADAPTIVE DE-MIXING ALGORITHM ON STIEFEL MANIFOLD FOR ICA	Jianwei Wu
		7	BOUNDARY-ELEMENT-BASED FINITE ELEMENT METHODS FOR HELMHOLTZ AND MAXWELL EQUATIONS ON GENERAL POLYHEDRAL MESHES	Dylan M. Copeland
		8	A MULTIVARIATE MOVING AVERAGE CONTROL CHART FOR PHOTOVOLTAIC PROCESSES	Chunchom Pongchavalit
		9	FURTHER INVESTIGATIONS ON HIGHER MATHEMATICS SCORES FOR CHINESE UNIVERSITY STUDENTS	Xun Ge
		10		

AKDENİZ 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENİZArt 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION NOVEMBER 2 - 5, 2023 - KYRENIA Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 5 Kasım/ November 5, 2023 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL 16	Miloš Šeda	1	OPTIMIZING OF GAS CONSUMPTION IN GAS-BURNER SPACE HEATER	Saead Negahdari, Davood Jalali Vahid
		2	A SUPERVISORY SCHEME FOR STEP-WISE SAFE SWITCHING CONTROLLERS	Fotis N. Koumboulis, Maria P. Tzamtzi
		3	FLEXIBLE HEURISTICS FOR PROJECT SCHEDULING WITH LIMITED RESOURCES	Miloš Šeda
		4	CLASSIC AND HEURISTIC APPROACHES IN ROBOT MOTION PLANNING A CHRONOLOGICAL REVIEW	Ellips Masehian, Davoud Sedighzadeh
		5	STABILIZER FILLET WELD STRENGTH UNDER MULTIAXIAL LOADING (EFFECT OF FORCE, SIZE AND RESIDUAL STRESS)	Iman Hadipour, Javad Marzbanrad
		6	INTELLIGENT ABS FUZZY CONTROLLER FOR DIVERSE ROADSURFACES	Roozbeh Keshmiri, Alireza Mohamad Shahri
		7	A VARIABLE STRUCTURE MRAC FOR A CLASS OF MIMO SYSTEMS	Ardeshir Karami Mohammadi
		8	NEURO-HYBRID MODELS FOR AUTOMOTIVE SYSTEM IDENTIFICATION	Ventura Assuncao
		9	AN EXPERT SYSTEM FOR CAR FAILURE DIAGNOSIS	Ahmad T. Al-Taani
		10		

<p style="text-align: center;">AKDENİZ 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENİZArt 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION NOVEMBER 2 - 5, 2023 - KYRENIA Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 5 Kasım/ November 5, 2023 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)</p>				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL 17	Tadatsugu Kitamoto	1	MODELING HYBRID SYSTEMS WITH MLD APPROACH AND ANALYSIS OF THE MODEL SIZE AND COMPLEXITY	H. Mahboubi, B. Moshiri, A. Khaki Seddigh
		2	INTER-PHASE MAGNETIC COUPLING EFFECTS ON SENSORLESS SR MOTOR CONTROL	N. H. Mvungi
		3	T-DOF PI CONTROLLER DESIGN FOR A SPEED CONTROL OF INDUCTION MOTOR	Tianchai Suksri, Satean Tunyasirirut
		4	USING FUZZY CONTROLLER IN INDUCTION MOTOR SPEED CONTROL WITH CONSTANT FLUX	Hassan Baghgar Bostan Abad, Ali Yazdian Varjani, Taheri Asghar
		5	A METHOD FOR QUALITY INSPECTION OF MOTORS BY DETECTING ABNORMAL SOUND	Tadatsugu Kitamoto
		6	INFORMATION SYSTEM FOR DATA SELECTION AND NEW INFORMATION ACQUISITION FOR RECONFIGURABLE MULTIFUNCTIONAL MACHINE TOOLS	Sasho Guergov
		7	PERFORMANCE EVALUATION OF POWDER METALLURGY ELECTRODE IN ELECTRICAL DISCHARGE MACHINING OF AISI D2 STEEL USING TAGUCHI METHOD	Naveen Beri, S. Maheshwari, C. Sharma, Anil Kumar
		8	KINEMATIC MODELING AND WORKSPACE ANALYSIS OF A SPATIAL CABLE SUSPENDED ROBOT AS INCOMPLETELY RESTRAINED POSITIONING MECHANISM	Jahanbakhsh Hamed, Hassan Zohoor
		9	MODELING PARAMETRIC VIBRATION OF MULTISTAGE GEAR SYSTEMS AS A TOOL FOR DESIGN OPTIMIZATION	James Kuria, John Kihiu
		10	FREE VIBRATION ANALYSIS OF SMART FGM PLATES	F.Ebrahimi, A.Rastgo

AKDENİZ 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENİZArt 1st INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION NOVEMBER 2 - 5, 2023 - KYRENIA Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456 5 Kasım/ November 5, 2023 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL 18	Vu Ngoc Pi	1	ASYMPTOTIC STABILIZATION OF AN ACTIVE MAGNETIC BEARING SYSTEM USING LMI-BASED SLIDING MODE CONTROL	Abdul Rashid Husain, Mohamad Noh Ahmad, Abdul Halim Mohd. Yatim
		2	DESIGN OF A 5-JOINT MECHANICAL ARM WITH USER-FRIENDLY CONTROL PROGRAM	Amon Tunwannarux, Supanunt Tunwannarux
		3	OPTIMAL CALCULATION OF PARTIAL TRANSMISSION RATIOS OF FOUR-STEP HELICAL GEARBOXES FOR GETTING MINIMAL GEARBOX LENGTH	Vu Ngoc Pi
		4	FUZZY WAVELET PACKET BASED FEATURE EXTRACTION METHOD FOR MULTIFUNCTION MYOELECTRIC CONTROL	Rami N. Khushaba, Adel Al-Jumaily
		5	VIBRATION BASE IDENTIFICATION OF IMPACT FORCE USING GENETIC ALGORITHM	R. Hashemi, M.H.Kargamovin
		6	FRACTURE TOUGHNESS CHARACTERIZATION OF CARBON-EPOXY COMPOSITE USING ARCAN SPECIMEN	M. Nikbakht, N. Choupani
		7	UNIFIED FUSION APPROACH WITH APPLICATION TO SLAM	Xinde Li, Xinhan Huang, Min Wang
		8	AN EXAMPLE OF OPEN ROBOT CONTROLLER ARCHITECTURE - FOR POWER DISTRIBUTION LINE MAINTENANCE ROBOT SYSTEM -	Yingxin He, Kyouchi Tatsuno
		9	GENERALIZATION OF SGIP SURFACE TENSION FORCE MODEL IN THREE-DIMENSIONAL FLOWS AND COMPARE TO OTHER MODELS IN INTERFACIAL FLOWS	Afshin Ahmadi Nadooshan, Ebrahim Shirani
		10		

AKDENIZArt 1st International Group Exhibition

Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Eser Adı / Art Work	Artist	Tema / Theme
		1	DİNO	Gülay Beyzanur ALTUNBAŞ	
		2	Kemeraltı	Doç. Dr. Hilal Süreyya Yılmaz	
		3	OttomaNeon: Illuminating Heritage in Digital Fusion OsmaNeon: Dijital Füzyonda Mirası Aydınlatmak	Jörn Fröhlich	
		4	Katre	Doç. Dr. Nermin ÖZCAN ÖZER	
		5	Katreli Gölge	Doç. Dr. Nermin ÖZCAN ÖZER	
		6	Hurde Rumi	Dr. Öğr. Üyesi Hamide Nur ÖZSOY	
		7	Yalın Rumi	Dr. Öğr. Üyesi Hamide Nur ÖZSOY	
		8	biyogGRAFİ / bioGRAPHY	Doç. Dr. Haydar BALSEÇEN	
		9	Güneş/Sun	Neslihan Şahin	
		10	Köprü/Bridge	ADİL ŞAHİN	
		11	İsimsiz	Aysel Sevgi ÖZTEN	
		12	Manifesto III	Dr. Öğr. Üyesi Gökçe Coşkun	
		13	GÜLDESTE / ROSARY	Dr. Öğr. Ü. Nursen GEYİK DEĞERLİ	
		14	Kırılma	Dr. Öğr. Üyesi Bahar Yıldız	
		15	AKDENİZ / MEDITERRANEAN	Öğr. Gör. Dilek AKDEMİR	
		16	Bahar / Spring	Dr. Öğr. Ü. Cantürk ÖZ	
		17	Kestane	Dr. Öğretim Üyesi Mustafa TUNÇ	

18	Kutnu	Arş. Gör. Dr. Arzu BOR KOCAMANf
19	Yaşam Alanı II	Dr. Öğr. Üyesi Mustafa KOCALAN
20	Şiirsel Kent Yazıları	Doç. Ayşegül Türk
21	Beyaz Bisiklet	Dr. Öğretim Üyesi, Mehmet Ceyhan

Photo Gallery











<https://kktcb.org/tr/cumhurbaskani-ersin-tatar-10uluslararası-sosyal-ve-uygulamalı-bilimler-kongresine-katildi-11658?fbclid=IwAR3vJyeSFziKwckYFh2ah12hSDG69PpMS RN8rubTNW0UlwAkYPCIUuK78>

https://m.facebook.com/story.php?story_fbid=pfbid02pKv56TqRiE2ke8o8SN3ruUzXWwxVu49jLNRYU3BtSX7j7TJM7oY36e7iGELv7iApl&id=100064728576864&sfnsn=wa&mibextid=RUBZ1f

<https://fb.watch/o4VCdChCIH/?mibextid=RUBZ1f>

<https://tak.gov.ct.tr/haber-detay/tore--akdeniz-10--uluslararası-sosyal-ve-uygulamalı-bilimler-kongresi-ne-katildi>

<https://www.kibrisgenctv.com/kibris/tore-akdeniz-10uluslararası-sosyal-ve-uygulamalı-bilimler-kongresine-h122693.html>

<https://www.kibrsturk.com/haber/tore-akdeniz-10-uluslararası-sosyal-ve-uygulamalı-bilimler-kongresine-katildi-32541>

Contents

AKARSU MAHMUZ YAPILARININ YÜZEN ODUN MALZEMELERİNİN HAREKETİNE OLAN ETKİLERİNİN İNCELENMESİ.....	1
YÜZEN ODUN MALZEMELERİN KÖPRÜ AYAKLARI KESİTLERİNİN TIKANMASINA OLAN ETKİLERİ	10
URBAN TRANSFORMATION APPLICATIONS AND PROBLEMS IN TURKEY	19
CYBERLOAFING PRACTICES OF STUDENTS TAKING COMPUTER COURSES DURING COURSE HOURS: AN EXAMPLE OF VOCATIONALSCHOOL OF SOCIAL SCIENCES.....	28
DROUGHT AND EVALUATION OF DROUGHT MANAGEMENT PRACTICES IN TURKEY	35
KATI ATIK SIZINTI SUYUNDA MİKROKİRELETİCİLER	45
ARITMA ÇAMURU KULLANIMININ TOPRAK ÜZERİNE ETKİLERİ	51
INCREASING OF THE FUNCTIONALITY OF A LOW LEVEL ALPHA COUNTER DEVICE USED IN THERMOLUMINESCENCE DATING	57
AN INCREASING FREQUENCY DRIVER WITH VOLTAGE MULTIPLIER FOR AN INDUCTION LAUNCHER ..	64
INVESTIGATION OF BUBBLE BEHAVIOR IN MICROCHANNEL HEAT SINKS	73
INVESTIGATION THE EFFECT OF A DISTRIBUTOR USING A SUPERSONIC NOZZLE ON THE COOLING SYSTEM	85
SPEKSİN: OBEZİTE VE OBEZİTE İLE İLİŞKİLİ KARDİYOMETABOLİK HASTALIKLAR İÇİN YENİ BİR BİYOBELİRTEÇ	103
AFET SONRASI ORTAYA ÇIKAN İKİNCİL RİSKLER	111
NADİR HASTALIKLARA SAHİP BİREYLERİN YETİM İLAÇLARA ERİŞİMİ ve YETİM İLAÇ KAPSAMI	119
ROLES AND RESPONSIBILITIES OF THE SCHOOL NURSE IN ATTENTION DEFICIT HYPERACTIVITY DISORDER	135
NURSING STUDENTS' INTEREST IN ART AND PROSOCIAL BEHAVIORS.....	148
HASTALIKLAR İÇİN BİYOBELİRTEÇ KEŞFİNDE MULTİ OMİK YAKLAŞIMLAR	161
KANSERDE MULTİ OMİK YAKLAŞIMLAR	166
VÜCUT KOMPOZİSYONU VE İZOMETRİK KUVVET İLİŞKİSİ: SEDANTER YETİŞKİN BİREYLERE YÖNELİK BİR DEĞERLENDİRME.....	173
SEDANTER POPÜLASYONDA EKLEM HAREKET AÇIKLIĞI VE VÜCUT KOMPOZİSYONU ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ	179
DİABETES MELLİTUS, KARDİYOVASKÜLER HASTALIKLAR VE ÇİNKO	186
KURAK KOŞULLARDA YETİŞTİRİLEN MAKARNALIK BUĞDAY GENOTİPLERİNİN VERİM VE KALİTE PERFORMANSININ İNCELENMESİ.....	191
EKMEKLİK BUĞDAY GENOTİPLERİNİN VERİM VE KALİTE PERFORMANSININ FARKLI ANALİZ YÖNTEMLERİNE GÖRE İNCELENMESİ	201
YETİŞTİRİCİLİĞİ YAPILAN NOHUT BİTKİSİNİN ÜRETİM DEĞERLERİNİN ZAMAN SERİSİ İLE ANALİZİ	210
MERCİMEK ÇEŞİTLERİNDE BAZI VERİM ÖĞELERİ ARASINDAKİ İLİŞKİLERİN KORELASYON VE PATH ANALİZİ İLE BELİRLENMESİ	218
KURT ÜZÜMÜ İLE ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ KİTOSAN KAPLAMANIN ANTİMİKROBİYAL ETKİSİ	231
DENİZ SALYANGOZUNUN (<i>Rapana venosa</i> , Valenciennes, 1846) BESİN BİLEŞİMİ ve İŞLEME TEKNİKLERİ	237

MURAT NEHRİ'NDE (MUŞ - TÜRKİYE) YAŞAYAN GÜMÜŞ BALIĞININ (<i>ALBURNUS SELLAL</i>) BOY-AĞIRLIK İLİŞKİSİ ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA.....	245
MERSİN KÖRFEZİ'NDEN YAŞAYAN TİRSİ BALIĞININ (<i>ALOSA FALLAX</i>) BOY-AĞIRLIK İLİŞKİSİ ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA	250
İSKENDERUN KÖRFEZİ'NDE YAŞAYAN KURDELE BALIĞININ (<i>CEPOLA MACROPHTALMA</i>) OTOLİT BİYOMETRİSİ	255
MURAT NEHRİ'NDEN (MUŞ - TÜRKİYE) YAKALANAN GÜMÜŞ BALIĞININ (<i>ALBURNUS SELLAL</i>) OTOLİT BİYOMETRİSİ ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA	261
BALIKLARIN SPERMİNDEKİ YAĞ ASİDİ PROFİLİ.....	267
SALMONİD BALIKLARIN YUMURTASINDAKİ YAĞ ASİDİ PROFİLİ	274
FARKLI TUZ SEVİYELERİNİN <i>IN VITRO</i> KOŞULLARDA HAVUÇ (<i>Daucus carota</i> L.) BİTKİSİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ.....	280
TUZ STRESİ ALTINDA KIRMIZI BAŞ LAHANANIN (<i>Brassica oleracea var. capitata f. rubra</i>) <i>IN VITRO</i> KOŞULLARDA GELİŞİM PERFORMANSININ BELİRLENMESİ	287
SINGULAR TWO-INTERVAL STURM-LIOUVILLE PROBLEMS WITH TRANSMISSION CONDITIONS.....	293
SUFFICIENT CONDITIONS FOR UNIVALENCE OF A GENERAL DIFFERENTIAL OPERATOR.....	298
FEKETE-SZEGÖ PROBLEM FOR SUBCLASSES OF ANALYTIC FUNCTIONS INCLUDING THE COMBINATION OPERATOR	304
FORECASTING FOR GDP PER CAPITA USING MULTIPLIER PERCEPTRON AND GATED RECURRENT UNIT	318
PERFORMANCE OF PARTICLE SWARM OPTIMIZATION AND GENETIC ALGORITHM FOR TUNING OF k-NN HYPERPARAMETERS.....	328
ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNİN ENERJİ TASARRUFUYLA İLGİLİ İNTERNET KULLANIM ALIŞKANLIKLARI VE DİJİTAL AYAK İZİ FARKINDALIKLARI: NİTEL BİR ÇALIŞMA.....	339
GÜÇ SİSTEMLERİNDE YÜK TALEBİ İLE HARMONİK SEVİYESİ İLİŞKİSİNİN ANALİZİ	346
YÜKSEK GERİLİM İZOLATÖRLERİNDE YÜZEY KAÇAK AKIMLARININ KESTİRİMİ İÇİN KULLANILAN YAPAY ZEKÂ YÖNTEMLERİ.....	354
GÜNEŞ ENERJİSİNDE SPEKTRAL ETKİLER	359
ARAMİD FİBER KATKILI YAPIŞTIRICI VE YAPIŞTIRMA BAĞLANTISINDA KİMYASAL YÜZEY İŞLEMİNİN ETKİSİ.....	368
$Be_xZn_{(1-x)}O$ BİLEŞİĞİNDE OPTİK ÖZELLİKLERİN TEORİK OLARAK İNCELENMESİ	381
$Be_xZn_{(1-x)}O$ BİLEŞİĞİNDE ELEKTRONİK ÖZELLİĞİN TEORİK OLARAK İNCELENMESİ	387
POVIDON İYOT İÇERİKLİ ANTİSEPTİK SABUN EMDİRİLMİŞ EL VE CİLT TEMİZLEYİCİ ÜRÜNDE İYOT UÇUCULUĞUNUN RAF ÖMRÜNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ VE STABİLİTE PROBLEMLERİNİN ENGELLENMESİ.....	394
A MINI-REVIEW ON COMPOSITE MATERIAL APPLICATIONS OF BRAIDING TECHNOLOGIES	397
EXTRACTION OF LOW SULFUR DIESEL-LIKE FUEL FROM WASTE ENGINE OIL BY PYROLYTIC DISTILLATION AND SULFURIZATION PROCESS OF THIS FUEL	413
EXPERIMENTAL ANALYSIS OF COMBUSTION CHARACTERISTICS OF LOW SULFUR DIESEL-LIKE FUEL FROM WASTE ENGINE OILS AND WASTE TIRE OILS AT IDLE OPERATION CONDITION OF A CI ENGINE	421
ATIK BAZALT TOZU, BAZALT LİFİ VE BAZALT KUMU İLE ÜRETİLEN GEOPOLİMER HARÇLARIN DAYANIM GELİŞİMLERİNİN ARAŞTIRILMASI.....	429

ATIK BAZALT TOZU ESASLI GEOPOLİMERLERİN ORTAM KÜRÜ KOŞULLARINDAKİ DAYANIM GELİŞİMİNE YÜKSEK FIRIN CÜRUFU ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI.....	434
KENTSEL DÖNÜŞÜMÜN ÇERÇEVESİ: KENTSEL DÖNÜŞÜM NEDİR? NE DEĞİLDİR?.....	439
KENT, KENTLEŞME VE KENTLİLEŞME ÜZERİNE KAVRAMSAL İNCELEME	444
KADINLARIN BİSİKLET KULLANIMINA YÖNELİK TUTUMLARININ ARAŞTIRILMASI	450
THE ETHICAL IMPLICATIONS OF RAPID ADVANCEMENTS IN ARTIFICIAL INTELLIGENCE.....	458
CREATING IMAGE CAPTIONING WITH A DEEP LEARNING APPROACH	466
COMPARISON RESULTS FOR TWO-INTERVAL DIFFERENTIAL EQUATIONS	482
FABRICATION AND CHARACTERIZATION OF AA5083-Ni METAL-METAL COMPOSITES.....	487
AA5083-Cr COMPOSITE EXAMPLE IN TERMS OF PRODUCTION AND INVESTIGATION OF METAL-METAL COMPOSITES.....	493

AKARSU MAHMUZ YAPILARININ YÜZEN ODUN MALZEMELERİNİN HAREKETİNE OLAN ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

İsa CİCİ

İnönü Üniversitesi, - 0000-0002-5501-3509

Ö. Faruk DURSUN

İnönü Üniversitesi, - 0000-0003-3923-5205

ÖZET

Akarsu sistemleri içerisinde, suyun nitelik ve nicelik açısından korunması ve akarsu akışının doğal yatağa vereceği zararların önlenmesi veya azaltılması amaçlarıyla akarsu düzenleme yapıları yapılır. Akarsuların taşıdığı büyük odun parçalarının köprü açıklığı gibi kritik kesitlerde tıkanması taşkınlara neden olmaktadır. Büyük odun malzemelerinin köprüden önce sıkışmış olup olmamaları, köprü ayaklarına yaklaşım şekli, yaklaşım açıları köprü açıklıklarındaki tıkanma mekanizmasını önemli ölçüde etkilemektedir. Aynı zamanda köprü ayakları etrafında oyulma oluşmasını da etkilemektedir. Bu çalışmada, doğal tabanlı akarsularda yatak malzemesini yerinde tutmak, kıyı oyulmalarını önlemek, akarsuların taşıdığı katı maddeleri biriktirmek gibi amaçlarla inşa edilen mahmuz yapıların batık formda kullanılması halinde akarsu yüzeyinde taşınan odun malzemelerin hareketine olan etkileri deneysel olarak incelenmiştir. Bunun için, bir açık kanal içerisine beş ayaklı bir köprü ve onun önüne de 4 adet batık mahmuz yerleştirilerek yüzen odun malzemelerin hareketleri gözlemlenmiştir. Bu esnada köprü memba ve mansap su seviyelerindeki değişim miktarı ve köprü ayakları etrafında oluşan oyulmalar ölçülmüştür. Ayrıca 4 farklı debi için batık mahmuzların çalışma prensibi araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar göstermiştir ki batık mahmuz yapıları akım özelliklerine tesir etmekte ve yüzen cisimlerin akarsu kıyılarına doğru yönlendirilmesi sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Taşkın, Köprü kesiti tıkanması, Yüzen büyük odun malzemeleri, Batık mahmuz.

1. GİRİŞ

Taşkınlık, dünyada olduğu gibi ülkemizde de en çok can ve mal kaybına neden olan ve sıklıkla yaşanan afetlerdendir. Taşkınlık önlemek amacıyla atılacak adımlar bu nedenlerle hayati önem arz etmektedir. Ormanlık bölgelerdeki akarsuların taşıdıkları odun parçaları köprü kesitlerini tıkayarak taşkınlara sebep olabilmektedir. Akarsular ile taşınan odun parçaları ile ilgili problemler ağırlıklı olarak ormanlık-dağlık bölgelerde meydana gelse de, bu malzemeler akımla birlikte yoğun nüfuslu ova alanlarına da ulaşmakta ve taşkınlara neden olmaktadır. Miktar ve boyut bakımından büyük odunların ve hareketliliğinin analizi, nehirlerdeki odun taşınımını anlamak ve yönetmek için çok önemlidir. Nehir çalışmaları ve araştırmacılar tarafından büyük odun taşınımı ile ilgili çalışmaların sayısı giderek artmaktadır. Örneğin; nehir boyunca ağlar, ızgaralar, ayaklar ve açık kontrol barajları gibi yaygın tutma yapıları, aşırı yapısal yüklenme veya bunun sonucunda taşkın setlerini aşabilecek su seviyesi yükselmesi gibi hususlar araştırılmaktadır. Taşınan odunlar, bir selin yıkıcı gücünü önemli ölçüde artırabilir [1] ve yerleşim alanlarında ciddi sorunlara yol açabilir. Özellikle köprülerde ve savaklarda, akımla

sürüklenen ağaç dalları birikebilir ve nehir kesitini tıkayabilir [2]. Bu birikintiler, aşırı yapısal yüklemeye ve köprü temellerinde geniş oyulmalara neden olabilir. [3,4]. Ayrıca, bentlerde ve köprülerde akımla sürüklenen ağaç dalları birikintileri durgun suyun yükselmesine ve suyun taşkın kontrol kesitleri dışına taşmasına neden olabilir ve sonuç olarak yakındaki tüm altyapı ve yerleşim alanlarını tehlikeye atabilir [5]. Bir sel sırasında sürüklenen odun dalları, yaprakları, kütükleri ve anaçları içerebilir. Taşınan odunlar ayrıca antropojenik ahşaptan, örneğin kereste fabrikalarından, inşaat kerestesinden veya bir sel olayı sırasında tahrip olan köprü inşaatlarından ve nehir eğitim yapılarından müteşekkil ahşaptan da oluşabilir. Sonuç olarak, akımla sürüklenen ağaç dalları, hasar potansiyelini doğrudan etkileyen çeşitli boyut ve özellikler sergileyebilir.

Villanueva, vd (2014) nehirler tarafından taşınan büyük odunsu malzeme (BOM), kritik akış geometri konfigürasyonlarında (örneğin köprüler) kırılabilirliğini ve bu nedenle taşkınların yıkıcı gücünü önemli ölçüde artırabileceğini bildirmiştir[6]. Çalışmada, 1997'de yüksek derecede BOM taşınımı olan bir sel olayının meydana geldiği bir İspanyol dağ nehrindeki durum araştırılmıştır. Bir köprü tıkanma sürecini simüle etmek ve ahşap birikinti modellerini yeniden oluşturmak, hareket eden bireysel ahşap parçalarını modellemek ve su akışı ve aralarında ve köprü ile etkileşimi araştırılmıştır. BOM'nin taşınmasını ve hidrodinamik üzerindeki etkisini simüle etmek için iki boyutlu bir sayısal model kullanmıştır. Odun taşıma oranı için farklı senaryolar, giriş sınır koşullarının köprü tıkanması üzerindeki etkisini incelemiştir.

Shrestha, B. vd (2012), ahşap taşıyan moloz akışlarının biriktirme sürecini, sayısal simülasyonlar ve kanal deneylerini kullanarak incelemiştir. Yarık kontrollü bir barajda akımla sürüklenen ağaç dalları sıkışması nedeniyle moloz akışı yakalama oranını da araştırmışlardır[7].

De Cicco, vd (2020), köprülerde akarsu birikintisinin, köprü yapılarına ek kuvvetler uygulayacağını ve taşkınlara, yerel oyulmaya ve sonunda köprünün çökmesine neden olabileceğini ifade etmişlerdir. Ova tipi nehirlerde köprü ayağı şeklinin odun birikimi veya sayısı, olasılığı üzerindeki etkisini değerlendirmişlerdir. Sayısal modelleme ile tamamlanan iki farklı akış koşulu altında çeşitli ayak şekillerini ve ahşap taşıma mekanizmalarını test eden bir kanalda laboratuvar deneyleri yapılmıştır. Ayağın hemen yukarısındaki akış alanının tıkanma olasılığı üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymuşlardır[8].

Schalko vd (2021), yarı geçirgen sediment kapanları, büyük taşkınlar sırasında sediment tutmak ve iki bariyeri bir kılavuz kanalla birleştirerek sıradan taşkınlar sırasında sediment taşıma sürekliliğini sağlamak için tasarlamıştır. Taşkınlar sırasında, yalnızca sediment değil, aynı zamanda büyük odunların da taşınabileceğini ve bunun da eğimli çubuk ızgarayı (mekanik bariyer) tıkayabileceğini ve sediment taşınmasını engelleyebileceğini bildirmiştir[9].

Spreitzer vd (2018), büyük odunsu moloz birikimlerini ve bunların bir nehir kesitinde hidrolik akış koşulları ve kanal morfolojisi üzerindeki etkilerini araştırmak için laboratuvar için deney düzeneği tasarlamıştır. Çalışmasında belirli bir deşarj, tortu yükü ve odunsu malzemenin dağılımı için sıkışma başlatma dinamiklerini ve sıkışma karakteristik değişimini araştırmayı amaçlamışlardır[10].

Akçalı (2021), dünyada yaygınlaşmaya başlayan, ancak işletme aşamasındaki hızlı tıkanma mekanizması nedeniyle istenilen işlevi yeterince yerine getiremeyen geçirgen tersip bentlerine alternatif olarak tasarlanmış gemiburnu modelini irdelemiştir. Bu şekilde, klasik biriktirmeli

tersip bendi tipinin tasarım amacına hizmet edecek, ancak odunsu materyali de yeterince tuzaklayabilecek ve üstten aşmasını da engelleyecek bir tip tasarımı geliştirilmiş. Yapının gemiburnu şeklinde modellenmesi sayesinde bendin önüne gelen odunsu materyal, suyun hareketi ile sürekli bir devinime ve yanal deplasmana maruz kalmış ve kısa süredeki tıkanma önlenmiştir[11].

Bu çalışmada, akarsu yüzeyinde taşınan odun malzemelerin hareketine mahmuz yapıların batık olarak kullanılması halinde olan etkileri deneysel olarak incelenmiştir. Yüzen odun malzemelerin hareketleri, köprü memba ve mansap su seviyelerindeki değişim miktarı ve köprü ayakları etrafında oluşan oyulmalar gözlemlenmiştir.

2. DENEYSEL ÇALIŞMA VE BULGULAR

2.1. Deney seti

Deneysel çalışmalar, İnönü Üniversitesi İnşaat Mühendisliği bölümü Hidrolik laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Laboratuvarda 13 m uzunluğunda ve 0.6x1.2 m boyutlarındaki dikdörtgen kanal içerisine 5 ayaklı köprü modeli yerleştirilmiştir. Hareketli tabanı olacak şekilde seçilen deney setinin içerisine batık mahmuz görevi görecek elemanlar yerleştirilmiştir. Hidrolik laboratuvarında mevcut bulunan 30 ton kapasiteli alt haznedeki 22 kw gücündeki pompa yardımıyla ve PLC sistemi ile kontrolü ile istenen debi hassas bir şekilde sisteme verilebilmektedir. PLC sistemi ile frekansı ayarlanan pompadan verilen suyun debisi eş zamanlı olarak elektromanyetik debimetre ile de ölçülerek kontrol edilmektedir. Deneyler kapsamında 20, 30 40 50 L/s lik debiler test edilmiştir. Deneyler esnasında dijital derinlik ölçer ile akım ve oyulma derinlikleri, mikromuline ile akım hızları ölçülmüştür.

2.2. Bulgular

Yapılan deneysel çalışmalarda % 2 taban eğimli kanal boyunca 20, 30, 40 ve 50 L/s lik debi değerleri için ve batık mahmuz bulunması ve bulunmaması durumları için testler yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar ve yapılan gözlemler aşağıda anlatılmıştır.

Görsel 1’de deney seti ve içerisine yerleştirilmiş olan 6 açıklıklı köprü modeli görülmektedir.



Görsel 1 Deney seti genel görünüşü

Görsel 2’de köprü memba tarafına mansaba 30° açıda dönük olarak yerleştirilmiş olan 4 adet batık mahmuz görülmektedir. Bu mahmuzlardan membadaki 2 adedi akım esnasında suya batık iken diğerlerinin batık olmadığı görülmektedir. Yapılan gözlemler, ikinci sıra batık mahmuzların membasında oyulma oluşmasına bağlı olarak mahmuz tepe kotlarının su seviyesi üzerine çıktığını ve akımla taşınan odun materyalin bu kısımlara takılarak biriktiğini göstermektedir. Bu durum farklı debiler için ve odun malzemelerinin aniden veya tedrici olarak gelmesi durumlarına göre değişiklik göstermiştir.



Görsel 2 Batık mahmuzlar

Batık mahmuzların düşük debileri değerlerine ait deneylerde ilk sıra daha yüksek debi deneylerinde ise ikinci sıra mahmuzlarda odun yığılmaları görülmüştür. Odunların ilk sırada yığılması durumunda ikinci sıradaki mahmuzlarda odun yığılması olmamış ve ikinci sıra mahmuzların membasında oyulma problemi oluşmuştur.



Görsel 3 Köprü kesitinde odun birikmesi memba su seviyesinde kabarma

Görsel 3’te köprü kesitinde biriken odun malzeme görülmektedir. Biriken odun malzemelerin miktarı arttıkça bazı odun parçaları akım çizgileri doğrultusunda köprü ayağı tabanına doğru itilmekte ve üçgen kama şeklinde odun malzemesi birikintisi oluşmaktadır. Aynı zamanda membada kabaran su seviyesi dinamik basıncı artırmakta ve köprü ayağı mansabındaki oyulma çukurları da artmıştır.



Görsel 4 Mahmuz membanında ve köprü kesitinde biriken odun malzemeleri

Görsel 4’te, ilk sıra mahmuz önünde önemli ölçüde odun malzeme tuzaklandığı ve bir miktar da kenar ayak açıklığında malzeme birikimi olduğu görülmektedir. Kanal eksenine konumlandırılmış olan mahmuzlarda yakalanamayan odun parçaları köprü kenar açıklıklarına doğru yönelmiştir. Mahmuzların mansap kısımlarında da oyulma meydana gelmiş ancak burada oluşan oyulmalar köprü ayakları civarındaki kadar derin olmamıştır.

Çizelge 1. Deney sonuçları

	Debiler (L/s)	20	30	40	50
		L/s	L/s	L/s	L/s
Odun malzemelerin ani olarak gelmesi durumu	Memba su seviyesi (cm)	5.9	6.8	7.4	9.9
	Mansap su seviyesi (cm)	3.7	6.5	6.5	8.6
	Maksimum oyulma (cm)	4.7	8.2	8.1	9.3
	Batık mahmuzlarda biriken malzeme (%)	47	50	44	0
	Köprüde biriken malzeme (%)	45	23	29	58
	Köprü kesitinden geçen malzeme (%)	8	27	27	42
Odun malzemelerin tedrici olarak gelmesi durumu	Memba su seviyesi (cm)	5.2	6.6	6.9	9.3
	Mansap su seviyesi (cm)	4.3	5.4	6.4	8.7
	Maksimum oyulma (cm)	6.5	6.3	6.1	9.2
	Batık mahmuzlarda biriken malzeme (%)	39	36	35	8
	Köprüde biriken malzeme (%)	43	16	5	39
	Köprü kesitinden geçen malzeme (%)	18	48	60	53

Tedrici olarak gelen odun materyali için köprü memba ve mansap su derinlikleri ve maksimum oyulma derinlikleri debiler attıkça artmıştır. Artan debi değerleri için yaklaşık olarak köprüde biriken odun yüzdeleri de artmıştır. En yüksek debi hariç batık mahmuzda biriken odun miktarları yaklaşık olarak aynı iken 50 L/s lik debide mahmuzlara hiç odun malzemesi takılmamıştır. Yapılan gözlemlere göre, biriken odun materyalinin bazen akımla birlikte harekete geçtiği ve dolayısıyla zamana bağlı olarak sürekli biriken bir mekanizma olmadığı anlaşılmaktadır. Bu durum, malzeme birikmesine bağlı olarak akım özellikleri ve dinamik basınç değerlerinin değişmesi, biriken odun malzemelerinin akım içerisindeki türbülans ve akım yönlerinde değişime neden olması şeklinde açıklanabilir.

Odun materyalinin tedrici olarak köprüye yaklaşması durumunda ise yine artan debi değerleri için su seviyeleri ve oyuma değerleri artmıştır. Köprüde biriken malzeme yüzdeleri ile maksimum oyulma değerleri arasında bir paralellik bulunmaktadır. Bu durum literatürde verilen bilgiler ile de uyumludur. Köprü ayaklarının memba yüzünde odun materyal birikince köprünün mansabına doğru geçen helikoidal akım çizgileri daha sıkışık olmakta ve akım şiddeti artmakta, böylece oyulma çukuru derinlikleri de artmaktadır. Odun malzemesinin ani olarak bir yığın şeklinde köprüye yaklaşması taban oyulması ve malzeme birikmesi değerlerinde daha rijit değişikliklere neden olmuştur. Özellikle sıkışık odu yığını halindeki taşınım, köprü kesitini tıkama, köprü ayaklarına aşırı dinamik basınç etkimesi açılarından en olumsuz durumu oluşturmaktadır.

3. SONUÇLAR

Köprü kesitlerinin odun malzemeleri ile tıkanması ve köprü membasında batık mahmuzlar yerleştirilmesinin akım özelliklerine ve odun malzemesinin hareketini incelemeye yönelik olarak yapılan bu deneysel çalışmadan elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

- Düşük debileri değerlerine ait deneylerde batık mahmuzların ilk sıra daha yüksek debi deneylerinde ise ikinci sıra mahmuzlarda odun yığılmaları görülmüştür.
- Odunların ilk sırada yığılması durumunda ikinci sıradaki mahmuzlarda odun yığılması olmamış ve ikinci sıra mahmuzların membasında oyulma problemi oluşmuştur.
- Biriken odun malzemelerin miktarı arttıkça bazı odun parçaları akım çizgileri doğrultusunda köprü ayağı tabanına doğru itilmekte ve üçgen kama şeklinde odun malzemesi birikintisi oluşmaktadır.
- Kanal eksenine konumlandırılmış olan mahmuzlarda yakalanamayan odun parçaları köprü kenar açıklıklarına doğru yönelmiştir.
- Mahmuzların mansap kısımlarında da oyulma meydana gelmiş ancak burada oluşan oyulmalar köprü ayakları civarındaki kadar derin olmamıştır.
- Tedrici olarak gelen odun materyali için köprü memba ve mansap su derinlikleri ve maksimum oyulma derinlikleri debiler attıkça artmıştır.
- Biriken odun materyalinin bazen akımla birlikte harekete geçtiği ve dolayısıyla zamana bağlı olarak sürekli biriken bir mekanizma olmadığı anlaşılmaktadır.
- Köprüde biriken malzeme yüzdeleri ile maksimum oyulma değerleri arasında bir paralellik bulunmaktadır.
- Odun malzemesinin ani olarak bir yığın şeklinde köprüye yaklaşması taban oyulması ve malzeme birikmesi değerlerinde daha rijit değişikliklere neden olmuştur.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, İnönü Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi Araştırma Fonu (proje no: FDK-2022-3054) tarafından desteklenmiştir.

KAYNAKÇA

- 1] Federal Office for the Environment (FOEN)., “The floods of 2005 in Switzerland.” Rep. No. DIV-7529-E, Bern, Switzerland. 2008.
- 2] Diehl, T. H., “Potential drift accumulation at bridges.” Rep. No. FHWA-RD-97-028, U.S. Dept. of Transportation, Federal Highway Administration, Washington, DC. 1997.
- 3] Parola, A. C., Apeltdt, C. J., and Jempson, M. A., “Debris forces on highway bridges.” National Cooperative Highway Research Program (NCHRP) Rep. No. 445, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, DC. 2000.
- 4] Lagasse, P. F., Clopper, P. E., Zevenbergen, L. W., Spitz, W. J., and Girard, L. G., “Effects of debris on bridge scour.” National Cooperative Highway Research Program (NCHRP) Rep. No. 653, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, DC. 2010.
- 5] VAW., “Ereignisanalyse Hochwasser 2005: Teilprojekt Schwemmholz [Analysis of 2005 flood event: Subproject driftwood].” Rep. 4240, Swiss Federal Institute of Technology, Zurich, Switzerland (in German). 2008.
- 6] Ruiz-Villanueva, V., Bladé, E., Sánchez-Juny, M., Martí-Cardona, B., Díez-Herrero, A., & Bodoque, J. M., Two-dimensional numerical modeling of wood transport. *Journal of Hydroinformatics*, 16(5), 1077-1096. 2014.
- 7] Shrestha, B. B., Nakagawa, H., Kawaike, K., Baba, Y., & Zhang, H., Driftwood deposition from debris flows at slit-check dams and fans. *Natural Hazards*, 61(2), 577-602. 2012.
- 8] De Ciccio, P. N., Paris, E., Solari, L., & Ruiz-Villanueva, V., Bridge pier shape influence on wood accumulation: Outcomes from flume experiments and numerical modelling. *Journal of Flood Risk Management*, 13(2), e12599. 2020.
- 9] Schalko, I.; Ruiz-Villanueva, V.; Maager, F. and Weitbrecht, V., ‘Wood Retention at Inclined Bar Screens: Effect of Wood Characteristics on Backwater Rise and Bedload Transport’. *Water* 2021, 13, 2231. <https://doi.org/10.3390/w13162231> . 2021.
- 10] Gabriel Spreitzer, Heide Friedrich and Jon Tunnicliffe, ‘Effects of a large woody debris accumulation on channel-bed morphology during flood events’, *E3S Web of Conferences* 40, 02024, <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20184002024> . 2018
- 11] Akçalı Emre, ‘Taşkın Ve Rüşubat Kontrolünde Yeni Öneri: Gemiburnu Tip Geçirgen Bent ’. <https://doi.org/10.18400/Tekderg.880224> .2021.

YÜZEN ODUN MALZEMELERİN KÖPRÜ AYAKLARI KESİTLERİNİN TIKANMASINA OLAN ETKİLERİ

İsa CİCİ

İnönü Üniversitesi, - 0000-0002-5501-3509

Ö. Faruk DURSUN

İnönü Üniversitesi, 0000-0003-3923-5205

ÖZET

İklim değişikliği etkilerinin arttığı günümüzde ani ve şiddetli yağışların yaşanma sıklığı da artmaktadır. Buna bağlı olarak özellikle ormanlık alanlardan geçen akarsuların beraberinde taşıdığı büyük odun parçaları köprü kesitlerini tıkayarak taşkın olaylarına yol açmaktadır. Akarsuların, tabanda sürünen katı maddeler ve yüzeyde taşınan malzemeler ile sahip olduğu üç fazlı akımların karakteristik özellikleri oldukça karmaşıktır. Son yıllarda yaşanan önemli taşkın olaylarında yüzeyde taşınan odun materyaller taşkın büyük nedenleri haline gelmiştir. Bu çalışmada, yüzen odun malzemelerin köprü kesitlerini tıkanmasına ait deneysel bir araştırma yapılmıştır. Bir açık kanal içerisine yerleştirilen beş ayaklı bir köprüde yüzen odun malzemelerin birikmesi olayı gözlemlenmiştir. Bu esnada köprü memba ve mansap su seviyelerindeki değişim miktarı ve köprü ayakları etrafında oluşan oyulmalar ölçülmüştür. Ayrıca, köprüden önce kanal eksenine yerleştirilen ikili ayak sisteminin akım özelliklerine olan etkileri ve köprü kesitindeki tıkanma miktarları ve oyulma değerleri de ölçülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Taşkın, Köprü tıkanması, Yüzen odun malzemeler, Köprü ayağı etrafında oyulma

1. GİRİŞ

Kıyı ormanları, kaynak suları boyunca ve daha büyük nehirler boyunca, nehir yataklarında, taşkın yataklarında ve sık veya ara sıra su baskınları nedeniyle su altında kalan köprülerde büyür. Kıyıdaş ormanlar nehir sistemlerine büyük odun tedarikini ve nehir ile taşkın yatakları arasındaki yüzen odun döngü oranlarını düzenler [1,2,5,9,7]. Deşarj ve çökelti ile etkileşimler yoluyla, odunun toplanması, biriktirilmesi ve depolanması, nehir sistemleri içerisinde jeomorfik heterojenlik, esneklik ve doğal bir ortam oluşturur[6,7,8]. Akarsu jeomorfolojisini tanımlayan önceki çalışmalar esas olarak hidrolojinin ve sediment çalışmalarının etkilerinin anlaşılmasına odaklanmıştır. Jeomorfik süreçlerin düzenlenmesinde odunun oynadığı rolün ve nehirdeki odun alımında insan etkilerinin etkisinin anlaşılmasına daha az önem verilmiştir [9].

Nehirlerde ve taşkın yataklarında büyük miktarda odun birikmesi ve depolanması tipik olarak toplam hacim (m^3) veya birim alan veya yük başına hacim (m^3/ha) cinsinden ölçülür. Daha yüksek odun yükleri tipik olarak olgun veya verimli ormanların bulunduğu, devrilmiş odunların yavaş çürüme oranlarına sahip olduğu, orman temizleme veya hasat geçmişinin bulunmadığı ve yamaçlardan, moloz akışlarından veya sellerden sık sık odun girdisi aldığı akarsu

kesimlerinde birikmektedir [11,12]. Eğimin veya hızın azalması, taşkın zirvesinin zayıflaması ve odun kaynaklarının tükenmesi nedeniyle nehir yükleri drenaj alanıyla mansap tarafında azalma eğilimindedir [3,4]. Nehir yataklarında en yüksek odun birikimi ve sıkışma oluşumu oranları, ağaç uzunluğunun kıyı genişliğini aştığı, serbest yüzen ve engelsiz taşımayı zorlaştıran kaynak suyu veya küçük yan derelerde oluşma eğilimindedir [9,13]. Buna karşılık, kanal genişledikçe ve taşkınlar derinleştikçe akış aşağı yönde odun hareketliliği artma eğilimindedir, böylece orta nehir konumlarına veya nehir yatağına kıyasla nehir kenarları boyunca veya taşkın yataklarında nispeten daha fazla odun ve sıkışma oluşur. Odun hareketliliği, çok nehirli ve dallanan akarsu türlerinde daha fazla sayıda orman engeliyle birlikte azalma eğilimindedir ve hidrolik olarak daha düzgün ve daha derin tek kollu nehirli akışlarla karşılaştırıldığında daha büyük odun yüklerini yakalama veya biriktirme eğilimindedir [14]. Nehir sistemlerindeki odunsu döküntülerin ortak bir sorun olduğunu ve çeşitli özel durumlarda çeşitli roller oynadığını göstermiştir. Ancak nehir mühendisleri esas olarak odunsu döküntülerin nehir altyapısına ve dinamiklerine yönelik tehdidine odaklanmışlardır.

Köprü yapılarında biriken odunsu döküntüler köprü mühendisleri arasında yaygın bir endişe kaynağı olmuştur. Ağaç döküntüsü sıkışmasının oluşması, köprü açıklıklarının kapasitesini azaltır ve ekstra köprü ayağında oyulma ve iskele üzerinde artan yanal yük ile sonuçlanır. Ayrıca köprü yapılarının yetersiz performansının sıklıkla moloz birikmesinden kaynaklandığını belirtmiştir. Bu nedenle, köprü yapılarının tasarımında enkaz birikiminin dikkate alınması büyük önem taşıyor ve dikkate alınması gerekiyor. Enkaz sıkışmaları köprü arızalarına ve sel riskine üç şekilde katkıda bulunabilir. Öncelikle enkaz sıkışmasına maruz kalan köprü altyapısında ekstra yük oluşur.[15] İskelede uygulanan sürüklenme kuvveti, moloz sıkışması nedeniyle büyüklük sırasına göre artabilir. İkinci olarak, moloz sıkışmalarının neden olduğu hidrolik yük ve buna bağlı olarak molozun yukarısındaki su seviyesindeki artış, moloz sıkışmalarının varlığından kaynaklanan başka bir sorundur. Bunun nedeni hem moloz sıkışmasının pürüzlülüğü hem de ayaklar etrafında moloz sıkışmasının birikmesi nedeniyle köprü açıklıklarının azalmasıdır. Memba su seviyesi artışını akış olarak tanımlamış, bu da köprünün memba kısmında taşkın tehlikesinin artmasına neden olabilmektedir [16].

Bu çalışmada, bir açık kanal içerisine yerleştirilen bir köprüde yüzen odunların birikmesi araştırılmıştır. Çalışmada köprü öncesine iki ayaklı bir blok yerleştirilerek gelen malzemeyi tutma ve kenarlara yönlendirilmesi amaçlanmıştır. Aynı zamanda köprü ayağı etrafında oluşan oyulma derinlikleri ve köprü memba ve mansap su seviyeleri incelenmiştir.

2. DENEYSSEL ÇALIŞMALAR



Görsel 1. Deney seti

Deneyisel çalışmalar, İnönü Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Hidrolik laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Görsel 1’de deney setinin genel görüntüsü verilmiştir. 0.6x1.2 m boyutlarında ve 13 m uzunluğundaki dikdörtgen bir kanal içerisine bir köprü modeli yerleştirilmiştir. Kanalın tabanına kum yerleştirilerek hareketli tabanı olması sağlanmıştır. Köprü membasına iki ayaklı bir engelin olması ve olmaması durumları için deneyler gerçekleştirilmiştir. Hidrolik laboratuvarında mevcut bulunan PLC sistemi ile kontrol edilen hazne-pompa-kanal sistemi ile ve frekansı ayarlanan pompadan verilen suyun debisini eş zamanlı olarak kontrol edebilen elektromanyetik debimetre ile çalışmalar yürütülmüştür. Deneyler kapsamında taşkın durumunu incelemek amacıyla maksimum debi dikkate alınmıştır. Model ölçeğine göre bu debi 50 L/s olarak seçilmiştir. Deney seti içerisine yüzen odun malzemelerine model olarak çınar dallarından kesilerek elde edilen çubuklar kullanılmıştır. Doğal akarsu yataklarında taşkın anlarında yüzen odun malzemeleri bazen tedrici olarak bazen de memba kesiminde sıkışmış olarak aniden kritik kesitlere ulaşmaktadır. Bu çalışmada her iki durum dikkate alınarak deneyler gerçekleştirilmiştir. Bu çubuklar Deneyler esnasında dijital derinlik ölçer ile akım ve oyulma derinlikleri ölçülmüştür.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Yerleşim birimleri içinden geçen nehirlerde inşa edilen köprülerde, akış ile beraber gelen odun malzemesinin köprü kesitinde tıkanmasını taşkınlara sebep olmaktadır. Bunun önlenmesi için köprü öncesinde kanal ekseninde iki ayaklı bir blok yerleştirilmiştir. Bu blokların gelen malzemenin köprü kesitinden geçme-birikme durumları araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar, görseller eşliğinde aşağıda verilmiş ve yorumlanmıştır.



Görsel 2. Bloksuz köprüde ani gelen odunların birikmesi

Görsel 2’de ani gelen malzemenin köprü kesitinde birikmesi görülmektedir. Malzemenin % 60’ı köprü ayağında birikmiştir. Odunlar, genellikle köprü ortasında birikmiştir. Akış kanal yan taraflarından ve de maksimum oyulma kenarlarda oluşmuştur. Köprü tıkanmasından dolayı akış kesiti azaldığı için memba tarafında su kabarması fazla miktarda görülmüştür. Bu durum taşkınların oluşmasına sebep olabilir.



Görsel 3. Bloksuz köprüde odun birikmesi yandan bakışı

Görsel 3’de köprü kenarlar açıklıklarının boş kaldığı görülmüştür. Eğer köprü yüksekliği yeterince olmasa köprü orta kısmından su taşması oluşabilir.



Görsel 4. Bloksuz köprüde odunların tedrici gelmesi durumunda

Görsel 4’de odunların toplu şekilde ani olarak değil tedrici olarak gelmesi durumunda köprü ortasında birikme oluşmuştur. Ayrıca akış kesitinde toplu gelme şekline göre daha az tıkanma oluşmuştur. Burada memba su kabarması Görsel 2’ye göre daha az oluşmuştur. Köprü kenar ayaklarda maksimum oyulma oluşmuştur.



Görsel 5. Bloklu köprüde ani gelen odun malzemelerin blokta birikmiş hali

Görsel 5’te ani gelen odun malzemesinin bir kısmının eksendeki ayaklarda birikmiş ve bir kısmı da köprü ayaklarında birikmiştir. Ayaklar bir kısım odun tuttuğu gibi fazla malzemeyi de köprü kenarlarından dikey olarak geçmesini sağlamıştır. Bu durumda köprüde fazla miktarda odun birikmeyince akış kesitindeki daralma az oluştuğu için su kabarması fazla oluşmamıştır.



Görsel 6. Bloklu köprüde ani gelen odun malzemelerin köprü ayağında birikmesi

Görsel 6’de gelen odunların köprü orta kısmındaki ayaklarda biriktiği görülmektedir. Burada köprü kenarlarındaki ayaklar civarında maksimum oyulma oluşmuştur.



Görsel 7. Bloklü köprüde tedrici gelen odun malzemelerin blokta birikmiş hali

Görsel 7’de odunların tek tek gelmesinde eksendeki bloklarda birikme oluşmuş ve köprüde ayaklarında da az miktarda birikmiştir. Burada ani gelen odunlara göre daha fazla miktarda köprüden odun malzemesi geçmiştir.



Görsel 8. Bloklü köprüde tedrici gelen odun malzemelerin köprü ayağında birikmesi

Görsel 8’de malzeme orta kısımda birikmiştir. Kenar kısımlarda maksimum oyulma oluşmuştur. Köprüde ki akış kesiti çok daralmadığı için meydana su kabarması az miktarda meydana gelmiştir.

Çizelge 1. Deney setinden alınan ölçümler

	Aniden gelen malzeme		Tedrici gelen malzeme	
	Bloklı	Bloksuz	Bloklı	Bloksuz
Memba su seviyesi (cm)	7.2	9.5	6.1	8.2
Mansap su seviyesi (cm)	5.9	5.6	5.6	6.4
Maksimum oyulma (cm)	8.2	8.5	6.4	10.5
Blokta biriken malzeme (%)	35	-	39	-
Köprüde biriken malzeme (%)	30	86	17	60

Çizelge 1’de yapılan deneylerde alınan sonuçlar gösterilmiştir. Maksimum memba su seviyesi bloksuz aniden malzeme gelen deneyden ve minimum memba su seviyesi de tedrici malzeme gelen bloklı deneyde elde edilmiştir. Bu sonuç köprü membasında blok bulunmasının köprü memba su seviyesini azalttığını göstermektedir.

Köprü ayaklarında maksimum oyulma tedrici malzeme gelen bloksuz deneyde ve minimum oyulmada tedrici malzeme gelen bloklı deneyde oluşmuştur. Bu sonuca göre de köprü membasında blok bulunmasının oyulma derinliklerini azaltmaktadır.

Köprü ayaklarında maksimum odun birikmesi bloksuz aniden gelen malzemeli deneyde ve minimum odun birikmesi ise bloklı tedrici odun gelmesi durumunda oluşmuştur. Akımla birlikte taşınan yüzen odun malzemelerin köprü kesitinden önce tutulması veya köprü kesitinden mansaba doğru geçmesi, taşkın anında çok önem kazanmaktadır. Buna göre, köprü membasında blok bulunması köprü kesitinin tıkanmaması açısından yararlı sonuçlar ortaya çıkarmıştır.

4. SONUÇLAR

Yapılan çalışmalarda en olumsuz sonuçlar yüzen cisimlerin aniden gelmesiyle oluşmuştur ve maksimum oyulma değerleri elde edilmiştir.

Gelen malzeme aniden ve kanalın içinde dağılmasından dolayı bütün köprü ayaklarında birikme oluşmuştur.

Odun malzemelerinin tedrici olarak gelmesi durumunda ise su seviyesinde en fazla kabarma, mansapda ise minimum su seviyesi oluşmuştur.

Çalışmada en iyi sonuç ayaklı ve tedrici olarak yüzen malzemelerin gelmesi halinde oluşmuştur. Diğer çalışmalara göre oyulma değerleri daha az seviyede oluşmuştur. Memba su seviyesi de en az seviyede oluşmuştur. Gelen yüzen malzemenin çoğu köprü ayağından geçmiş veya ayaklarda yakalanmıştır.

Teşekkür

Bu çalışma, İnönü Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi Araştırma Fonu (proje no: FDK-2022-3054) tarafından desteklenmiştir.

KAYNAKÇA

- 1] Latterell, J.J., Naiman, R.J., Sources and dynamics of large logs in a temperate floodplain river. *Ecol. Appl.* 17 (4), 1127–1141, 2007.
- 2] Wohl, E., Floodplains and Wood. *Earth Sci. Rev.* 123, 194–212, 2013.
- 3] Ruiz-Villanueva, V., Wyzga, B., Hajdukiewicz, H., Stoffel, M., Exploring large wood retention and deposition in contrasting river morphologies linking numerical modeling and field observations. *Earth Surf. Process. Landf.* 41, 446–459, 2016.
- 4] Ruiz-Villanueva, H., Piegay, A.M., Gurnell, R.A., Marston, M., Stoffel, M., Recent advances quantifying the large wood dynamics in river basins: new methods and remaining challenges. *Rev. Geophys.* 54, 611–652, 2016.
- 5] Lininger, K.B., Wohl, E., Sutfin, N.A., Rose, J.R., Floodplain downed wood volumes: a comparison across three biomes. *Earth Surf. Process. Landf.* 42, 1248–1261, 2017
- 6] Solari, L., Van Oorshot, M., Belletti, B., Hendriks, D., Rinaldi, M., Vargas-Luna, A., Advances on modelling riparian vegetation-hydromorphology interactions. *River Res. Appl.* 32, 164–178, 2016.
- 7] Wohl, E., Kramer, N., Ruiz-Villanueva, V., Scott, D.N., Comti, F., Gurnell, A.M., Piegay, H., Lininger, K.B., Jaeger, K.L., Wlaters, D.M., Fausch, K.D., The natural wood regime in rivers. *Bioscience* 69 (4), 259–273, 2019.
- 8] Olson, D.H., Anderson, P.D., Frissell, C.A., Welsh Jr., H.H., Bradford, D.F., Biodiversity management approaches for stream-riparian areas: perspectives for Pacific Northwest headwater forests, microclimates, and amphibians, 2007. *For. Ecol. Manag.* 246, 81–107, 2007
- 9] Wohl, E., Bridging gaps: an overview of wood across time and space in diverse rivers. *Geomorphology* 279, 3–26, 2017
- 10] Gurnell, A.M., Piegay, H., Swanson, F.J., Gregory, S.V., Large wood and fluvial processes. *Freshw. Biol.* 47, 601–619, 2002.
- 11] Lapides, A.A., Manga, M., 2020. Large wood as a confounding factor in interpreting the width of of spring-fed streams. *Earth Surf. Dyn.* 8, 195–210, 2020.
- 12] Guiney, M.R., Lininger, K.B., 2021. Disturbance and valley confinement: controls on floodplain large wood and organic matter jam deposition in the Colorado Front Range, USA. *Earth Surf. Process. Landf.* 2022, 1–19, 2021.
- 13] Kramer, K., Wohl, E., Rules of the road: a qualitative and quantitative synthesis of large wood transport through drainage networks. *Geomorphology* 279, 74–97, 2017.
- 14] Venarsky, M.P., Walters, D.M., Hall Jr., R.O., Livers, B., Wohl, E., Shifting stream planform state decreases stream productivity yet increases riparian animal production. *Oecologia* 187, 167–180, 2018.
- 15] Panici, D., de Almeida, G.A.M., Formation, growth, and failure of debris jams at bridge piers. *Water Resour. Res.* 54 (9), 6226–6241, 2018.
- 16] Gippel, C.J., O'NEILL, I.C., FINLAYSON, B.L., Schnatz, I., Hydraulic guidelines for the re-introduction and management of large woody debris in lowland rivers. *Regul. Rivers Res. Manag.* 12 (2–3), 223–236, 1996

URBAN TRANSFORMATION APPLICATIONS AND PROBLEMS IN TURKEY

Lect. Mehmet Nuri ÖDÜK

Selcuk University, - ORCID ID:0000-0002-8799-2705

Asst.Prof.Dr. Naci BÜYÜKKARACIĞAN

Selcuk University,– ORCID ID: 0000-0002-7944-8902

ABSTRACT

Cities are undergoing transformation due to the industrialization process, migration and natural disasters. Unplanned growing urban areas are regions that are outdated or out of current planning. Urban transformation can also occur due to human and natural disasters. Urban transformation is done in two ways around the world. The first is to reduce possible damage without a natural disaster, and the second is to eliminate the destruction caused by a natural disaster. In terms of administration in Turkey, it is divided into two as central and local governments. Urban transformation processes are implemented by the central and local government. In our country, the issue of urban transformation comes to the fore because of the earthquake. It has become more visible with the disaster of the century that occurred in 11 provinces in 2023. Urban transformation projects have started to be implemented for various purposes, especially for the reduction of natural disaster risks and the transformation of slum areas. Especially the Ministry of Environment, Urbanization and Climate Change plays an important role. This is carried out by the Mass Housing Administration (TOKİ) affiliated to the ministry. In addition, metropolitan and district municipalities carry out urban transformation. Many authorities have been given to local governments on urban transformation practices. These authorities aim to eliminate natural disaster risks and unhealthy settlement areas of cities. It was created with the Urban Transformation Bill. However, there are many problems in both the design and the implementation for various reasons. In this study, the places where urban transformation needed in Turkey, the general characteristics of the legal and implementation dimensions of the urban transformation, the legal ground and the problems directed to the implementations of the urban transformation were emphasized. As a result of the research, solution suggestions were presented on the subject.

Keywords: City, Urbanization, Slum, Urban Transformation.

1. INTRODUCTION

Cities are settlements with high population density and non-agricultural activities such as trade, industry and service sectors. Urban uses are constantly changing due to the constant increase in population and migration in the world. Cultural, economic, technological, political and sociological changes play a major role in these changes. Expanding residential areas due to the increase in population has led to both the diversification of land uses in cities and the orderly settlement of the rapidly increasing population due to immigration and the formation of slum areas.

Urban transformation is a process used to improve the economic, physical, social and environmental situation of a region. The transformation in question covers elements such as infrastructure, employment and health in the selected area. Transformation does not involve

any single or individual element or person. Because instead it includes all the elements necessary for sustainable development and everyone living in this area.

The method determined to simultaneously solve the problems concentrated in urban degraded areas is called urban transformation. It can also be defined as urban transformation, arising from the need to better understand the degradation processes and agreeing on the results to be achieved with the transformation to be carried out. In other words, urban transformation is a comprehensive and integrated vision and action to ensure the continuous improvement of the social, physical, economic and environmental conditions of a region [1].

In practice, urban transformation was first carried out as the reorganization of physical space and the relevant legal regulations. However, urban transformation today includes all socio-economic, physical and environmental interventions. Especially in developed countries, urban transformation projects have developed with many positive activities such as public-private sector cooperation and public participation.

With the urbanization process, the urban population increased and cities began to expand. Since Turkey's planning approach focuses only on urban development, areas that do not need to be developed have also been opened to development and cities have begun to spread. One of the reasons for urban sprawl is that municipalities prepare urban development plans in more areas than current and future needs. The reasons behind this are that private land owners put pressure on the municipality to turn agricultural lands into urban areas and that municipalities cannot afford urban service areas due to their limited resources and obtain urban areas in this way. On the other hand, transformation studies focused on the physical environment are still being carried out in Turkey. In recent years, it has been observed that these studies have changed positively with the support of the public.

In this study, the current status of urban transformation practices in Turkey was examined in terms of legislation and engineering studies. As a result of the study, solution suggestions were tried to be developed.

2. URBAN TRANSFORMATION DEFINITION AND APPLICATIONS

Various practices are carried out on urban transformation in many countries of the world and in Turkey. Urban transformation is expressed as a comprehensive vision and action that tries to provide a permanent solution to the economic, physical, social and environmental conditions of a changing region in order to produce solutions to urban problems [2], [3].

Spatial areas of cities are formed without planning. The problem areas of cities are to be rebuilt to make them healthy and livable. Economic mobility is the creation and implementation of projects for creating or restructuring healthy living spaces. Urban transformation is the elimination of problems that disrupt the fabric of a city. In slum transformation projects, the aim should be to reconstruct illegal buildings and areas that have reached the end of their economic life within the city, in a way that fulfills all urban and social functions and eliminates all possible natural disaster risks arising from physical geographical features. Urban transformation aims to re-plan the commercial, economic, historical and cultural, housing and buildings, in short, urban land use in city settlements for different reasons. This planning should be aimed as a renewal effort, taking into account many risk factors that we define as social, economic and natural disasters. Urban transformation requires the reconstruction of existing cities, taking into account the characteristics of their location and the physical, social and economic functions of the population they host. Urban transformation affects all its features. For this reason, as in all planning studies, different disciplines such as sociologists, geographers,

economists, engineers, architects, planners and landscape architects need to work together as a team in the planning of different usage areas within the city. In order to analyze urban transformation activities well, a direct relationship must be established between the physical geographical features of cities and population development, density and distribution, and various problems. One of the most important reasons for unplanned construction in cities is the ever-increasing migration of unskilled people with low education levels from rural areas.

The functions that make up the urban texture must be designed to meet the physical change needs of constantly developing cities in urban transformation projects. Urban transformation projects should be planned according to the development axis of the cities, according to the new physical, social, economic, environmental and infrastructural needs that arise in the rapidly growing, changing and deteriorating texture of the city. It should produce economic and social development that increases living conditions and improves the quality of life in cities. Urban transformation projects should aim to bring strategies that will bring economic vitality back to areas that have become areas of physical and social collapse. Many applications have been made in the world in the past. As in these examples, there are many project implementation examples in our country. They differ in terms of their purposes, methods of implementation and therefore their results. In the process of renewing the problematic areas of the cities and bringing them into the cities as new urban areas, studies are carried out not only to transform land use but also to ensure social and cultural development. It is aimed to create new urban areas and earthquake-resistant strong structures as a result of the projects implemented in the areas of renewal and transformation. In particular, an earthquake occurred in 11 provinces on February 6, 2023. It is aimed to rebuild the earthquake and the buildings that were or will be demolished during the earthquake in Istanbul. It is aimed to solve the traffic problem of transportation systems and improve their appearance. For this purpose, the success rate of urban transformation projects will increase if partnerships are formed with the cooperation of the public, private sector, non-governmental organizations and universities and legal regulations are made to enable this.

Urban transformation is a compromise on the results to be achieved in the transformation that arises from the need to better understand urban degradation processes. In other words, it is the redevelopment and revitalization of a lost economic activity, making a dysfunctional social function functional, ensuring social integration in areas of social exclusion, and restoring this balance in areas where environmental quality or environmental balance has been lost [4].

3. URBAN TRANSFORMATION PROJECT APPLICATIONS IN THE WORLD

Many urban transformation practices have been carried out in different periods of time in countries around the world, based on different reasons. Urban transformation applications were carried out in Hiroshima Danbara City, Japan. This project was completed in 1995 on the area destroyed by the Atomic bomb dropped by the USA in 1945. In Greece, it was implemented as the Thebes Settlement Planning Participation Project. It was designed within the scope of the Trafalgar Square Urban Transformation Project, one of the important squares of England, and was implemented in one of the most lively and well-known public areas of London. Potsdam Square Urban Transformation Project was carried out in Germany. Potsdam Square Project, with the influence of the Berlin Senate, is a multi-disciplinary, large-scale urban transformation application in line with the pre-war square texture [5]. Approximately 1/3 of the population lives in the slum areas of Rio City. For this reason, the project of renovation and construction of healthier housing in Rio has been implemented. In many countries around the world (China, Brazil, Germany, Greece, France, Lebanon, United Arab Emirates, etc.), urban transformation projects are being implemented under different names and in different forms.

4. URBAN TRANSFORMATION PRACTICES IN TURKEY

The first applications of urban transformation in Turkey were urban renewal and rehabilitation practices carried out due to the repair of slums and inadequate infrastructures built in the areas around industrial zones as a result of migration to cities due to unemployment. Turkey started to migrate from villages to cities in the 1950s. These migrations and urbanization movements brought about irregular housing. This urbanization process has increased exponentially from the 1980s to the present day due to our country's tendency towards industrialization. Later, with the establishment of TOKİ in 1984, it was aimed to solve the housing problem and prevent the formation of slums by the state, but the houses built were insufficient and the subsequent urban transformation projects were unplanned and in return for flat urban transformation projects carried out by contractors. The rapid urbanization process and many needs of this population coming to the city from rural areas uncontrolledly have become unmet. As a result of rapid population growth, damaged buildings began to appear in cities. It has been observed that especially errors in land use have greatly increased illegal construction in cities and caused visual pollution. For this reason, urban transformation projects have become mandatory in our country in order to reintroduce unplanned urban land use to the city and use it more effectively. We should not forget that Turkey is an earthquake country. There have been many losses of life and property due to earthquakes in Turkey. The earthquakes that occurred in Marmara on 17 August 1999 and in 11 provinces on 6 February 2023 demonstrated this. Earthquake is a disaster that cannot be prevented. The most important and effective tool for this is urban transformation, which should be done quickly. The first step in urban transformation in Turkey, where 6.5 million risky houses will be demolished, was started in Istanbul in 2012. After the earthquake that occurred in our country in 2023, urban transformation practices started all over Turkey.

4.1. Legal Status of Urban Transformation in Turkey

The legislation regarding urban transformation in Turkey is quite broad and complex. Because knowledge on the subject is related to many laws and regulations. These; These are the Law on the Transformation of Areas at Disaster Risk, the Zoning Law, the Zoning Amnesty Law, the North Ankara Entrance Urban Transformation Project Law, the Renewal, Protection and Use of Deteriorated Historical and Cultural Immovable Assets and the Municipality Law.

The first legal regulations regarding urban transformation in Turkey began to come to the fore in the early 2000s. The concept of urban transformation first started in 2004 with the "North Ankara Entrance Urban Transformation Project Law" for a certain area. This law was issued specifically for a certain area and covers only a certain region.

Another legal regulation that gives authority to local governments regarding urban transformation and renewal is the Law No. 5366 on the Renewal, Preservation and Sustenance of Deteriorated Historical and Cultural Assets, which was accepted and entered into force on 16.06.2005. The purpose of this Law is “Metropolitan municipalities, district and first level municipalities within the borders of metropolitan municipalities, provincial, district municipalities and municipalities with a population of over 50,000, and special provincial administrations outside the jurisdiction of these municipalities; The regions registered and declared as protected areas by cultural and natural assets protection boards and the protected areas belonging to these regions are reconstructed and restored in accordance with the development of the region, and housing, trade, culture, tourism and social facilities are created in these regions, against natural disaster risks. taking precautions, renewing and protecting historical and cultural immovable assets and keeping them alive is to be used.”

The purpose of the Law No. 6306 on the Transformation of Areas Under Disaster Risk is "to establish procedures and regulations regarding improvement, liquidation and renewal in order to create healthy and safe living environments in accordance with science and art norms and standards in areas under disaster risk and on plots and lands where risky structures outside these areas are located." is to determine the principles." With the publication of this Law, the concepts of risky building, reserve building area and risky area in urban transformation practices were introduced into the literature.

According to Article 73 of the Municipality Law No. 5393, the Municipality, by the decision of the municipal council; Urban transformation in order to create residential areas, industrial areas, commercial areas, technology parks, public service areas, recreation areas and all kinds of social reinforcement areas, to rebuild and restore worn-out city parts, to protect the historical and cultural texture of the city or to take measures against earthquake risk. and implement development projects. In order for an area to be declared as an urban transformation and development area, one or more of the above-mentioned issues must be met and this area must be within the borders of the municipality or adjacent area. According to this Law, even if the district municipalities within the borders of the metropolitan municipality do not have such a preference, the metropolitan municipalities will be able to define these areas by using their own authority. In addition to granting the metropolitan municipalities the authority to determine urban transformation and development project areas, the Law also grants powers such as planning, subdivision, construction permits and building occupancy permits in these areas.

4.2. Urban Transformation Application Methods in Turkey

In Turkey, the General Directorate of Infrastructure and Urban Transformation Services plays a strategic role in urban transformation in terms of determining renewal areas, identifying risky structures, conciliation with rights holders during the transformation process, carrying out works and transactions regarding expropriation and financial support.

The most important legislative work of the General Directorate of Infrastructure and Urban Transformation Services on urban transformation is the Law No. 6306 on the Transformation of Areas Under Disaster Risk. According to this law, urban transformation applications are carried out in the following stages:

1. Determination of risky areas to be declared
2. Completion of the Application File
3. Requesting the determination of risky areas to the Provincial Directorate of Environment, Urbanization and Climate Change
4. Examination of the application
5. Submission of the risk taker proposal to the Presidency by the Ministry of Environment, Urbanization and Climate Change and Risky Area Declaration
6. Stopping construction in declared areas and evacuating existing buildings
7. Determination of the current situation
8. Identification of rights holders
9. Feasibility and Application

10. According to the results of Geological-Geotechnical or Microzonation Studies Based on the Zoning Plan

Preparation of Zoning Plans and determination and approval of building design projects

11. Conducting reconciliation negotiations with rights holders and obtaining their approval and title deed

making transfers

12. Expropriation of areas of rights holders where no agreement can be reached

13. Dismantling of existing structures

14. Preparation and approval of parcel plans

15. Continuing the resettlement process

16. Transfer of title deeds to rightful owners

According to Article 73 of the Municipality Law No. 5393, urban transformation stages are carried out through the following processes.

1. Determining the Current Situation

2. Announcement of Urban Transformation and Development Areas by the decision of the Municipal Councils

3. Spatial Design Project Planning and Modeling

4. Preparation of Plan and Project

5. Reaching a Consensus

6. Parceling, Project Works and Application

At this stage, since there were no comprehensive and functional urbanization policies, small-scale, market-oriented housing producing companies carried out housing production. After the extraordinary number of housing production, the number of houses in the urban area exceeded the number of households.

The responses given to urban transformation projects in our country have generally transformed transformation problems into the transformation of physical space. The social, economic and environmental dimensions of transformation have been ignored. However, urban transformation can be successful if it is handled with a comprehensive and integrated approach, along with the transformation of physical space, social development, economic development, protection and sustainability of environmental and natural balance. In urban transformation processes in Turkey, the Mass Housing Administration (TOKİ) steps in on behalf of the public and triggers the transformations in these areas. The institution, which undertakes the mission of a Public Economic Enterprise (SOE) for Urban Transformation Practices in the World and in Turkey, with the role given to it by the legal framework, carries out public interventions in these areas. While capital companies themselves carry out projects and implementations in empty areas of the city or large privately owned lands, it is seen that TOKİ steps into action in slum areas where projects are risky in the city.

In our country, three approaches are adopted by the private sector in regions where urban transformation is needed. Large construction companies carry out the transformation of these areas with the highest returns quickly. Secondly, small-scale companies or build-and-sales companies carry out the transformation of less profitable areas, important transportation axes or the perimeters of prestigious residential areas. Thirdly, transformation cannot be carried out in slum areas located in snowless areas of the city, on the city periphery or next to industrial areas, and the slum dwellers reject different solutions with the expectation of the return that will be generated by the reclamation development plans [6].

4.3. Urban Transformation Problems in Turkey

The rapid urbanization process in Turkey, together with the increasing population, affects housing production performance. Despite the country's limited capital accumulation and economic situation, its housing production performance has been seen to be ahead even when compared to developed countries. At this stage, since there were no comprehensive and functional urbanization policies, small-scale, market-oriented housing producing companies carried out housing production. After the extraordinary number of housing production, the number of houses in the urban area exceeded the number of households. It should not be forgotten that the uncontrolled and uncontrolled production of urban housing stock is one of the reasons why the houses of Turkish cities are sensitive and vulnerable to natural disasters.

Current urban transformation policies in Turkey are generally market-oriented and pay more attention to the economic dimension. In addition, social and community problems are ignored in urban transformation projects. However, the urbanization process has brought not only physical/environmental problems but also social problems [7].

In addition, since urban transformation works in Turkey are tried to be designed with small areas on island/parcel basis and mostly with zoning increase and the financing of contracting services by creating resources within the project, there are problems arising from traffic, lack of infrastructure and population increase in the area where the transformation is carried out.

The concept of urban transformation in Turkey has been a continuous transformation in our cities for 70 years. This transformation is carried out with the principles and methods of the fields of architecture and urbanism. This transformation is carried out under the guidance of economic, political, social, cultural and environmental dynamics. Whether the examples produced as urban transformation projects today are compatible with human needs and consistent with the identity of cities is also an issue that needs to be discussed. Urban transformation projects in our country have twofold results. The first is that urban transformation focuses on real estate. No reference was made to the social, economic and cultural structure of the society. It is perceived as the arrangement of physical space. Secondly, the spaces produced through the transformation process are foreign to the spirit and space of the city.

4.4. Urban Transformation Suggestions in Turkey

Especially in some cities that receive large amounts of immigration, there are neighborhoods where the poor and the unemployed are concentrated. For this reason, issues such as social deprivation and social exclusion, which are on the agenda of the European Union, should also be taken into consideration in Turkey. On the other hand, in the process of rebuilding slum areas in old city centers where there is socio-economic and physical degradation, Turkey should

develop policies for issues such as social tension, social exclusion and social deprivation. These policies must be linked and consistent with physical and economic issues.

In addition, in order to create an urban transformation policy on the right basis, it is important to produce new transformation models that are fair and do not increase the population burden of cities. With the resources to be produced by the public, the buildings of the individuals living in risky buildings should be transformed with their own wishes and demands, without waiting for disasters for urban transformation in cities in Turkey.

A model should be created that does not increase the population and building burden of cities in Turkey, that approaches every individual in the country equitably in the use of public resources against disasters, that urban transformation activities are continued before or after natural disasters occur, and that acts especially with individuals' own demands. First of all, at the point of urban transformation implementation, local governments should put aside political concerns and work only for the welfare and peace of the people and for people to live in a healthy environment. In addition, urban transformation in Turkey

Although it is an urban need that concerns urban transformation, the central government has much more authority than local governments regarding urban transformation. Legal regulations must be made to solve this.

Urban transformation applications are mostly unplanned and single building-based flat-for-money projects, but for a sustainable urban transformation project, the transformations to be made should not only be considered in physical dimensions, but also should be entered into a planning process by associating them with their social and economic impacts and taking into account their future results. In Turkey, sustainable urban transformation projects cannot be realized because the perception of urban transformation is seen as only improving the physical conditions of physically worn-out areas. Another issue that determines the fate of urban transformation projects is the determination of the partnership model to be established in the urban transformation process and the financing method required to realize urban transformation.

5. CONCLUSION

In urban transformation projects implemented in Turkey, efforts should be made to ensure the participation of the people living here in the planning and implementation stages of the project. Local people should participate in projects during the design and implementation phase of the project, taking into account their expectations and wishes. Urban transformation practices should be carried out for the purpose of restructuring unqualified and unhealthy areas resulting from rapid urbanization. Urban transformation should aim to improve the living standards of cities. In cities, areas damaged by illegal construction or occupation of treasury lands should be reclaimed through urban transformation projects. These areas need to be determined and urban transformation projects need to be carried out according to the order of implementation. Identifying the areas in question is a time-consuming process. First of all, it is necessary to determine the location of treasury lands, determine the ownership structure and identify areas whose ground structure is not suitable for construction. When an urban transformation decision is made for an area that needs to be revitalized and improved, a process that must be handled with seriousness and sensitivity needs to be mentioned. Urban transformation is not just about renovating residences.

Urban transformation is not life forms compressed into the same type of projects in every city. Urban transformation is not the creation of dense living spaces in order to provide high returns.

At the same time, urban transformation does not mean removing people from their living spaces just because the houses will be renovated. In urban transformations, the first issue to be addressed is the economic and social problems of the people in the region. Urban transformation should not start with demolition, cleaning, projects and construction, but with programs aimed at social and economic development, and with projects that fit the common needs and characteristics of the neighborhood residents and integrate them. Not every city in our country has the same urban transformation problems. Each region has its own problems and resources that can be effective in solving these problems. It is essential to identify local constraints and resources and develop local transformation strategies and policies accordingly.

Not all cities in our country have the same urban transformation problems. Every city has its own problems, these are the geological structure of the settlements, their tectonic features, and the geomorphological features arising from their founding places. At the same time, many reasons such as buildings reaching the end of their useful life, not being able to respond to developing functional features, and the lack of accessible streets make urban transformation projects necessary in our country as well as in different parts of the world.

REFERENCES

- [1] Montgomery, M. R. The Urban Transformation Of The Developing World, Science, 319(5864), 761-764, 2008.
- [2] Thomas, S. A Glossary of Regeneration and Local Economic Development, Manchester: Local Economic Strategy Center, 2003.
- [3] A. Şisman, A., Kibaroglu, D. Dünyada ve Türkiye’ de Kentsel Dönüşüm Uygulamaları. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara, 11-15 Mayıs 2009.
- [4] Roberts, P. The Evolution, Definition and Purpose of Urban Regeneration, Urban regeneration a handbook. London: SAGE Publications, 2000.
- [5] Demirsoy, M. S. *Kentsel Dönüşüm Projelerinin Kent Kimliği Üzerindeki Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2006.
- [6] Sekmen, S. *Kentsel Dönüşüm Üzerine Bir Model Önerisi: İzmir-Ferahlı Mahallesi Örneği*, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 2007.
- [7] Çiçek, H. *Process and Participation in Legal Regulations of Urban Regeneration: The Case of Zeytinburnu-İstanbul*, Middle East Technical University Department of City and Regional Planning. The Degree of Master, 2005.

CYBERLOAFING PRACTICES OF STUDENTS TAKING COMPUTER COURSES DURING COURSE HOURS: AN EXAMPLE OF VOCATIONALSCHOOL OF SOCIAL SCIENCES

Lecturer Dr. Fatih İbrahim KURŞUNMADEN
Selçuk University, ORCID ID: 0000-0003-4045-9003

SUMMARY

Technological developments in the world have led to the emergence of many different concepts. Among the emerging concepts is the concept of cyberloafing. This concept is basically directly related to the emergence of the computer and the internet and the widespread use of them. In this context, the aim of the research is to determine which cyberloafing behavior the students use and the cyberloafing activities in the computer lesson, since their efficiency and performance in the course are important. In this research, the reasons for cyberloafing were discussed by analyzing the sample of students taking computer courses in the context of cyberloafing and demographic characteristics. It was discussed that universities contribute to the development of our country and the training of qualified students, and how universities should be more efficient and contribute to the more effective use of resources.

Keywords: Cyberloafing, cyberslacking, vocational school

1.Introduction

Nowadays, with the development of technology, smart mobile phones and tablets have entered our lives and have become computers. However, most of the work has begun to be carried out over the internet, and with the introduction of the electronic document management system, especially in the public sector, the use of computers and phones by employees has increased. In addition, various instant messaging applications have accelerated communication between employees so that information and documents can be delivered as soon as possible. This intense use of the internet has led to an increase in internet use during working hours and outside of its intended purpose. Employees' involvement in non-work activities using information technologies during working hours at the workplace is referred to as cyberloafing. There are many definitions in the literature regarding cyberloafing behaviors. Cyberloafing is when employees use the internet during working hours for their own purposes and desires, regardless of their work. These uses may cause employees to spend their working hours inefficiently. Although the negative aspects of the concept of cyberloafing were previously mentioned, it is stated in the relevant literature that the concept also has positive effects.

The aim of this study is to measure the cyberloafing behaviors of students studying at Selçuk University Vocational School of Social Sciences by determining their daily internet usage time. In the study, firstly, the concept of cyberloafing was mentioned and its dimensions and effects were mentioned. In the application part, the daily internet usage time of the students studying at Selçuk University Vocational School of Social Sciences and whether they engage in cyberloafing behavior are discussed.

2.The Concept of Cyberloafing

In today's societies where economic, social and political changes are experienced, there have also been changes and developments in information and communication technologies, and this period is called the "information age". In this era of information age, people have started to need more information. Accordingly, in addition to computers, tablets and smartphones, internet technologies have also been widely used in our country and around the world and have become a part of daily life (Panicker and Sachdev, 2014: 2348).

The concept of cyberloafing was first defined by Lim (2002) as the personal use of the internet in the workplace and the use of the company's internet network by workplace employees for their own purposes during working hours (Lim, 2002: 675). The concept of cyberloafing, whose English equivalent is "cyberloafing", means that employees use the internet at work or their personal mobile phones outside of work during working hours (Ugrin and Pearson, 2013: 813). Looking at the Turkish literature, the concept of cyberloafing includes private-purpose internet use in workplaces; It is expressed in various ways such as cyberloafing, cyber perversion, useless use of the internet, abuse of the internet, browsing the internet for entertainment purposes and unnecessary computer use (Örücü and Yıldız, 2014: 100).

In foreign literature, it is possible to come across definitions such as internet perversion, internet abuse, cyberloafing, problematic internet use, internet addiction, non-work computer use, cyberloafing, online loafing, personal web use at work, internet addiction and internet addiction disorder (Kim et al. Byrne, 2011: 2271).

The concept of cyberloafing is being researched by many different people and organizations. For this reason, cyberloafing is considered as a factor that negatively affects productivity. Özkalp, Aydın and Tekeli (2012) defined the act of idleness as a deviant behavior. According to Blanchard and Henle (2008), cyberloafing is defined as employees using the internet in the institution they work for. A similar definition was made by Prasad, Lim and Chen (2010). In this definition, it is stated that employees consciously stop working during the hours they are supposed to work and engage in internet access activities.

3. Dimensions of Cyberloafing

Blanchard and Henle (2008) divided cyberloafing behavior into two types: These have been tried to be explained below.

3.1. Significant Cyberloafing

Significant cyberloafing is described as behavior that is inappropriate to engage in in the workplace. Significant cyberloafing behavior includes entering virtual community pages on the internet, visiting web pages containing sexual content, watching videos for entertainment on the internet, reading blogs, browsing gambling and betting sites, being interested in individual websites, registering on pages with social content, visiting websites with social content, It includes virtual activities such as trying to look for or find a job, downloading music, movies, documents and videos from the internet, playing games, and visiting chat sites for entertainment purposes (Sarıca, 2020: 31). Cyberloafing has been defined as a deviant behavior due to the actions in this category.

In significant cyberloafing activities, employees state that the pages they use are very dangerous for them and that they take the legal liability and burden that this will cause. However, despite this, they cannot give up their acts of cyberloafing (Olcarcıyüz, 2018: 36).

3.2. Trivial Cyberloafing

Robinson and Benette (1995) view trivial cyberloafing as acceptable behavior if it is organizationally focused. Although personal phone calls in the workplace are not always tolerated, they are generally within the norms of acceptable behavior. Trivial cyberloafing is not deviant behavior because employees can portray it as justified behavior. As trivial cyberloafing behavior; Actions such as checking, sending and receiving e-mails, browsing sports and news pages unrelated to work, visiting sites for investment purposes such as stocks, and shopping online (Sadiç, 2019: 26).

Employees consider actions such as sending or checking personal e-mails, browsing sports or news sites, or visiting pages related to individual hobbies as normal actions and they think that they will not cause serious harm to the business. For this reason, trivial cyberloafing activities are encountered more frequently (Şeker, 2019: 12).

4. Effects of Cyberloafing Behaviors

Research conducted to date has identified a wide range of workplace deviance, from gossiping, fraud and absenteeism to serious violations such as employee theft and workplace aggression. However, cyberloafing can harm not only the business but also the individual due to its effects and consequences. Many deviant behaviors occur in cyberloafing, such as wasting time, creating gossip, giving false information about working hours, bullying and wasting organizational resources (İnce and Gül, 2011: 512).

Cyberloafing has three effects: job performance, burnout, and job liability. There are two opposing views on the consequences of cyberloafing. Those who approach cyberloafing negatively consider it as a situation that reduces individual and organizational performance and causes many losses for businesses (Greenfield and Davis, 2002; Örucü and Yıldız, 2014). The main negative effects of cyberloafing are; Loss of reputation, damage to trust in the organization, occurrence of significant legal risks at personal and organizational level, damage to personal and organizational privacy, infection of computers with viruses and spyware, encountering security problems of the information system, delay of the information system and tasks used by the organization, These include dismissals of employees, receiving disciplinary penalties, and wage losses (Çınar and Karcıoğlu, 2015: 447).

Those who view cyberloafing positively argue that such behaviors increase creativity in the business, provide learning opportunities, and enable employees to work stress-free (Lim, 2002; Blanchard and Henle, 2008: 1069). Therefore, effects such as relief from stress, boredom and burnout, job satisfaction, higher levels of creativity and subjective well-being, and having a good time generally lead to happy employees being employed in businesses. In addition, saving time, facilitating communication, having fun and being happy, and team building are among the positive effects of cyberloafing (Candan and İnce, 2016: 234).

5. Method

The aim of this study is to measure the cyberloafing behaviors of students studying at Selçuk University Vocational School of Social Sciences.

The population of the study is Selçuk University Vocational School of Social Sciences. In the research, data was collected and analyzed using the survey technique, one of the primary data collection techniques. The survey consists of two parts. While demographic information is included in the first part, questions about cyberloafing behavior are included in the second part. 303 people responded to the survey.

6.Findings

Questions	Number of Answers		Number of Answers		Number of Answers		Number of Answers		Number of Answers	
Age	211	18-20	66	21-23	8	24-26	17	27 and over		
Gender	171	Woman	123	Man						
What grade are you studying in?	233	1. Grade	69	2. Grade						
when are you going to school	168	Daytime	134	Evening						
How many hours do you use the internet uninterruptedly during the day?	29	1 hour or less	113	2-3 Hours	92	4-5 Hours	65	6 Hours or more		
I read blogs (sites where ideas are shared on the network).	11	Strongly Disagree	44	Disagree	138	Neutral	94	Agree	12	Strongly Agree
I have a personal website.	77	Strongly Disagree	125	Disagree	38	Neutral	52	Agree	9	Strongly Agree
I visit sites related to job search and job placement.	35	Strongly Disagree	65	Disagree	70	Neutral	91	Agree	38	Strongly Agree
I do general surfing on the Internet.	3	Strongly Disagree	10	Disagree	55	Neutral	171	Agree	57	Strongly Agree
I download music from the internet.	11	Strongly Disagree	28	Disagree	26	Neutral	135	Agree	97	Strongly Agree
I visit websites that have virtual auctions.	92	Strongly Disagree	115	Disagree	56	Neutral	23	Agree	14	Strongly Agree
I visit virtual betting sites.	168	Strongly Disagree	78	Disagree	26	Neutral	18	Agree	12	Strongly Agree
I participate in virtual games.	80	Strongly Disagree	76	Disagree	41	Neutral	67	Agree	36	Strongly Agree
I shop online for my personal needs.	6	Strongly Disagree	11	Disagree	41	Neutral	149	Agree	88	Strongly Agree
I send non-work related emails	101	Strongly Disagree	141	Disagree	38	Neutral	14	Agree	7	Strongly Agree
I usually look at news sites and read the news.	19	Strongly Disagree	33	Disagree	111	Neutral	106	Agree	30	Strongly Agree
I check non-work related emails	43	Strongly Disagree	96	Disagree	79	Neutral	69	Agree	14	Strongly Agree
I look at people online	64	Strongly Disagree	101	Disagree	74	Neutral	48	Agree	14	Strongly Agree
I follow websites related to stocks/stock markets and investments.	79	Strongly Disagree	90	Disagree	54	Neutral	48	Agree	29	Strongly Agree
I browse sports-related websites.	38	Strongly Disagree	51	Disagree	75	Neutral	85	Agree	49	Strongly Agree

- 70% of the participants in the survey are students between the ages of 18-20, and 58.2% of these participants are female and 42.8% are male. Again, 77.2% of the participants were first-year students, while the remaining part was second-year students.
- When students were asked about their daily internet use when participating in the survey, it was concluded that 37.4% of them used the internet for 2-3 hours, 31.1% of them used the internet for 4-5 hours, and 21.9% of them used the internet for six hours or more. When asked how much social media they use daily, it was concluded that 49% of them use social media for at least 2-3 hours a day.
- Students participating in the survey answered the question "I have a personal website"; 77% answered "Strongly Disagree", 125 people answered "I Disagree", 38 people answered "Neutral", 52 people answered "I Agree", 9 people answered "Strongly Agree".
- Students participating in the survey responded to the question "I visit sites related to job search and job placement"; 35 people answered "I Strongly Disagree", 65 people said "I Disagree", 70

people answered "Neutral", 91 people answered "I Agree", 38 people answered "I Strongly Agree".

- Students who participated in the survey said, "I generally surf the Internet." 3 people answered the question "Totally Disagree", 10 people answered "I Disagree", 55 people answered "Neutral", 171 people answered "I Agree", 57 people answered "Strongly Agree".
- Students participating in the survey said, "I download music from the internet." to the question; 11 people answered "I Strongly Disagree", 28 people said "I Disagree", 26 people said "Neutral", 135 people said "I Agree", and 97 people answered "I Strongly Agree".
- When the answers given by the students participating in the survey to the question "I shop online for my personal needs" are examined; 6 people answered "I Strongly Disagree", 11 people answered "I Disagree", 41 people answered "Neutral", 149 people answered "I Agree", and 88 people answered "I Strongly Agree".
- Students participating in the survey said, "I usually look at news sites and read the news." When their answers to the question are examined; 19 people answered "Strongly Disagree", 33 people answered "I Disagree", 111 people answered "Neutral", 106 people answered "I Agree", and 30 people answered "Strongly Agree".

7. Conclusion

According to the research, most of the participants are women and students between the ages of 18-20. Participants use the internet for approximately 2-3 hours a day, and during this time they generally surf the internet, download music and do virtual shopping. It was observed that most of the participants did not have a personal website and did not follow virtual auction and virtual betting sites. In light of all this information, it turns out that the participants generally use the internet to follow their daily routines and spend their free time.

References

- Blanchard, A. & Henle, C. (2008). Correlates of different forms of cyberloafing: The role of norms and external locus of control. *Computers in Human Behavior*, 24, 1067–1084.
- Candan, H. & İnce, M. (2016). Siber kaytarma ve örgütsel bağlılık arasındaki ilişkinin incelenmesine yönelik emniyet çalışanları üzerine bir araştırma. *Niğde Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 9(1), 229-235.
- Çınar, O. & Karcıoğlu, F. (2015). The relationship between cyber loafing and organizational citizenship behavior: A survey study in Erzurum/Turkey. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 207, 444-453.
- Greenfield, B. N. & Davis, R. A. (2002). Lost in Cyberspace: The Web @ Work. *Cyberpsychology and Behavior*, 5(4), 347-353.

- İnce, M. & Gül, H. (2011). The relation of cyber slacking behaviors with various organizational outputs: Example of Karamanoglu Mehmetbey University. *European Journal of Scientific Research*, 52(4), 507-527.
- Kim, S. J., & Byrne, S. (2011). Conceptualizing personal web usage in work contexts: a preliminary framework. *Computers in Human Behavior*, 27, 2271-2283.
- Lim, V. K. G. (2002). The IT way of loafng on the job: Cyberloafng, neutralizing and organizational justice. *Journal of Organizational Behavior*, 23, 675–694.
- Olcarcıyüz, M. (2018). İşsel Pazarlama Faaliyetleri İle Çalışanların Sanal Kaytarma Davranışları Arasındaki İlişkilerin İncelenmesi: Sağlık Sektöründe Bir Uygulama. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Samsun.
- Örücü, E., & Yıldız, H. (2014). İşyerinde kişisel internet ve teknoloji kullanımı: Sanal kaytarma. *Ege Akademik Bakış*, 14(1), 99-114.
- Özkalp, E., Aydın, U., & Tekeli, S. (2012). Sapkın örgütsel davranışlar ve çalışma yaşamında yeni bir olgu: Sanal kaytarma (cyberloafing) ve iş ilişkilerine etkileri. *Çimento İşveren Sendikası Dergisi*, 26(2), 18-33.
- Panicker, J., & Sachdev, R. (2014). Relations Among loneliness, depression, anxiety, stress and problematic internet use. *Impact Journals*, 2(9), 2347- 4580.
- Prasad, S., Lim, V. K. G., & Chen, D. J. Q. (2010). Self- regulation, individual characteristics and cyberloafing. (PACIS 2010) Proceedings, 1641- 1648.
- Robinson, S., & Bennett, R. (1995). A Typology of Deviant Workplace Behaviors: A Multidimensional Scaling Study. *The Academy of Management Journal*,, 555- 572.
- Sadıç, E. (2019). Sanal Kaytarma Ve Örgütsel Vatandaşlık Davranışı Arasındaki İlişki: Üniversite Çalışanları Üzerinde Bir Uygulama. Şeyh Edebalı Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Bilecik
- Sarıca, P. (2020). Algılanan Örgütsel Adalet ile Sanal Kaytarma Arasındaki İlişkinin Analizi: Bir Telekomünikasyon Şirketi Örneği. Bahçeşehir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul.
- Şeker, T. (2019). Çalışanlarda Tükenmişlik Ve Sanal Kaytarma Davranışları Arasındaki İlişkinin İncelenmesi: Enerji Sektöründe Bir Araştırma. Onyediy Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Balıkesir.
- Ugrin, J. C. & Pearson, J. M. (2013). The effects of sanctions and stigmas on Cyberloafing. *Computers in Human Behavior*, 29, 812-820.

DROUGHT AND EVALUATION OF DROUGHT MANAGEMENT PRACTICES IN TURKEY

Asst.Prof.Dr. Naci BÜYÜKKARACIĞAN

Selcuk University, nacibk@selcuk.edu.tr – ORCID ID: 0000-0002-7944-8902

Lect. Mehmet Nuri ÖDÜK

Selcuk University, mnuriodik@selcuk.edu.tr - ORCID ID:0000-0002-8799-2705

ABSTRACT

Drought is one of the most serious global problems among all natural disasters, with the widest impact area and the largest number of people affected. Especially with global warming due to global climate change, drought is an important disaster that develops under different meteorological and environmental conditions, which has the greatest impact on life and economy among other natural disasters. Drought disaster has negative effects on many different sectors, especially agriculture and potable water. Turkey has a very sensitive structure to drought disasters due to the characteristic features of arid and semi-arid climatic conditions. With the drought in Turkey, the existing water resources cannot meet the rapidly increasing population, industry and agriculture needs. Besides, a large part of the water is used unconsciously in agriculture with surface irrigation methods; The quality of drinking, utility and irrigation water is gradually decreasing as a result of increasing industrial and other environmental pollution. It is not possible to completely control the occurrence of drought. However, adverse effects caused by drought can be reduced with successful drought management plans and management strategies.

In this study, firstly, current literature information about drought and its effects was given. Then, the current situation of Turkey in drought management, the current institutional structure and studies were investigated. As a result, recommendations regarding current drought management plans have been developed.

Keywords: Drought, Drought Management, Global Warming

1. INTRODUCTION

Climate change is caused by changes in weather conditions that occur over a long period of time. Climatic variables such as temperature and precipitation vary greatly regionally, with the average annual surface temperature showing a slight increasing trend as a result of climate change. As a result, climate change not only increases atmospheric temperature, but also changes rainfall conditions and patterns, which may lead to an increased incidence of natural disasters such as floods and droughts [1].

One of the important negative effects caused by global climate change is drought. Drought has the greatest impact on living life and economy among other natural disasters. Drought, which is the most important disaster that develops under different meteorological and environmental conditions, develops very slowly compared to other natural disasters and its effects last for a longer time. Drought is generally defined as a natural disaster that negatively affects vital

activities due to water scarcity as a result of rainfall falling below normal recorded levels. However, due to global climate change, excessively increasing temperatures and decreasing precipitation in the world increase the continuity and possible negative effects of drought [2].

Drought is an important natural disaster that develops slowly and has very negative effects on the air, water and soil in the region it affects. In Turkey, which is located in a semi-arid climate zone, the spatial and temporal distribution of precipitation is irregular. Our current water resources cannot meet the needs of the rapidly increasing population and industry, and most of the water is used unconsciously in agricultural production through surface irrigation methods; The quality of our drinking, utility and irrigation water is gradually decreasing as a result of increasing industrial and other environmental pollution. If global climate change is added to all these negativities, it is clearly seen that the severity of drought will be felt more and more in our country day by day [3].

With the increase in drought, the management of water resources will face great problems due to the huge water scarcity. Drought is a slowly developing chronic natural disaster, and the dry periods experienced today show the extent of the danger that the world will face in the future [4].

According to studies, agricultural production will decrease due to drought and food shortages will occur. 410 million people living in the world will face a severe drought, and the habitats of 49 million people will be flooded due to the rise in sea level. Since drought is a long-term natural disaster whose effects are felt gradually over time, although Turkey has experienced droughts from time to time in the past, the effects of global climate change on drought will be felt more severely in the future. This reveals the importance of effective drought management. In this study, the situation in drought management in Turkey, the current institutional structure and studies were investigated.

2. DROUGHT

Drought is defined as "a natural event that negatively affects land, water resources, production systems and causes serious hydrological imbalances as a result of rainfall falling significantly below normal recorded levels" [5]. It usually occurs due to a decrease in the amount of precipitation in any season or period of time. In drought calculations, the long-term average of the balance between precipitation and evapotranspiration (evaporation + transpiration) in a region should be taken into account. Drought is related to time and the effects of rainfall (rainfall intensity, number). Other variables such as high temperature, strong wind and low humidity are effective in the occurrence of drought [6].

Atmospheric and topographic conditions are effective in determining dry areas. The existence of large elevation differences between places close to each other causes local differences to emerge and especially rapid changes in precipitation and temperature conditions in horizontal and vertical directions. The effect of altitude on climatic conditions is not only in terms of temperature distribution and differences, but also in terms of precipitation and humidity. Due to the influence of marine polar and continental polar air masses during the winter months, these air masses and their associated front systems ensure that the winter months are rainy. The instability of these air masses as they move north and south causes abundant precipitation. In summer, these air masses shrink in area and lose their effectiveness due to changing thermal conditions.

In addition to the natural factors that cause drought, factors originating from human activities determine the course, speed and direction of drought and exacerbate the effects of drought.

Such factors are interrelated and difficult to distinguish from each other. Human activities that contribute to climate change, current sectoral water policies, water supply and efforts to secure water consumption are among the anthropogenic factors of drought. The negative effects of drought may increase cumulatively from year to year, depending on rainfall as well as water demand and water consumption [7].

There are many reasons for the increase in the negative effects of drought in our country, which has a semi-arid climate. The most important of these are that the places that receive rainfall and the places that need water are very different and far away from each other and that climate change negatively affects water resources. In addition, the quality of drinking, domestic and irrigation water may decrease as a result of increasing industrial and other environmental pollution, and water basins may be exposed to different negative effects caused by humans. Drought impacts Economic, Environmental; Socially they can be divided into three groups [8].

2.1. Economic Effects

- Loss of product
- Insect infestation
- Plant diseases
- Poor product quality
- Loss in livestock
- Decreased productivity of pastures
- Inability to provide water and food for animals
- Losses in forest products
- Forest fires
- Tree diseases
- Insect infestation
- Decreased productivity of forest areas
- Loss in aquatic products
- Loss in national growth, delay in economic development
- Decrease in food production, decrease in food stocks
- Difficulty in finding financial resources, credit risk
- Expensiveness in developing new and additional water resources
- Losses in farmers' income
- Losses in tourism
- Decrease in energy production

- Losses in industries directly dependent on agricultural production
- Unemployment due to decrease in production
- Losses in governments' tax revenues

2.2. Environmental Impacts

- Water and wind erosion of soil
- Damage to plant areas
- Deterioration of water quality
- Deterioration in animal quality
- Shrinking of animals' natural habitats
- Rainfall regime change

2.3. Social Impacts

- Social unrest
- Increase in migration events
- Increase in poverty
- Food shortage

Drought is divided into four different classes: meteorological, agricultural, hydrological and socioeconomic. Meteorological drought is defined as a decrease in the amount of precipitation compared to the average of a certain period or a deviation from the norms for a certain period of time (usually at least 30 years). Agricultural drought occurs when there is a lack of soil moisture required for the growth of an existing crop at a particular time. Agricultural drought usually occurs after meteorological drought and before hydrological drought. In order to understand agricultural drought, the decrease in soil moisture should be determined according to the soil water balance model. Decreases in the hydrological system such as resource levels, surface flow, groundwater and soil moisture due to long-term lack of precipitation represent hydrological drought. There is a delay between the decrease in precipitation and the decrease in rivers, lakes, reservoirs and groundwater, but this is not the first indicator that a drought has begun. Even if no change is observed in meteorological drought frequency, changing land use can be one of the important human impacts that lead to water deficiency [9]. Socio-economic drought; It is expressed as the relationship between meteorological, hydrological and agricultural drought and the supply and demand of some economic goods. Socio-economic drought depends on supply-demand, time and space relations and differs from other types of drought.

3. DROUGHT MANAGEMENT

Drought management is necessary to minimize drought impacts. Drought management; It can be classified in various groups such as risk management, management of losses, controlling drought disaster, aid distribution, natural resource management, financial planning, mitigating the impact of drought disaster, and business management planning. The purpose of the drought management plan is to develop drought and risk management strategies to help ensure more

successful management during periods of long-term drought and climate change. There are two main approaches to drought management. The first of these is the crisis (reactive) management approach, which includes studies carried out after the drought phenomenon occurs. The second is risk (proactive) management, which is a process that develops slowly and without being felt, and includes activities implemented before the drought occurs [10].

There are three phases in drought management: before drought, during drought and after drought.

3.1. Pre-Drought Studies

a. Determining basic needs for institutional and technical capacity in order to ensure drought management,

b. Determination of drought index and indicators to be used in determining drought severity, taking into account the characteristics of the river basin and land use,

c. Establishing drought forecasting and early warning systems,

d. Preparation or development of drought maps and drought management plans for each basin, preparation and development of legal legislation regulating the structuring of drought management at the basin scale,

e. Creating and developing an inventory of droughts experienced,

f. Considering the effects of drought in the preparation or development of physical plans that envisage various land uses within the river basin,

g. Developing measures to minimize the negative impact of possible drought events on the sectors,

h. Development of agricultural product yield insurance system,

I. Training of relevant personnel and the public involved in every stage of drought management, informing and ensuring participation,

j. Conducting training activities for the economical use of water,

k. Preparation of emergency action plans by institutions and organizations to be implemented during drought,

l. Considering the droughts experienced in the basin during the preparation of inter-basin water transfer projects,

m. Establishing hydrological monitoring stations, forecasting and monitoring systems,

n. Encouraging and disseminating rainwater harvesting and gray water use,

he. Switching to modern irrigation systems that save water in agricultural irrigation systems,

p. Opening a sufficient number of observation wells to monitor groundwater levels in basins,

q. Encouraging plant species that consume less water,

- r. Ensuring the selection of plant patterns suitable for the basin,
- s. Increasing the number of treatment facilities, ensuring their efficient operation and recycling of wastewater,
- t. Expanding the use of wastewater treated by conventional methods for irrigation purposes by passing it through advanced treatment systems and modernizing treatment facilities,
- u. Carrying out the work included in the Agricultural Drought Combat Strategy and Action Plan,
- v. Preventing or reducing, if possible, losses and leakages in water transmission and distribution systems,
- w. Ensuring the supply of quality and sufficient drinking water,
- x. Conducting studies on the current status of water supply and storage facilities for use in dry periods,
- y. Carrying out studies to improve medium and long-term forecasting capacity,
- z. Increasing the number of animal drinking water ponds is the discipline of the conditions regarding agricultural irrigation subscriptions.

3.2. Studies During Drought

- a. Forecasting the course of drought and issuing warnings,
- b. Implementation of Drought Emergency Action Plans prepared by institutions and organizations,
- c. Implementation of operation plans of water supply and storage facilities prepared in accordance with the drought situation,
- d. Training, informing and ensuring the participation of relevant personnel and the public at every stage of drought management,
- e. Health and assistance services,
- f. Compensating the losses of farmers affected by drought,
- g. Planning appropriate crop patterns for dry periods,
- h. Limiting the production of second and third products,
- I. Revising water pricing policies,
- j. Taking necessary precautions against forest fires that may occur due to drought,
- k. Carrying out the work included in the Agricultural Drought Combat Strategy and Action Plan.

3.3. Studies After Drought

- a. Determining the damage of drought on sectors,
- b. Providing necessary support to sectors affected by drought, taking into account the extent of the effects,
- c. Training, informing and ensuring the participation of relevant personnel and the public at every stage of drought management,
- d. Preparation of post-drought recovery plans that concern all institutions, organizations and sectors in order to improve the serious and devastating damages that may occur after drought,
- e. Review of water supply and storage systems,
- f. Carrying out the work included in the Agricultural Drought Combat Strategy and Action Plan.

Crisis Reactive Management is a management style that prioritizes efforts to mitigate damage by taking action when a crisis occurs. When drought begins, new investments such as dams, ponds and canals are included in the program. The aim here is to increase the amount of water to be stored in surface water resources. In addition, opening new wells to benefit from groundwater is also a necessary precaution. As it is known, underground and surface water resources in basins are limited and it is not possible to use all available water resources. If the limit is reached in the use of basin water resources, then inter-basin water transfer can be made. Another method of increasing water supply by creating new resources in addition to existing resources is to obtain fresh water by purifying sea water and other saline marginal waters. Both inter-basin water transfer and purifying salt water to provide fresh water are methods that require careful cost-benefit analyses, are very expensive and create significant environmental problems. Another method used in crisis management is to increase the precipitation from rain clouds through cloud seeding. Another method that has been used for centuries in the arid regions of the world to increase the amount of drinking and irrigation water is the water harvesting method.

The management that primarily includes the preparation of long-term drought preparedness policies and action plans, the establishment of drought monitoring centers and networks, demand management and the implementation of methods that will ensure the effective and rational use of water is called Risk Proactive Management. Drought management plan is an applied managerial plan designed to keep the negative effects and water shortages to a minimum when faced with possible drought risks and to solve the drought problem as soon as possible. The plan in question highlights mitigation and preparedness, improves coordination between institutions and organizations, and provides early warning and integrated monitoring.

On the other hand, drought combat plans set objective standards to determine whether drought conditions have occurred, how long the drought lasts, and what measures should be taken at which stages. These plans generally consist of three stages such as Drought Surveillance, Drought Warning and Drought Alert [11]. The most important measures that can be taken in case of water scarcity resulting from climate change and drought are methods aimed at the effective and rational use of water resources and grouped under the title of demand management. Integrated water resources-basin-management; They are rational and sustainable planning and decision-making processes that consider ecological balances as well as urban, industrial and agricultural use. By increasing efficiency through more effective use of water through the application of optimum irrigation programs, water usage can be reduced without

causing any significant change in human life. Modernization of Water Distribution Systems and Effective Water Use in Agriculture, Use of Marginal Quality Water, Adaptation Strategies.

4. DROUGHT MANAGEMENT IN TURKEY

Drought effects have a slow and long-lasting character, often progressing slowly. This character requires that the necessary precautions against drought be taken before the drought occurs and that the drought should be of a nature that will eliminate the risk of long-lasting drought in the long term. People should be aware of the natural events that occur in the environment they live in, know them in detail down to their causes, and not be affected by them in case of a recurrence of these events. All of the work that allows people to be affected to a minimum extent is called "Disaster Management". Modern disaster management, in its concept, "Risk management" includes studies aimed at pre-disaster protection such as reducing losses and damages, preparation, forecasting and early warning, and understanding disasters; Post-disaster studies such as impact analysis, intervention, recovery and reconstruction are considered "Crisis Management" [12].

The geography in which Turkey is located has been frequently exposed to the effects of drought throughout history. It is estimated that the great drought in 1876 caused the death of approximately 200,000 citizens by causing famines and diseases. During the Republic period, widespread droughts were observed in 1928, 1961-1962, 1972-1974, 1989-1990, 1993, 1999-2000, 2004-2005, 2007-2008, 2013-2014 and 2019-2020. It has been observed that the frequency of drought events has increased in recent years due to the effects of global climate change. It is thought that the frequency and severity of drought events will increase in the future as a result of global climate change [13].

In Turkey, there are decision-making institutions that work directly on drought and many institutions and organizations that indirectly contribute and support the issue, and the responsibilities of these institutions regarding disaster management are to work both before and after the disaster. There are committees established at national, basin and provincial levels regarding drought management.

4.1. Coordination at National Level

National organizations related to disaster management that are responsible for reducing or preventing the effects of drought and water scarcity are: Water Management Coordination Board, Basin Management Board Central Board, Agricultural Drought Management Coordination Board and Disaster and Emergency Services Coordination Boards. The Water Management Coordination Board determines the necessary measures to protect water resources within the framework of holistic basin management approach, ensures inter-sectoral coordination, cooperation and acceleration of water investments for an effective water management, develops strategies, plans and policies for the realization of the targets included in national and international documents, basin It was established to evaluate the implementation of the issues that must be fulfilled by public institutions and organizations in their plans and to ensure high level coordination and cooperation. The Basin Management Central Board was established for the preparation, implementation and monitoring of basin-scale management plans, to ensure inter-institutional coordination and to follow up the practices. Agricultural Drought Management Coordination Board was established to prepare the action plan to combat agricultural drought, to have it prepared and to ensure its implementation.

4.2. Coordination at Basin Level

Basin Management Committee The Basin Management Committee is a committee formed separately for each basin in order to carry out studies on the monitoring and evaluation of the implementation of basin-scale management plans at the basin scale.

4.3. Provincial Level Coordination

Local organizations organized at the provincial level regarding disaster management that are responsible for reducing or preventing the effects of drought and water scarcity are: Provincial Water Management Coordination Board, Agricultural Drought Provincial Crisis Centers and Provincial Disaster and Emergency Directorates.

5. RESULTS AND DISCUSSION

Türkiye has arid and semi-arid climate conditions in the Mediterranean climate zone. The most important characteristic feature of regions with these climatic conditions is that they are sensitive to drought disasters. In our country, where water-oriented activities continue intensively, the effects of drought can spread to wide areas. Drought can affect different sectors, especially the agricultural sector, which has the highest water need. Long-term drought disasters can disrupt the hydrological balance in the soil, resulting in long-term environmental, economic and social impacts.

Since drought occurs as a result of natural processes, it is not possible to prevent it. Although drought cannot be prevented, possible losses can be reduced with correct drought management approaches. In this context, modernization of irrigation systems, purification and use of wastewater, reducing loss and leakage rates, afforestation around dams to reduce evaporation, construction of underground or aboveground storage facilities, expansion of the monitoring and measurement network for accurate determination of the amount of water, rainwater and gray water harvesting, etc. By taking measures such as dissemination of adaptation activities, water efficiency and protection of water resources, effective water pricing policies and public education; It will be ensured that the negative effects of possible future droughts on the basins will be reduced and possible drought-related losses will be minimized.

Especially with the increasing effect of drought in recent years, it is necessary to use, or manage, existing water resources in the most efficient way within the economic, environmental and social benefits. With good reservoir management under drought, drought damages can be significantly reduced. In addition, taking drought precautions quickly within the framework of the action plan for the use of geographic information systems, directing regions that are highly affected by drought to different agricultural activities, and involving academic fields with the GIS database to be created will help the process progress quickly and effectively. In addition, it should be expected that new irrigation infrastructure investments will increase rapidly, and new investments will be made in low and high pressure piped water distribution networks, where water is distributed more effectively and losses are minimized. Existing open channel irrigation should be rehabilitated.

In addition to the use of piped water distribution systems, automation in irrigation should be implemented by popularizing water-saving drip and sprinkler irrigation systems. In addition, researching agricultural products that require less water will also save water.

It should not be forgotten that it is not possible to control the occurrence of drought. However, the impacts resulting from drought can be reduced through drought management plans and appropriate pre-determined monitoring and management strategies. . The most effective and

only action that can be taken against disasters today and in the future is to conduct research, develop various plans and put them into practice in order to get rid of the effects of these disasters or to minimize their effects on society.

REFERENCES

- [1] Kim, S., Parhi, P., Jun, H., & Lee, J. Evaluation of Drought Severity With A Bayesian Network Analysis Of Multiple Drought İndices, *Journal of Water Resources Planning and Management*, 144(1), 2018.
- [2] Akbaş, A. Türkiye Üzerindeki Önemli Kurak Yıllar, *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 12 (2), 101-118, 2014.
- [3] Kadıoğlu, M. Afet Yönetimi Beklenilmeyeni Beklemek En Kötüsü Yönetmek, *Marmara Belediyeler Birliği*, İstanbul, 2011.
- [4] Mengü, G. P., Süer, A. N. A. Ç. and ÖzçakaL, E. Kuraklık yönetim stratejileri, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 48(2), 175-181, 2011.
- [5] UNCCD. Birleşmiş Milletler Çölleşme ile Mücadele Sözleşmesi, New York, 1994.
- [6] Kapluhan, E. Türkiye’de Kuraklık ve Kuraklığın Tarıma Etkisi, *Marmara Coğrafya Dergisi*, Vol. 27, pp. 487-510, 2013.
- [7] WWF. Kuraklık Değerlendirme Raporu, World Wild Foundation, 2008.
- [8] Bacanlı, Ü. G., and Pilgir, M. Kuraklık Altında Hazne Yönetimi, II. Su Yapıları Sempozyumu – Diyarbakır, 16-18 Eylül 2011.
- [9] EUWI, JOINT MEDITERRANEAN. Mediterranean Water Scarcity and Drought Report, EU Water Initiative, 2007.
- [10] Anaç, S. İklim Değişimi ve Kuraklık Yönetiminde İnovatif Yaklaşımlar, 2007- 2011 A New Era and New Horizons, İstanbul Forum Enst. İstanbul, 2008.
- [11] Kadıoğlu, M. Modern, Bütünleşik Afet Yönetiminin Temel İlkeleri, *Afet Zararlarını Azaltmanın Temel İlkeleri*, 2008.
- [12] İpek, Ş. Türkiye’de Kuraklığa Karşı Alınacak Tedbirlerin Kuraklık Planlaması Kavramı Açısından Değerlendirilmesi, *TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi*, 2008.
- [13] SYGM, Kuraklık Yönetimi, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü Taskın ve Kuraklık Yönetimi Daire Başkanlığı, Ankara, 2022.

KATI ATIK SIZINTI SUYUNDA MİKROKİRLETİCİLER

Dr. Öğr. Ü. Arzu ULVİ

Necmettin Erbakan Üniversitesi, - 0000-0001-7303-1869

Prof. Dr. Senar AYDIN

Necmettin Erbakan Üniversitesi, - 0000-0002-0960-480X

Prof. Dr. Mehmet Emin AYDIN

Necmettin Erbakan Üniversitesi, - 0000-0001-6665-198X

ÖZET

Sanayileşme, nüfus artışı ve gelişen teknoloji ile birlikte çok miktarda ve çeşitte atık oluşmaya başlamıştır. Dünya genelinde, kentsel katı atıkların bertarafı için uygulanan en yaygın yöntem düzenli depolamadır. Düzenli depolama sahalarında temel endişelerden biri su ortamları için kirletici kaynağı olarak görülen sızıntı sularıdır. Düzenli depolama alanlarında fiziksel, kimyasal ve biyolojik faaliyetler ve yağmur suları depolama sahası sızıntı sularının oluşmasına sebep olur. Depolama sahasının yaşı, depolanan atık türü ve yoğunluğu, yağış ve sıcaklık gibi ortam şartları oluşan sızıntı suyunun özelliklerini etkilemektedir. Bu sebeple sızıntı suyu karakterizasyonları oldukça değişkendir. Birçok kirleticiyi içeren depolama sahası sızıntı sularında son yıllarda, toksik, kansorejen ve mutajenik olan polisiklik aromatik hidrokarbonlar, ftalatlar, farmasötikler, kişisel bakım ürünleri gibi mikrokirleticiler de tespit edilmeye başlanmıştır. Çok düşük konsantrasyonlarda bulunmalarına rağmen biyoakümülyasyon göstermeleri, toksik ve kalıcı olmalarından dolayı mikrokirleticiler ekosistem ve insan sağlığını olumsuz etkilerler. Düzenli depolama sahalarından toplanan sızıntı suları genellikle arıtılarak kanalizasyon sistemine veya alıcı ortama deşarj edilmektedir. Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik kapsamında ülkemizde de atık kompozisyonuna bağılı olarak sızıntı suyunda ölçülecek parametreler belirlenmektedir. Mikrokirleticiler açısından sızıntı sularının değerlendirilmesi ve takibinin yapılması gerekmektedir. Bu çalışmada, sızıntı suyu, karakterizasyonu, sızıntı suyunda mikrokirleticilerin varlığı, akıbeti ve olası çevresel etkileri değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Katı atık, sızıntı suyu, mikrokirletici.

1. GİRİŞ

Artan nüfus, sürekli büyüyen endüstriyel üretim ve ticaret atık oluşumunun da hızlanmasına sebep olmuştur. 1990'lı yıllarda atık oluşumu kişi başına gelişmiş ülkeler de 300-800 kg/yıl arasında, diğer ülkeler 200 kg/yıl civarında değişmekteydi. 2025 yılında ise dünya çapında atık oluşumun 2.2 milyar tona ulaşması beklenmektedir [1]. Ekonomik olarak avantajlı olmasından ve uygulanabilirliğinin kolay olmasından dolayı katı atıkların bertarafında düzenli depolama dünya da yaygın olan bir uygulamadır. Depolama, yakma, kompostlaştırma gibi yöntemlerin karşılaştırıldığı çalışmalarda düzenli depolamanın katı atıkların bertarafı için en ucuz yöntem olduğu belirlenmiştir [2]. Günümüzde halen bazı geri kalmış ülkelerde görülen vahşi depolamada ise katı atıklar hiçbir önlem

alınmadan depolama alanlarına rastgele dökülmektedirler. Bu yöntem başta su kirliliği olmak üzere, toprak kirliliği, görüntü kirliliği gibi birçok çevresel problemin ortaya çıkmasına sebep olmaktadır [3]. İnsan, çevre, ekosistem sağlığı ve gıda güvenliği için temiz su kaynaklarının korunması ve varlığı oldukça önemlidir [4]. Özellikle yeraltı suyunun kirlenmesine sebep olan vahşi depolama tavsiye edilmeyen bir yöntemdir.

Depolama sahası sızıntı suyu, katı atık depolama sahalarında oluşmaktadır ve depolama sahalarındaki en önemli sorunlardan bir tanesidir. Sızıntı suyu depolama sahalarından yağışların sızması ve atıkların bozunması ile oluşur. Yağışlar ve mevsimsel değişimler ile sızıntı suyu oluşumu arasında doğrudan bir ilişki bulunmaktadır. Ayrıca atıkların nem içeriği de sızıntı suyu oluşumunu önemli ölçüde etkilemektedir [5]. Sızıntı sularının genellikle deşarjından önce arıtılması gerekir ve atıksu arıtma tesislerine gönderilirler. Ancak atıksu arıtma tesislerinden gelen katı atıklarda sıklıkla depolama sahalarında bertaraf edildikleri için bu durum sürekli bir etkileşim oluşmasına neden olur [6].

Depolama sahalarının yaşı 10 yıldan büyükse eski, 5-10 yıl arasında ise orta, 5 yıldan küçükse genç depolama alanları olarak sınıflandırılabilir. Genç depolama sahalarında oluşan sızıntı sularında düşük molekül ağırlıklı organik bileşikler yüksek konsantrasyonda bulunmaktadır. Bu sızıntı sularının pH değerleri düşüktür ve biyobozunurluk indeksleri yüksektir. Çeşitli plastikleştiriciler ve endokrin bozucu kimyasalları içerebilirler [7]. Ayrıca asetojenik ve metanojenik sızıntı suyu olmak üzere depolama sahası sızıntı suları ikiye ayrılır. Kimyasal oksijen ihtiyacı, biyolojik oksijen ihtiyacı, toplam katı madde, askıda katı madde, uçucu katı madde parametreleri asetojenik sızıntı suyunda metanojenik sızıntı suyuna göre oldukça yüksektir [5].

Sızıntı suyu, depolama sahasındaki atıklara, kimyasal ve biyolojik süreçlere bağlı olarak çok sayıda kirleniciyi içerebilir. Sızıntı suyunun içerdiği kirleniciler dört grupta toplanabilir. Bunlar; organik karbon ve yağ asitlerini içeren çözünmüş organik madde, klorür, amonyum, fosfat ve nitrat gibi inorganik kirleniciler, bakır, çinko, kurşun, civa gibi ağır metaller, benzenler, fenoller, ftalatlar gibi ksenobiyotik organik kirlenicilerdir [8]. Bunlar arasında mikrokirleniciler de yer almaktadır ve bazı mikrokirleniciler eser seviyelerde bulunmasına rağmen toksik, kanserojenik ve mutajenik etki gösterebilirler [9].

2. SIZINTI SUYUNDA MİKROKİRLİTİCİLERİN VARLIĞI VE OLASI ETKİLERİ

Sızıntı suyu konvansiyonel kirlenicilere ek olarak mikrokirlenicileri de içerebilen karmaşık bir yapıya sahiptir. Depolama sahası sızıntı suları ftalik asit esterler (PAE'ler), poliklorlu bifeniller (PCB'ler), polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAH'lar), farmasötikler ve kişisel bakım ürünleri (PPCP'ler), pestisitler, polifloroalkil maddeler (PFAS), temizlik deterjanları, mikroplastikler, steroidler gibi çeşitli mikrokirlenicileri içerebilmektedirler [7]. Mikrokirleniciler canlıların vücutlarında birikim gösterebilirler, zamanla kronik etkileri ortaya çıkabilmektedir. Ekosistem ve insan sağlığı üzerindeki bireysel ve sinerjik etkileri tam olarak bilinmemektedir. Ancak çoğu çalışmada canlılar için toksik oldukları tespit edilmiştir. Çevresel ortamlara özellikle su kaynaklarına kentsel deşarjlar ile ulaşabilmektedirler.

Çizelge 1'de farklı ülkelerde yapılan çalışmalarda sızıntı sularında tespit edilen bazı mikrokirleniciler verilmiştir. Çizelge incelendiğinde farklı mikrokirlenicilerin sızıntı sularında ng/L-mg/L konsantrasyonlarında bulunduğu görülmektedir.

Çizelge 1. Farklı ülkelerde sızıntı sularında tespit edilen mikrokirleticiler

Ülke	Kirletici	Konsantrasyon	Kaynak
Sırbistan ve Bosna-Hersek	Bisphenol A	0.70–2.72 mg/L	[10]
Kenya	Naphthalene	0.06 µg/L	[11]
İsveç	PFAS	2400 ± 400 ng/L	[12]
İran	PAE	3.27 mg/L	[13]
ABD	PFAS	0.11 kg/yıl	[14]
Umman	PCB	500–1400 µg/L	[15]
Çin	OCP	0.03–0.20 µg/L	[16]
Hindistan	Diklofenac	898 µg/L	[17]
Çin	Mikroplastik	235.4 partikül/L	[18]
Polonya	DEP	<dl-14.5 ng/L	[19]
Çin	PBDEs	4.0-351.2 ng/L	[20]
Kanada	PBDEs	0.03-1020 ng/L	[21]
Çin	PBDEs	0.085-0.336 ng/L	[22]

Kullanılmayan veya son tüketim tarihi geçmiş farmasötiklerden dolayı düzenli depolama sahaları sızıntı sularında farmasötikler tespit edilmektedirler. Sızıntı sularından farmasötiklerin sürekli salınması çevreyi önemli ölçüde kirletir ayrıca bu kirleticiler atıldıktan sonra da aktiftirler ve ekotoksikolojik riskler oluştururlar. Farklı çalışmalarda depolama sahalarının yakınında bulunan su kaynaklarında farmasötikler tespit edilmiştir [23]. Polibromlu difenil eterler (PBDE'ler), plastikler, tekstil ürünleri, elektrikli aletler, mobilyalar, inşaat malzemeleri, halılar, araçlar ve oyuncaklar gibi birçok üründe yaygın olarak kullanılan alev geciktirici özellikte bir katkı maddesidir. Ürünlere bir katkı maddesi olarak katılan PBDE'lerde depolama sahalarında ürünlerden kolayca ayrılır ve salınır. Sızıntı suyunda, deponi sahasının çevresindeki atmosferde, bitki örtüsünde yakınlarda yaşayan çocukların kanlarında yüksek miktarlarda PBDE tespit edilmiştir. Toksikolojik çalışmalar PBDE'lerin endokrin bozucu, kanserojen ve mutajenik özellikte olduğunu bildirmiştir [20]. PAH'lar ve PCB'ler de çevresel ortamlarda yaygın olarak bulunurlar. Bu bileşikler biyolojik bozunmaya karşı dirençlidirler, biyoakümülyasyon gösterirler ve kanserojen özellikleri vardır. Bazı PAH bileşiklerinin genotoksitesisi ve mutajenitesi doğrulandığı için ABD Çevre Koruma Ajansı tarafından öncelikli kirleticiler olarak sınıflandırılmaktadırlar. Katı atık depolama sahalarının yakınında bulunan alanlardan alınan toprak örneklerinde PAH ve PCB bileşikler tespit edilmiştir [24]. Pestisitlerden kaynaklanan çevre kirliliği ve buna bağlı sağlık riskleri dünya çapında bir endişe kaynağı haline gelmiştir. Dünyada kullanılan pestisitlerin çoğu kanserojendir ve çevrede birikim gösterirler. Dünyada 1954 yılında 154 ton olan pestisit kullanımının 3,5 milyon tona çıkacağı tahmin edilmektedir. Pestisit tüketiminin %45'i Avrupa, %24'ü ise ABD gerçekleşmektedir. Tarım alanı, daha fazla miktarda pestisit kullanılan bir sektördür. Tarımsal amaçlarla kullanılan pestisitler meyve ve sebzeleri kirletmektedir. Bu kirlenmiş sebze ve meyveler diğer katı atıklar ile birlikte atılması, pestisit içeren sızıntı suyu oluşmasına sebep olmaktadır [25].

Ftalatlar birçok kozmetik ve kişisel bakım ürünüde yaygın olarak kullanılan lipofilik bileşiklerdir. Tırnak boyaları, şampuan, deodorantlar, saç jelleri, vücut yıkama ürünlerinde yer alırlar. Esnekliği arttırmak için plastiklere de eklenirler. Endüstride kağıt, kaplama, boya ve yapıştırıcılarda da kullanılmaktadırlar. Katı atık deponi sahalarında bulunabilir ve çevre için risk oluşturabilirler [7].

Antropojenik faaliyet ve uygun olmayan atık yönetimi sebebiyle çevreye önemli miktarda mikroplastik girişi olmaktadır. Çok sayıda plastik atık deponi sahalarında depolanmaktadır ve önemli bir mikroplastik kaynağı haline gelmektedir. Depolama sahalarındaki plastik atıklar zorlu çevre şartları, değişen biyokimyasal şartlar sebebiyle mikroplastiklere dönüşmektedirler. Mikroplastikler son yıllarda önemli çevresel kirleticiler olarak değerlendirilmeye başlanmıştır ve diğer mikrokirleticiler ile de ilişki içerisinde [7].

Çevrede mikrokirleticilerin varlığına ilişkin artan endişeler düşünüldüğünde sızıntı suyunda mikrokirleticilerin azaltılması ve denetlenmesi gerekliliği doğmaktadır. Sızıntı suyunun arıtımı çok karmaşık, pahalı olup genellikle çeşitli ve kombine proses uygulamalarını gerektirmektedir. Anaerobik ve aerobik arıtma sistemlerinin yüksek giderim verimi gösterdiğini tespit eden bazı çalışmalar mevcuttur ancak biyolojik parçalanmaya karşı dirençli kirleticilerin uzaklaştırılmasında zorluklar halen mevcuttur. Membran prosesleri ileri oksidasyon prosesleri, ön arıtımı yapılmış sızıntı sularında yaygın olarak kullanılmaktadır [9]. Anaerobik arıtım ve MBR teknolojisinin birlikte kullanımı ile hem toplam organik bileşenlerin hem de organik mikrokirleticilerin yüksek giderim verimi gösterdiği tespit edilmiştir. BOİ giderimi %99, KOİ giderimi %89, TOC giderimi %87 olarak gözlenirken, araştırılan organik mikrokirleticilerden OCP'ler %94 oranında, PAH'lar %59 oranında giderilmiştir [9].

3. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Katı atıkların bertarafı için en çok tercih edilen düzenli depolama uygulamasında oluşan sızıntı suyu bu yöntemde karşılaşılan en önemli problemlerden biridir. Sızıntı suları birçok kirlenici içeren, bölgeye, mevsime ve atık türüne, zamana bağlı olarak farklı karakteristiğe sahip olan konsantre atıksulardır. Günümüzde düzenli depolama alanlarına toprak ve yeraltı suyu kirlenmesi önlemek amacıyla geçirimsiz tabakalar inşa edilmektedir. Sızıntı suyu ve metan gazı drenaj sistemleri kurularak çevre kirlenmesinin önüne geçilmeye çalışılmaktadır. Literatür çalışmaları incelendiğinde sızıntı sularının mikrokirlenici içerdiği, katı atık deponi sahaları çevresindeki ortamlarda bu mikrokirlenicilerin tespit edildiği görülmektedir. Depolama sahası sızıntı sularının heterojen karakterde olması yönetim ve arıtımını zorlaştırmaktadır. Sızıntı sularının doğasındaki değişim ise tek bir arıtma yöntemi tanımlanmasını engellemektedir. Sızıntı sularının arıtımında ileri arıtma teknolojilerinin başarısı tekrarlanabilirlik ve fiyata bağlı olarak değişmektedir. Birden fazla arıtma yönteminin uygulandığı entegre sistemler ile başarı sağlanabilir. Düşük konsantrasyonlarına rağmen toksik, kalıcı ve birikim gösteren mikrokirlenicilerin sızıntı sularındaki varlığı çevresel ortamlar ve atıksu arıtma tesisleri için risk oluşturmaktadır. Düzenli takip ve kontrollerinin yapılması gerekmektedir.

KAYNAKÇA

- [1] Vaverková. Landfill Impacts on the Environment— Review. *Geosciences*, 9(10), 431. 2019.
- [2] Renou, S., Givaudan, J. G., Poulain, S., Dirassouyan, F., Moulin, P. Landfill leachate treatment: Review and opportunity. *Journal of Hazardous Materials*, 150(3), 468–493. 2008.
- [3] Güleç Solak, S., Pekküçükşen, Ş., Türkiye'de Kentsel Katı Atık Yönetimi: Karşılaştırmalı Bir Analiz, *Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 7, 3, 2018.
- [4] Özdemir, K., Güngör, Ö., Filyos Çayı Havzasında SWAT Modelinin Uygulaması *Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 1, 2, 2019
- [5] Wijesekara, S S.R.M.D.H.R., Mayakaduwa, S.S., Siriwardana, A.R., de Silva, N., Basnayake, B. F. A., Kawamoto, K., Vithanage, M. Fate and transport of pollutants through a municipal solid waste landfill leachate in Sri Lanka. *Environmental Earth Sciences*, 2014.
- [6] Coffin, E. S., Reeves, D. M., & Cassidy, D. P. PFAS in Municipal Solid Waste Landfills: Sources, Leachate Composition, Chemical Transformations, and Future Challenges. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 100418, 2022.
- [7] Kumar, V., Sharma, N., Umesh, M., Chakraborty, P., Kaur, K., Duhan, L., Sarojini, S., Thazeem, B., Pasrija, R., Vangnai, A. S., Maitra, S. S. Micropollutants characteristics, fate, and sustainable removal technologies for landfill leachate: A technical perspective. *Journal of Water Process Engineering*, 53, 103649.(2023).
- [8] Lindamulla, L., Nanayakkara, N., Othman, M., Jinadasa, S., Herath, G., Jegatheesan, V. Municipal Solid Waste Landfill Leachate Characteristics and Their Treatment Options in Tropical Countries. *Current Pollution Reports*. 2022.
- [9] Xu, Y., ZHou, Y., Wang, D., Chen, S., Liu, J., & Wang, Z. Occurrence and removal of organic micropollutants in the treatment of landfill leachate by combined anaerobic-membrane bioreactor technology. *Journal of Environmental Sciences*, 20(11), 1281–1287. 2008.
- [10] Narevski A.C., Novakovic M.I., Petrovic M.Z., Mihajlovic I.J., Maodus N.B., Vujic G.V., Occurrence of bisphenol A and microplastics in landfill leachate: lessons from South East Europe. *Environmental Science and Pollution Research*, 28:42196–42203. 2021.
- [11] A. Shitandayi, F. Orata, F. Lisouza, Assessment of environmental sources, levels and distribution of polycyclic aromatic hydrocarbons within nzoia catchment area in Kenya, *Journal of Environmental Protection*, 10, 772, 2019.
- [12] Smith S.J., Wiberg K., McCleaf P, Ahrens L.: Pilot-scale continuous foam fractionation for the removal of per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) from landfill leachate. *ACS ES&T Water* 2:841–851. 2022.
- [13] Mohammadi A., Malakootian M., Dobaradaran S., Hashemi M., Jaafarzadeh N. Occurrence, seasonal distribution, and ecological risk assessment of microplastics and phthalate esters in leachates of a landfill site located near the marine environment: bushehr port, Iran as a case. *Science of The Total Environment*, 842, 156838. 2022.
- [14] Muensterman D.J., Cahuas L., Titaley I.A., Schmokel C., de la Cruz F.B., Barlaz M.A., Carignan C.C., Peaslee G.F., Field J.A. Perand polyfluoroalkyl substances (PFAS) in facemasks: potential source of human exposure to PFAS with implications for disposal to landfills. *Environmental Science & Technology Letters*, 9: 320–326. 2022.
- [15] Al Raisi, S.A. Xenobiotic organic compounds in a landfill leachate, *Eur. Environmental Earth Sciences*, 3 1–4, 2022.

- [16] Qi, C., Huang, J., Wang, B., Deng, S., Wang, Y., Yu, G., Contaminants of emerging concern in landfill leachate in China: a review *Emerging Contaminants*, 4 1–10, 2018.
- [17] Velpandian, T., Halder, N., Nath, M., Das, U., Moksha, L., Gowtham, L., Batta, S.P., Un-segregated waste disposal: an alarming threat of antimicrobials in surface and ground water sources in Delhi, *Environ. Sci. Pollut. Res.* 25, 29518–29528, 2018.
- [18] Sun, J., Zhu, Z.-R., Li, W.-H., Yan, X., Wang, L.-K., Zhang, L., Jin, J., Dai, X., Ni, B.-J., Revisiting microplastics in landfill leachate: unnoticed tiny microplastics and their fate in treatment works, *Water Res.* 190 (2021), 116784
- [19] Kotowska, U., Kapelewska, J., Sawczuk, R., Occurrence, removal, and environmental risk of phthalates in wastewaters, landfill leachates, and groundwater in Poland, *Environmental Pollution*, 267 (2020), 115643
- [20] Li, Y., Li, J., Deng, C. Occurrence, characteristics and leakage of polybrominated diphenyl ethers in leachate from municipal solid waste landfills in China. *Environmental Pollution*, 184, 94–100, 2014.
- [21] Li, B., Danon-Schaffer, M. N., Li, L. Y., Ikonomou, M. G., Grace, J. R. Occurrence of PFCs and PBDEs in Landfill Leachates from Across Canada. *Water, Air, & Soil Pollution*, 223(6), 3365–3372, 2012.
- [22] Wang, Y., Wang, P., Fu, J., Jiang, G. The air–water exchange of polychlorinated biphenyls and polybrominated diphenyl ethers at an urban lake, a receipt water body for the effluent from a municipal sewage treatment plant. *Chemosphere*, 86(3), 217–222, 2012.
- [23] Laiju, A. R., Gandhimathi, R., & Nidheesh, P. V. Removal of pharmaceutical and personal care products in landfill leachate treatment process. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 100434, 2022.
- [24] Melnyk, A., Dettlaff, A., Kuklińska, K., Namieśnik, J., Wolska, L. Concentration and sources of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and polychlorinated biphenyls (PCBs) in surface soil near a municipal solid waste (MSW) landfill. *Science of The Total Environment*, 530-531, 18–27, 2015.
- [25] Pisharody, L., Gopinath, A., Malhotra, M., Nidheesh, P. V., Kumar, M. S. Occurrence of organic micropollutants in municipal landfill leachate and its effective treatment by advanced oxidation processes. *Chemosphere*, 287, 132216, 2022.

ARITMA ÇAMURU KULLANIMININ TOPRAK ÜZERİNE ETKİLERİ

Dr. Öğr. Ü. Arzu ULVI

Necmettin Erbakan Üniversitesi, - 0000-0001-7303-1869

Prof. Dr. Senar AYDIN

Necmettin Erbakan Üniversitesi, - 0000-0002-0960-480X

Prof. Dr. Mehmet Emin AYDIN

Necmettin Erbakan Üniversitesi, - 0000-0001-6665-198X

ÖZET

Arıtma çamuru atıksu arıtma tesislerinde oluşan, arıtılan atıksuyun özelliklerine bağlı olarak farklı miktar ve bileşimlerde olan bir yan üründür. Bitkilerin ihtiyaç duyduğu azot ve fosfor gibi besin maddeleri, organik ve inorganik parametreleri içeren arıtma çamurları gübre ve toprak iyileştirici olarak kullanılabilir. Toprağa uygulanan arıtma çamuru mikrobiyal faaliyetleri artırır, toprağın havalanmasını sağlar, su tutma kapasitesi ve katyon değişim kapasitesini iyileştirir. Arıtma çamurlarının uygun ve ucuz bir şekilde bertaraf edilebildiği, toprağın yapısal özelliklerinin iyileştirilebildiği, su kullanımından tasarruf sağlanabildiği için dünya çapında arıtma çamurlarının toprağa uygulanması ilgi gören bir yöntemdir. Arıtma çamurlarının toprağa uygulanmasının insan ve çevre sağlığı açısından bazı riskleri de vardır. Arıtma tesislerindeki yetersiz arıtım proseslerinden dolayı arıtma çamurlarında ağır metaller, organik kirleticiler gibi toksik elementler bulunabilir. Toksik kirleticiler zamanla toprakta birikebilir, toprak flora ve faunasında inhibisyona sebep olabilir. Arıtma çamuru uygulamaları toprağın pH, elektriksel iletkenlik, porozite gibi özelliklerini zamanla değiştirebilir. Arıtma çamurlarının toprağa uygulanmasında karşılaşılabilecek olumsuzlukların göz önünde bulundurulması, toprak ve çamur özelliklerinin düzenli izlenmesi gerekmektedir. Bu çalışmada, toprak iyileştirici (biyokatı) olarak kullanılan arıtma çamurlarının faydaları, oluşturabilecekleri potansiyel etkileri, çevre ve insan sağlığı açısından riskleri değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Arıtma çamuru, tarım, toprak, risk.

1. GİRİŞ

Dünya nüfusu gittikçe büyümektedir ve 2050 yılında 9.9 milyar olması beklenmektedir [1]. Dünya nüfusunun artması ile su kullanımı ve dolayısıyla da atıksu oluşumu artmaktadır. Atıksu arıtma tesisleri atıksudaki su kalitesini iyileştirmek için çeşitli adımlardan oluşmaktadır. Katının sıvı fazdan ayrılması ile oluşan arıtma çamuru başlangıçta ürün olarak değerlendirilirken günümüzde kaynak olarak görülmektedir [2]. Arıtma çamuru atıksu arıtma tesislerinde atıksuyun arıtımı sonucu ortaya çıkmaktadır. Arıtılmamış ham arıtma çamurları birincil, ikincil ve karışık çamuru olarak sınıflandırılır. Arıtılmış arıtma çamurları ise çürümüş çamur, kompost çamur, biyokatı, şartlandırılmış çamur, suyu alınmış çamur olarak sınıflandırılır [3]. Arıtma çamurları atıksuda mevcut olan ağır metalleri, iz elementleri ve patojenik organizmaları içerebilir [4]. Bunların yanı sıra arıtma çamurları azot, fosfor ve

organik madde açısından da zengindir. Organik madde ve besin maddeleri açısından zengin olması toprak iyileştirici olarak kullanılmasını gündeme getirmiştir [4]. Küresel olarak değerlendirildiğinde tarım topraklarının çoğunun organik maddeden yoksun olduğu tespit edilmiştir [2]. Artan ticari gübre maaliyetleri ve dünya çapında ortaya çıkan büyük hacimlerdeki arıtma çamurlarının varlığı, arıtma çamurlarının toprağa uygulanmasını cazip hale getirmektedir. Arıtma çamuru uygulamaları ile hem gübre kullanımı azaltılmış hem de çamur bertaraf edilmiş olmaktadır. Arıtma çamurunun nihai bertarafı için toprağa uygulanması en uygun yöntem olarak düşünülmektedir [5]. Artan atıksu oluşumu, arıtma sonucu oluşan arıtma çamuru miktarını da arttırmaktadır. Sürekli olarak büyük miktarda arıtma çamuru üretildiğinden, uygun şekilde yönetilmediğinde büyük bir atık sorunu oluşabilmektedir [6].

2. ARITMA ÇAMURLARINDA BULUNAN KİRLETİCİLER

Arıtma çamurları içerdikleri organik madde, azot ve fosfor gibi toprak için faydalı içeriğin yanı sıra ağır metaller, mikrokirleticiler, mikroplastikler, asitler, bazlar ve diğer kirleticileri de içerebilirler. Arsenik, kadmiyum, krom, bakır, kurşun, nikel, çinko arıtma çamurunda yaygın olarak bulunan ağır metallerdir. Yapılan çalışmalar göstermiştir ki arıtma çamuru uygulamaları zamanla toprağın metal konsantrasyonunu arttırmaktadır [5]. Toprakta biriken ağır metaller bu alanlarda yetiştirilen ürünlere de geçebilmektedirler. Örneğin, arıtma çamuru uygulanan toprakta yetiştirilen şeker pancarların da izin verilen değerlerden yüksek konsantrasyonlarda ağır metaller tespit edilmiştir [5].

Arıtma çamurları mikrokirleticileri de içermektedirler. İtalya’da gerçekleştirilen bir çalışmada arıtma çamurunda polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAH) araştırılmış ve bu çamurların toprak gübresi olarak uygunluğu değerlendirilmiştir. Arıtma çamurunda PAH’ların toplam konsantrasyonu maksimum 3917 µg/kg olarak tespit edilmiştir. AB’nin PAH bileşikleri için arıtma çamurunda 6 mg/kg sınır değer koyduğu belirtilmiştir [4].

Yasaklanmış veya kullanımları kısıtlanmış polibromlu difenil eterler (PBDE) arıtma çamurlarında ve arıtma çamuru uygulanan topraklarda halen tespit edilmektedirler. Çamur uygulanmış topraklarda PBDE’lerin uzun süreli değişimleri ve birikimleri incelendiğinde PBDE209 bileşiğinin en yüksek konsantrasyonlarda olduğu PBDE99 ve PBDE47’nin onu takip ettiği belirlenmiştir. Son 15 yılda çamur uygulaması yapılan topraklarda PBDE209, PBDE47, PBDE99 konsantrasyonları ilk çamur uygulanmasından sonraki konsantrasyonlara göre 40-300 kat yükselmiştir [7].

Arıtma çamurlarında bulunan farmasötikler ve metabolitleri de incelenen güncel çevresel konular arasındadır. Hastane atıksularının kanalizasyon sistemine verildiği kentlerde arıtma çamurlarında farmasötik bileşiklerin bulunması beklenmektedir. 32 farklı tedavi grubunda yer alan 180 farmasötik ve 45 metabolit bileşiğinin araştırılması sonucu antibiyotiklerin, steroid olmayan anti-inflamatuar ilaçların, antidepresanların ve antidiyabetikler arıtma çamurlarında en çok bulunan farmasötikler olduğu tespit edilmiştir. Çamur uygulaması yapılmış topraklarda ise siprofloksasin, 17a-etinilestradiol, 17β-östradiol ve triklokarban ve triklosan farmasötik bileşikler en kritik bileşikler olarak tespit edilmiştir [8].

Tarım alanlarında kullanılan arıtma çamurunun mikroplastik kirliliğine önemli bir katkı sağladığı belirlenmeye başlamıştır. Yapılan bazı çalışmalarda arıtma çamuru ile işlenmiş topraklarda, işlenmemiş topraklara oranla daha yüksek mikroplastik konsantrasyonları olduğu

tespit edilmiştir [9]. Mikroplastikler çoğunlukla atıksularda araştırılmaktadır ancak arıtma sırasında arıtma çamurunun içinde sıkışıp kalırlar. Dünya genelinde arıtma çamurlarında bulunan mikroplastik sayılarının $7.9-495 \cdot 10^3$ partikül/kg aralığında tespit edildiği belirtilmiştir [10]. Mikroplastikler toprakta birikim gösterebilirler, yeraltı sularına ulaşarak kirlenmeye sebep olabilirler. Ayrıca mikroplastikler ağır metaller, farmasötikler gibi diğer kirleticileri adsorbe ederek toprağa aktarabilirler [11].

Atıksu arıtma tesislerinde düşük giderim gösteren, katı maddelere tutunarak arıtma çamurlarına geçen enterik virüslerde çevrede uzun süre hayatta kalabildiklerinden dolayı çamurun topraklara uygulanmasında risk oluşturabilirler. 2010-2022 yılları arasında incelenen arıtma çamurlarında tespit edilen en yaygın enterik virüslerin adenovirüs ve norovirüs olduğu tespit edilmiştir. Rotavirüs, hepatit A ve enterovirüs gibi virüslerde sıklıkla arıtma çamurlarında tespit edilmiştir. En düşük virüs varlığı kireç ile stabilize edilmiş çamurlarda gözlenmiştir. Çamur uygulaması yapılmış topraklardan yetiştirilen ürünlerden insanlara viral enfeksiyonların geçebileceği düşünülmektedir. Arıtma çamuru virüslerin yerüstü ve yeraltı sularına da geçmesine sebep olabilmektedirler [12].

3. TOPRAKTA ARITMA ÇAMURU UYGULAMALARI

Arıtma çamurları dünya genelinde toprak iyileştirici olarak kullanılmaktadır. Amerika Birleşik Devletleri'nde yıllık yaklaşık 6 milyon ton arıtma çamuru olduğu rapor edilirken, bu miktarın yaklaşık %60'ı tarım toprağı ve arazilerine uygulanmaktadır [13]. Bozkurt ve diğ. [14] artan dozlarda arıtma çamuru uygulanan kireçli toprakta mısır bitkisini incelemişlerdir. Sadece arıtma çamuru ile azot ve fosfor ihtiyacının karşılandığını tespit etmişlerdir ve Zn dışında ağır metal tehlikesi gözlememişlerdir. Bozkurt ve diğ. [15] arpanın azot ihtiyacının karşılanmasında inorganik azotlu gübre ve arıtma çamurunu karşılaştırmışlardır. Bitkinin azot içeriğindeki artış arıtma çamuru uygulamalarında daha fazla olmuştur. Ancak toprakta Zn ve Cu miktarlarında toksik düzeyin altında artış gözlenmiştir. Çelebi ve diğ. [16] arıtma çamurunun yeşil alanlarda gübre olarak kullanımını çiftlik gübresi ile karşılaştırmışlardır. Arıtma çamuru uygulamalarında daha yüksek bitki boyu ve ot verimi elde edilmiştir. Topçuoğlu ve diğ. [17] arıtma çamuru uygulanan toprakta domates bitkisini araştırmışlardır. Düşük dozlarda arıtma çamurunun bitki gelişimini olumlu etkilediğini, ancak yüksek dozlarda fitotoksisiteye ve yüksek ağır metal konsantrasyonlarına sebep olduğunu belirlemişlerdir. Yakupoğlu ve Özemir [18] erozyona uğramış topraklara arıtma çamuru ilave edilmesinin mikro element içeriklerini önemli derecede arttırdığını belirlemişlerdir. Arıtma çamuru uygulamalarının toprak organizmaları üzerine olan etkisinin incelendiği çalışmada yüksek dozda yapılan uygulamalarda topraklarda Cd, Cu, Zn ve Hg konsantrasyonlarının arttığı tespit edilmiştir. Cd ve Hg açısından solucanlardaki biyoakümüülasyonun farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Bazı tohumların çimlenmesinin azaldığı gözlenmiştir [19]. Arıtma çamuru uygulamasının toprak ve çimenlerdeki ağır metal içeriğinin araştırıldığı başka bir çalışmada arıtma çamuru uygulanmasından sonra başta organik madde olmak üzere toprağın besin içeriğinin ve çimen biyokütlesinin arttığı, çimen yetiştirme mevsiminin uzadığı belirlenmiştir. Topraktaki ağır metal konsantrasyonlarının da arıtma çamuru uygulaması ile arttığı tespit edilmiştir [20]. Arıtma çamurunun, tarımsal açıdan önemli bitkilerde genetik mutasyonlar, kromozomal anormallikler ve mikronükleuslar gibi farklı genetik hasarlara sebep olabileceği bildirilmiştir [21].

Ülkemizde Evsel ve Kentsel Arıtma Çamurlarının Toprakta Kullanılmasına Dair Yönetmelik yürürlüktedir. Bu yönetmelik ile ham arıtma çamurunun toprağa uygulanması yasaklanmıştır. Toprağın pH değerinin 6'dan küçük olduğu durumlarda stabilize arıtma çamurunun toprağa uygulanması yasaklanmıştır. Ayrıca stabilize arıtma çamurunun toprağa temas eden ve çığ olarak yenilen meyve ve sebze ürünlerinin yetiştirilmesi amacıyla kullanılan topraklarda kullanılması yasaklanmıştır. Yönetmelikte arıtma çamuru uygulanacak olan toprakta ağır metal sınır değerleri, stabilize arıtma çamurunda ağır metal, organik kirletici ve dioksin sınır değerleri belirlenmiştir. Stabilize arıtma çamurlarının toprakta uygulanabilmesi için bu sınır değerlerin aşılmaması gerekmektedir [22]. Günümüzde nüfus artışları, teknolojik ve endüstriyel gelişmeler ile çevreye salınan ve atıksulara karışan kirletici çeşit ve miktarları sürekli artış göstermektedir. Özellikle son yıllarda çevresel etkileri görülmeye başlanan mikroplastikler, farmasötikler gibi kirleticiler içinde yönetmelikler ile sınır değerler belirlenmelidir.

3. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Arıtma çamurları içeriğindeki organik madde ve besin elementleri açısından alternatif bir gübre kaynağı olmasına karşın toprak ve bitki için zararlı kirleticileri içerebilir. Arıtma çamurlarının toprağa uygulanması ürün olarak kentsel alanlara taşınan organik maddenin yeniden tarımsal alanlara aktarımını sağlamaktadır. Ayrıca bu uygulama ile arıtma çamurunun nihai bertarafı da sağlanmış olmaktadır. Arıtma çamurları arıtılan atıksuyun karakterizasyonuna benzer özellikler göstermektedir. Kentsel atıksularda evlerden kaynaklı deterjanlar, mikroplastikler, temizlik malzemelerinin içerdiği kimyasallar, yağlar bulunabilir. Endüstriyel tesislerin ve hastanelerin atıksularının karışması durumunda ise ilaç atıkları, ağır metal gibi toksik kirleticiler bulunabilir. Toprağa uygulanacak arıtma çamurlarında ve uygulama yapılacak topraklarda bu kirleticiler izlenmeli, kısa ve uzun vadeli etkileri değerlendirilmelidir. Toprakta biriken kirleticilerin yetiştirilen ürünlere geçebileceği, besin zincirine karışacak hayvan ve insanlara ulaşabileceği göz ardı edilmemelidir. Uzun vadede toprağın fiziko kimyasal özelliklerinde de değişikliklere sebep olabileceği, kirleticilerin birikimi ile toprak verimini düşürebileceği dikkate alınmalıdır. Önemli bir kaynak olan arıtma çamurlarının kullanımını ekonomiye de katkı sağlayacaktır fakat toprak ve ürün sağlığı da riske atılmamalıdır. Arıtma çamurlarının özelliklerinin belirlenip, içeriğinin arıtma çamuru uygulamaları üzerindeki olumsuz etkilerini mümkün olduğunca azaltmak gereklidir. Mevcut yönetmelikler de izlenen kirletici parametreler genişletilmeli ve kullanıcılarda doğru uygulama açısından bilgilendirilmelidir.

KAYNAKÇA

- [1] Seleiman, M.F., Santanen, A., Makel, P.S.A., Recycling sludge on cropland as fertilizereAdvantages and risks, *Resour. Conserv. Recycl.* 155, 104647, 2020.
- [2] Hooge, A., Hauggaard-Nielsen, H., Heinze, W.M., Lyngsie, G., Ramos, T.M., Sandgaard, M. H., Vollertsen, J., Syberg, K., Fate of microplastics in sewage sludge and in agricultural soils *Trends in Analytical Chemistry* 166, 117184, 2023.
- [3] Verlicchi,P. Zambello, E., Pharmaceuticals and personal care products in untreated and treated sewage sludge: Occurrence and environmental risk in the case of application on soil — A critical review, *Science of The Total Environment*, 538, 750-767, 2015.
- [4] Suciu, N. A., Lamastra, L., Trevisan, M., PAHs content of sewage sludge in Europe and its use as soil fertilizer *Waste Management* 41, 119–127, 2015.
- [5] Nogueira, T. A. R., Franco, A., He, Z., Braga, V. S., Firme, L. P., Abreu-Junior, C. H. Short-term usage of sewage sludge as organic fertilizer to sugarcane in a tropical soil bears little threat of heavy metal contamination, *Journal of Environmental Management* 114, 168-177, 2013.
- [6] Sackey, L. N. A., Koomson, J., Kumi, R., Hayford, A. A., & Kayoung, P. Assessing the quality of sewage sludge: CASE study of the Kumasi wastewater treatment plant. *Heliyon*, 9(9), Article e19550, 2023.
- [7] Kim, M., Li, L.Y., Gorgy, T., Grace, J.R., Review of contamination of sewage sludge and amended soils by polybrominated diphenyl ethers based on meta-analysis, *Environmental Pollution*, 220, Part B, 753-765, 2017.
- [8] Mejías, C., Martín, J., Santos, J.L., Aparicio, I., Alonso, E., Occurrence of pharmaceuticals and their metabolites in sewage sludge and soil: A review on their distribution and environmental risk assessment, *Trends in Environmental Analytical Chemistry*,30, e00125, 2021.
- [9] van den Berg, P., Huerta-Lwanga, E., Corradini, F., Geissen, V., Sewage sludge application as a vehicle for microplastics in eastern Spanish agricultural soils, *Environ. Pollut.* 261, 2020
- [10] Hayany, B.E., Rumpel, C., Hafidi, M., Fels, L.E., Occurrence, analysis of microplastics in sewage sludge and their fate during composting: A literature review, *Journal of Environmental Management*, 317, 2022, 115364
- [11] Gao, D., Li, X., Liu, H., Source, occurrence, migration and potential environmental risk of microplastics in sewage sludge and during sludge amendment to soil, *Science of The Total Environment*, 742, 140355, 2020.
- [12] Gholipour, S., Ghalhari, M.R., Nikaeen, M., Rabbani, D., Pakzad, P., Miranzadeh, M.B., Occurrence of viruses in sewage sludge: A systematic review, *Science of The Total Environment*, 824, 153886,2022.
- [13] Goldstein, N. Available us Biosolids Data, 2020.
- [14] Bozkurt, M.A., Erdal, İ., Çimrin, K.M., Karaca S., Sağlam M., Kentsel Arıtma Çamuru ve Humik Asit Uygulamalarının Mısır Bitkisinin Besin içeriği ve Ağır Metal Kapsamına Etkisi, *Tarım Bilimleri Dergisi* 6 (4), 35-43, 2000.
- [15] Bozkurt, M.A., Yılmaz, İ., Çimrin, K.M., Kentsel Arıtma Çamurunun Kışlık Arpada Azot Kaynağı Olarak Kullanılması, *Tarım Bilimleri Dergisi*, 7 (1), 105-110, 2001.

- [16] Çelebi, Ş.Z., Arvas, Ö., Şahar, A. K., Yılmaz, İ.H., Atıksu Arıtma Çamurunun Yeşil Alanlarda Tesis Gübresi Olarak Kullanılması, Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 2011, 15(3): 1-8.
- [17] Topcuoğlu, B., Önal, M.K., Arı, N., Toprağa Uygulanan Kentsel Arıtma Çamurunun Domates Bitkisine Etkisi, I. Bitki Besinleri ve Ağır Metal İçerikleri, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 16(1),87-96, 2003.
- [18] Yakupoğlu T., Özdemir, N., Erozyona Uğramış Topraklara Uygulanan Arıtma Çamuru Ve Çay Endüstrisi Atığının Toprakların Mikro Element İçeriklerine Etkileri, Omü Zir. Fak. Dergisi, 22(2):207-213, 2007.
- [19] Carbonell, G., Pro, J., Go'mez, N., M.M. Babi'n, C. Ferna'ndez, E. Alonso, Tarazona, J.V. Sewage sludge applied to agricultural soil: Ecotoxicological effects on representative soil organisms, *Ecotoxicology and Environmental Safety* 72 1309–1319, 2009.
- [20] Wang, X., Chen, T., Ge, Y., Jia, Y., Studies on land application of sewage sludge and its limiting factors, *Journal of Hazardous Materials*, 160, 2–3, 30, 554-558, 2008.
- [21] Martins, M.N.C., de Souza, V.V., Souza, T.S., Genotoxic and mutagenic effects of sewage sludge on higher plants, *Ecotoxicology and Environmental Safety* 124, 489-496, 2016.
- [22] Çevre ve Orman Bakanlığı, 2010, Evsel ve Kentsel Arıtma Çamurlarının Toprakta Kullanılmasına Dair Yönetmelik, Ankara.

INCREASING OF THE FUNCTIONALITY OF A LOW LEVEL ALPHA COUNTER DEVICE USED IN THERMOLUMINESCENCE DATING

Dr. Gözde TEKTAŞ

Izmir University of Economics,– 0000-0003-3360-5236

Dr. Cüneyt ÇELİKTAŞ

Ege University,– 0000-0001-8608-066X

ABSTRACT

An additional option that contains spectrometric contribution to Elsec 7286 Low Level Alpha Counter device (Littlemore Scientific Engineering Co.) used for thermoluminescence dating and similar studies was proposed. For this purpose, a setup was combined with it in order to acquire the alpha energy spectrum of the analysed sample in addition to its current features. Thus, a spectrometric contribution was offered with this study. To perform this, three different amplifier models were tried for the best spectrometric result. Alpha spectrum results through the amplifiers were compared with each other, and the amplifier model giving the best alpha energy spectrum for this type device was determined to increase its functionality in thermoluminescence dating measurements.

Keywords: Alpha spectrum, amplifier, energy resolution

1. INTRODUCTION

Thermoluminescence dating is a geochronological method to date the ancient materials such as rock materials, ceramics, and etc. as well as sediments [1, 2]. For this purpose, Elsec 7286 Low Level Alpha Counter device was developed by Littlemore Scientific Engineering Co. [3]. This device uses up to four photomultiplier tubes (PMT) for the detection. To detect the alpha particles, a silver activated zinc sulfide (ZnS(Ag)) scintillator material is used in the entrance window of the PMT. The energy resolution of ZnS(Ag)-based scintillation detectors for the alpha particle is highly poor because this scintillator is non-transparent. But still, these type detectors are currently used to detect the alpha particles in some field of applications such as nuclear fuel facilities and radionuclide therapy [4], alpha detection [5-7], neutron detection [8], alpha particle imaging for the detection of the released particles from the Fukushima Daiichi nuclear power plant [9] and fast neutron imaging [10].

In this study, an additional method was suggested in the low level alpha particle detection by Elsec 7286 device by adding a setup to it, obtaining the alpha energy spectrum for the used sample or an alpha source. By this additional option, it has been thought that the spectrometric contribution would be available on the measurements through this device, enriching the performed analysis or research work. For the best spectrometric result with this device, in this respect, three different amplifier models were tested in the proposed spectrometer by comparing

their alpha energy resolution values since a main parameter for the success of a radiation spectrometer is the energy resolution. In addition, dead time values in the spectra were also taken into consideration in this comparison.

2. MATERIALS AND METHODS

In the experimental setup in Figure 1, Elsec 7286 Low Level Alpha Counter device (Littlemore Scientific Engineering) with EMI 6097B type photomultiplier tube (PMT) [11], a ZnS(Ag) scintillator sheet (Eljen AJ-440 model) [12], an ORTEC model 460 delay line amplifier, an ORTEC model 485 amplifier, an ORTEC model 671 amplifier respectively, and ORTEC model TRUMP 8k MCA (multichannel analyzer) were used.

A ZnS(Ag) scintillator sheet, which has about 250 μm thickness, was placed in the front window of the PMT. The maximum emission of scintillation photons from the ZnS(Ag) material is about 450 nm [12]. Since this wavelength is in the spectral response interval of the PMT [11], the electrical signals are generated by the PMT when these scintillation photons are detected. A photograph of the detector together with the 7286 device used in the work and the schematic view of the used spectrometer are given in Figure 1.

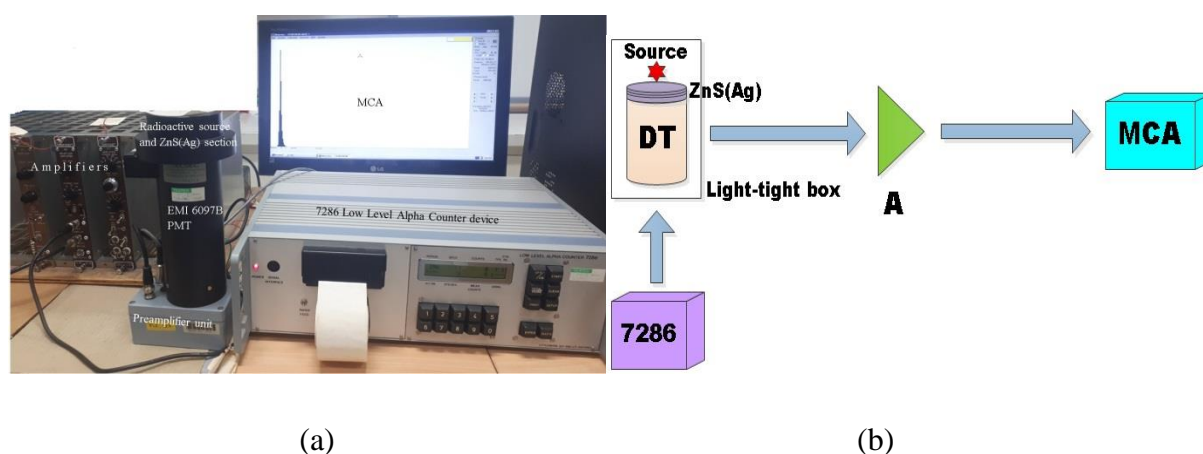


Figure 1. The photograph (a) and the sketch of the used of the experimental setup (b) (DT: Detector, 7286: Low Level Alpha Counter device, A: Main amplifier, MCA: Multichannel analyzer)

A ^{226}Ra solid point alpha radioactive source with the activity of 9 μCi was used. The source was close placed on the scintillator material. Because the ambient light causes the artificial signals in the PMT, the detector was placed in a light-tight box in order to prevent its effect on it.

Three different model amplifiers (model 460, 485 and 671) mounted on ORTEC model 401A NIM BIN case were used in the study to have the best energy resolution. In order not to affect the gain settings to the alpha spectra, they remained unchanged during the all spectrum accumulation. In this respect, the coarse and the fine gain settings were set to 20 and 0.5 for model 460 and 671 amplifiers, 2 and 3 for model 485 amplifier. Since the setting options in the gain buttons of 485 amplifier were different from the other ones, optimum values, which are the minimum settings, for the best energy resolution were determined. The alpha energy spectra

with these settings were acquired to check the detection performances of the amplifiers for Elsec 7286 Low Level Alpha Counter device.

The detection performances of the amplifiers were tested in the periods of 100, 300 and 600 s, respectively. Energy resolution and dead time comparison were performed to obtain best spectrometric result for the device. The energy resolution calculation procedure can also be found in the literature [13, 14].

The generated signals by the PMT were shaped and preamplified by the internal unit in the light-tight box of the 7286 device and further amplified by the used different types of main amplifiers in the study. Acquired alpha spectra for each amplifier were recorded in the MCA for the comparison.

3. RESULTS AND DISCUSSION

Recorded alpha energy spectra using different amplifiers in the acquisition times of 100, 300 and 600s are shown in the following figures. These energy spectra are the MCA screen views; they are copied from the MCA software as it is to share them their original forms. In the figures, the horizontal axes show the channel numbers, the perpendicular axes reflect the counts per channel in the acquired spectra.

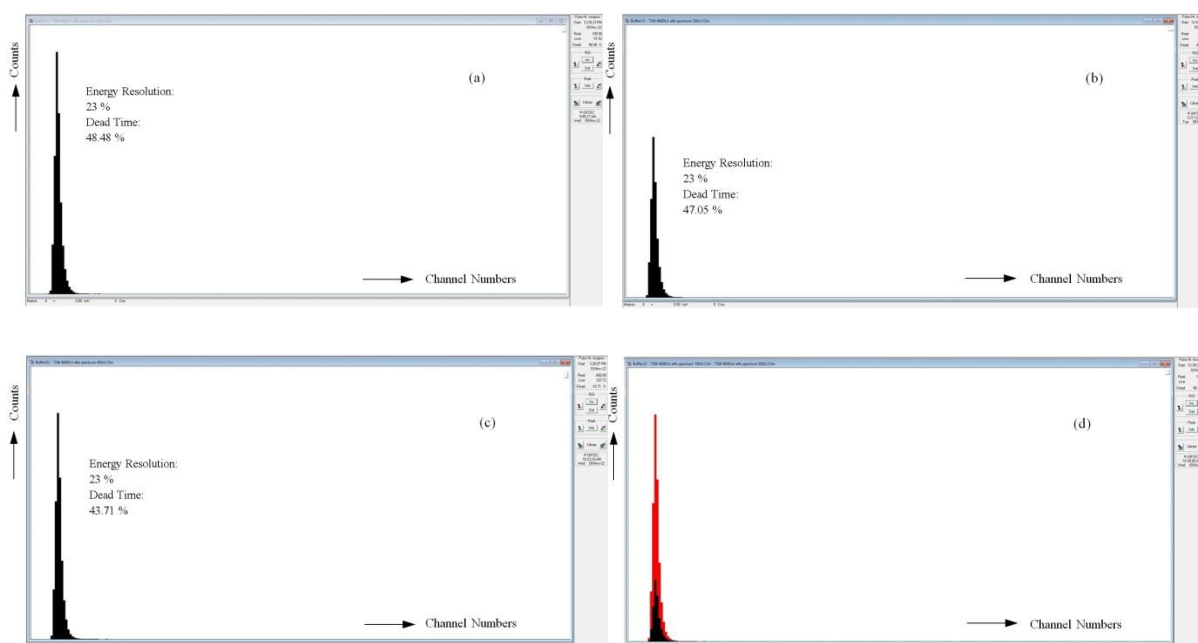


Figure 2. Alpha energy spectra from model 460 amplifier for: (a) 100 s, (b) 300 s, (c) 600 s, and (d) comparison of 100 s (black) and 600 s (red)

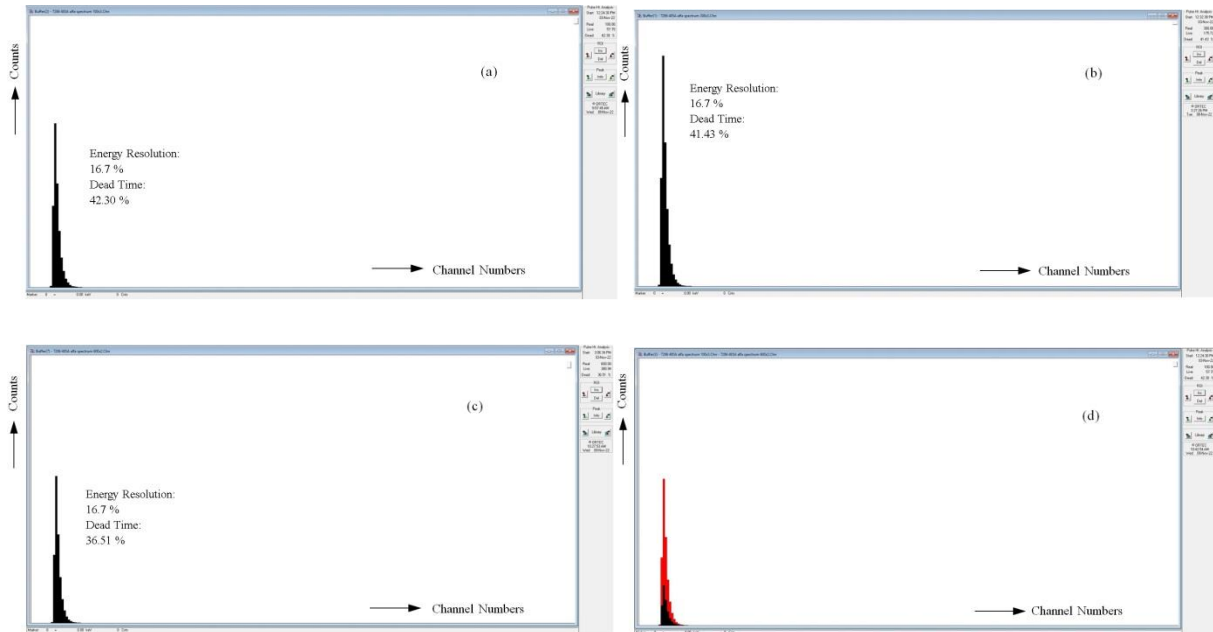


Figure 3. Alpha energy spectra from model 485 amplifier for: (a) 100 s, (b) 300 s, (c) 600 s, and (d) comparison of 100 s (black) and 600 s (red)

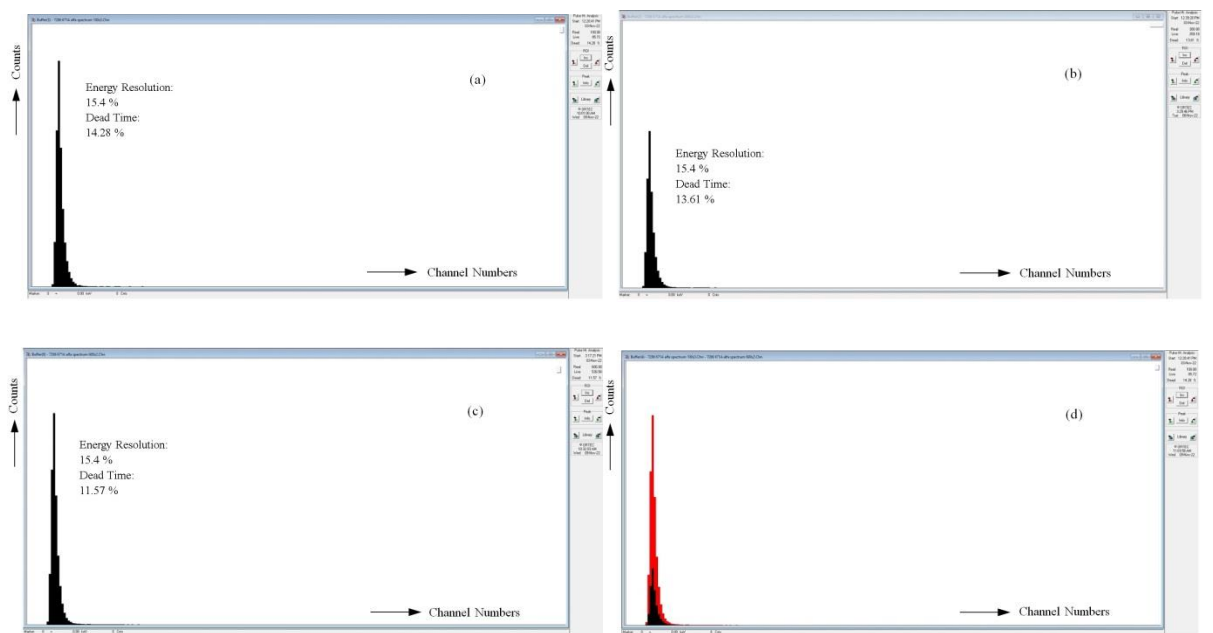


Figure 4. Alpha energy spectra from model 671 amplifier for: (a) 100 s, (b) 300 s, (c) 600 s, and (d) comparison of 100 s (black) and 600 s (red)

As the spectrum acquisition time is increased, the number of counts in the peak is increased naturally, growing out of the screen of the MCA software. Therefore, the software automatically fits the spectrum into the screen by increasing its conversion gain. This is the reason of the small shape spectrum above. Same situations are available for the spectrum results of all amplifiers. To reveal these differences, Figures 2d, 3d and 4d are given.

To compare the amplifier performances for the alpha energy spectrum through 7286 devices, Table 1 is given.

Table 1. Dead time and resolution comparison for all amplifiers

		Acquisition Time (s)		
		100	300	600
Model 460 Amplifier	Dead Time (%)	48.48	47.05	43.71
	Resolution (%)	23.00	23.00	23.00
Model 485 Amplifier	Dead Time (%)	42.30	41.43	36.51
	Resolution (%)	16.70	16.70	16.70
Model 671 Amplifier	Dead Time (%)	14.28	13.61	11.57
	Resolution (%)	15.40	15.40	15.40

As the spectrum acquisition time is increased, the decrease in the dead time was noticed for all amplifier models. It is deduced from this result that the detection system of the 7286 device was stabilized with the acquisition time increment. In addition, the resolution results were unchanged with the different acquisition times for each amplifier model as expected. Although minimum gain settings were chosen for the 485 amplifier, its energy resolution value was lower than that of 460 amplifier but higher than that of 671 amplifier. Even though the gain settings of 460 and 671 amplifiers are the same with each other, the energy resolution of 460 amplifier was determined quite higher than that of 671 amplifier which this means worse resolution according to the 671 one. Eventually, the results in this table led to the conclusion that the best spectrum result could be obtained using 671 model amplifier through 7286 Low Level Alpha counter device. Its smallest dead time value supported this conclusion also. The smaller dead time is the better spectrum accumulation as well.

As a discussion, whether the alpha energy spectrum can be obtained from Elsec 7286 Low Level Alpha counter device was tested in this study. Evaluating the results from the spectra and the table above referred us to the conclusion that model 671 spectroscopy amplifier gave the best energy resolution and the least of dead time values rather than the other ones. The energy resolution values of 42.8 % and 43.6 % for Si-PM (silicon photomultiplier) and PMT respectively were found by Morishita et al. via ^{241}Am alpha source and ZnS(Ag) scintillator [4]. Yamamoto and Tomita [9] evaluated the energy resolution of 80 % approx. for a position sensitive PMT using ^{241}Am and ZnS(Ag). When comparing the obtained energy resolution value from model 671 amplifier of 15.4 % with these results, it was interpreted that this result is better than those of these literature results. This interpretation supports the idea that model 671 amplifier can be used for alpha energy spectrum acquisition for the 7286 device.

Consequently, it was determined that the alpha energy spectrum could be acquired from the Elsec 7286 Low Level Alpha counter device which it is suitable for the luminescence and thermoluminescence measurements. It was deduced from this study that the alpha energy spectrum could be obtained in addition to the alpha counting with this device; moreover, use of the 671 spectroscopy amplifier was suggested for the best energy resolution. It is believed that the suggested setup above will contribute to the results from this device and make them more functional.

ACKNOWLEDGMENT

This work was supported by Ege University Science and Technology Center under project no. 12BIL04.

REFERENCES

- Lian, O.B., *Thermoluminescence Dating in Encyclopedia of Quaternary Science*, Amsterdam, Elsevier, 2013.
- Aitken, M.J., *Thermoluminescence Dating*, London, Academic Press, 1985.
- <https://www.elsec.com/> (Reached: 13/10/2023)
- Morishita, Y., Yamamoto, S., Izaki, K., Kaneko J.H., Toui, K., Tsubota, Y., Higuchi, M., Performance comparison of scintillators for alpha particle detectors, *Nucl. Instrum. and Meth.*, November, 764, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.nima.2014.07.046>
- Lee, S.K., Kang, S.Y., Jang, D.Y., Lee, C.H., Kang, S.M., Kang, B.H., Lee W.G., Kim, Y.K., Comparison of New Simple Methods in Fabricating ZnS(Ag) Scintillators for Detecting Alpha Particles, *Progress Nucl. Sci. Tech.*, 1, 2011. DOI: 10.15669/pnst.1.194
- Yamamoto, S., Aoki, I., Higashi, T., Optical fiber-based ZnS(Ag) detector for selectively detecting alpha particles, *Appl. Radiat. Isot.*, March, 169, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.apradiso.2020.109495>
- Yamamoto, S., Ukon, N., Washiyama, K., Hasegawa, K., Kamada, K., Yoshino, M., Yoshikawa, A., Development of a phoswich detector composed of ZnS(Ag) and YAP(Ce) for astatine-211 imaging, *Radiat. Meas.*, April, 153, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.radmeas.2022.106734>
- Koontz, P.G., Keepin, G.R., Ashley, J.E., ZnS(Ag) Phosphor Mixtures for Neutron Scintillation Counting, *Rev. Sci. Instrum.*, April, 26, 4, 1955.
- Yamamoto, S., Tomita, H., Development of a high-resolution alpha-particle imaging system for detection of plutonium particles from the Fukushima Daiichi nuclear power plant, *Radiat. Meas.*, August, 115, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.radmeas.2018.05.009>

Makowska, M.G., Walfort, B., Zeller, A., Grünzweig, C., Bücherl, T., Performance of the Commercial PP/ZnS:Cu and PP/ZnS:Ag Scintillation Screens for Fast Neutron Imaging, J. Imaging, December, 3, 4, 2017. DOI: 10.3390/jimaging3040060

https://frank.pocnet.net/other/EMI/EMI_Photomultiplier_Tubes_1970.pdf (Reached: 13/10/2023)

<https://eljentechnology.com/products/zinc-sulfide-coated/ej-440-ej-442> (Reached: 13/10/2023)

Leo, R.W., Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments, Germany, Springer-Verlag, 1994.

Knoll, G.F., Radiation Detection and Measurement, New York, John Wiley and Sons, 2000.

AN INCREASING FREQUENCY DRIVER WITH VOLTAGE MULTIPLIER FOR AN INDUCTION LAUNCHER

Assoc. Prof. Dr. Uğur HASIRCI

Düzce University, Engineering Faculty,– 0000-0001-5419-5083

Çağdaş TUNCEROĞLU

Düzce University, Engineering Faculty, - 0000-0001-8503-7694

ABSTRACT

Electromagnetic launchers differ from conventional launchers by utilizing electrical energy, rather than chemical energy, to propel projectiles. There are two main categories of electromagnetic launchers: rail launchers and coil launchers. Among these, a specific type known as asynchronous (linear) induction launchers (AIL) has gained prominence due to their exceptional attributes, including high efficiency, potent launch capability, and reliable compact operation. As AILs are a subtype of linear induction motors, the strategies employed for energizing and regulating the speed of linear induction motors can be adapted for these launchers as well. This study is focused on the development and implementation of a driver designed to energize the launcher using an increasing frequency, thereby augmenting projectile velocities. A traditional 3-phase inverter model has been used to drive the induction launcher. The inverter converts the DC voltage obtained from the grid through an uncontrolled rectifier into 3-phase voltages with the desired frequency characteristics. Due to the limited value of the grid voltage, high velocities and frequencies cannot be achieved on the projectile. To overcome this limitation, a Cockcroft-Walton type voltage multiplier has been utilized at the grid output. With the voltage multiplier, higher DC voltages have been obtained at the inverter input. As a result, the voltage and frequency values on the launcher have been increased, leading to higher projectile velocities. Experimental results of the proposed system have been provided.

Keywords: 3-phase inverter, induction launcher, increasing frequency, voltage multiplier.

1. INTRODUCTION

Electromagnetic launch systems can be categorized into two main divisions: rail launchers and coil launchers [1-3]. Within rail launchers, the flow of current along the rails generates both a magnetic field and a momentary short-circuit current within the projectile. This projectile, bearing current within a magnetic field, is propelled out of the field, adhering to the principles of the Lorentz Force Law. Nevertheless, this operational principle also exposes the primary drawbacks of rail launchers, which include exceedingly high frictional forces between the

projectile and the barrels (rails) along with diminished efficiency. In contrast, coil launchers obviate the necessity for contact between the projectile and the barrel. This contactless operation stands as the pivotal advantage of coil launchers. The absence of friction bolsters consecutive launching capabilities, enhances efficiency, and enables the launch of considerably heavier projectiles. In 1986, M. D. Driga et al. introduced the pioneering induction-type launcher, which belonged to a unique category of coil launchers [4]. Induction Launchers (IL) feature an air core devoid of ferromagnetic components. The propulsion process within IL results from energizing the drive coils, inducing current in the projectile to initiate its motion. As specialized instances of induction motors, IL inherit the merits of high power density, minimal maintenance, and durability. IL are explored in two primary configurations: synchronous and asynchronous. In synchronous IL, precise switching is essential for achieving synchronized operation, and power control complexity escalates as the barrel length grows. Conversely, asynchronous IL, also called linear induction launchers, circumvent these drawbacks. Moreover, they offer benefits such as elevated efficiency, formidable launch power, compactness, and dependable functionality [5-7].

The objective of this research is to design and apply a conventional 3-phase inverter configuration, intended to function as a driver for a linear induction launcher. An adjustable grid source and an uncontrolled rectifier provide the DC input voltage to the inverter. The inverter operates with an increasing frequency, enabling the projectile to exit the barrel at an accelerating pace, thus preventing overheating. To achieve this, the modulation technique of the inverter has been chosen as Space Vector PWM (SVPWM). For the implementation of increasing frequency, the open-loop V/f control method has been selected. To surpass the limited voltage value of the adjustable grid source, a Cockcroft-Walton (CW) voltage multiplier is utilized instead of a rectifier. This enables the voltage at the inverter input to be elevated beyond what the grid can provide.

2. PROPOSED SYSTEM DESIGN

Figure 1 illustrates the essential block diagram of the proposed system. The design encompasses an adjustable grid source, an uncontrolled rectifier, a three-phase inverter employing IGBTs, and a control unit. Texas Instruments (TI)'s TMS320F28335 DSP (Digital Signal Processor) is chosen for transmitting gate signals to IGBTs. TMS320F28335 DSPs are commonly used in both industry and laboratory research, serving as suitable hardware tools for complex and digital control applications. TMS320F28335 processors are hardware tools that can be programmed in C/C++ and assembly languages. However, with advancing technologies, software tools with automatic code-generation capabilities have facilitated the usage of these DSPs. Within the scope of the study, due to its suitability for digital control, the preferred Space Vector Pulse Width Modulation (SVPWM) method was modeled in MATLAB/Simulink. The data derived from the MATLAB model is fed into ePWM (enhanced Pulse Width Modulation) blocks, which operate harmoniously with MATLAB/Simulink and DSP. These ePWM blocks automatically translate the generated data into codes that the DSP can utilize.

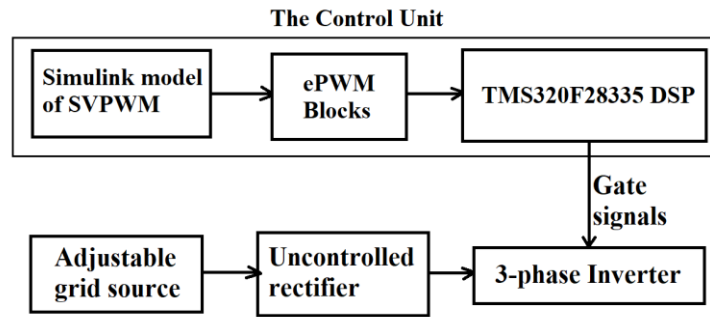


Figure 1. The proposed driver system [8].

After the preparation of the control unit, the setup of the entire system has been initiated. The DC bus, the driver, and the LIL are depicted in Figure 2. The capacitors used at the rectifier output serve as filters. They ensure the stability of the obtained DC voltage. All used components and their parameters are provided in Table 1.

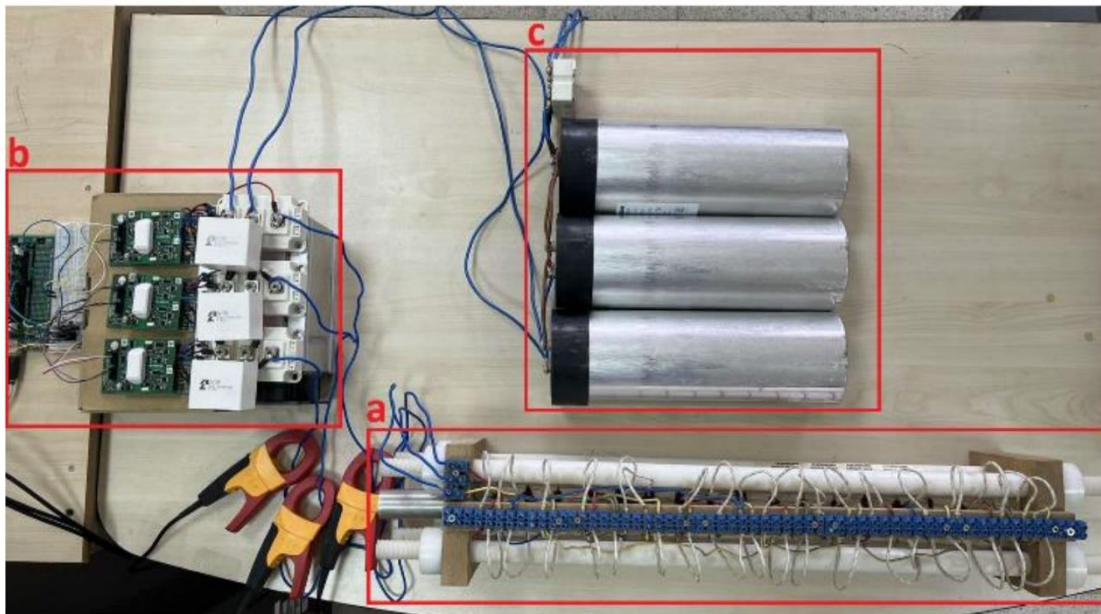


Figure 2. a) the LIL and projectile, b) a controller and a 3-phase inverter, c) an uncontrolled rectifier and capacitors.

Tablo 1. The system components and their parameters.

Uncontrolled rectifier	Semikron SKD 210/16
DC Bus Capacitors	E50.R34-285NT0 2800 μ F 900 V Film Capacitors
DSP	TMS320F28335
IGBT driver cards	Semikron 32 Pro
IGBT modules	SKM400GB12T4 1200 V 616 A
Induction launcher and projectile	The launcher consists of 18 driver bobbins and the total barrel length is 600 mm. The projectile is an aluminum tube and its length is 200 mm.

In order to observe that the created control unit generates the desired frequency characteristics, an attempt was made to achieve 50 and 500 Hz output frequency using a 25 V inverter input

voltage and a switching frequency of 10 kHz. The variation of phase-neutral voltage and phase currents obtained on the launcher is shown in Figure 3.

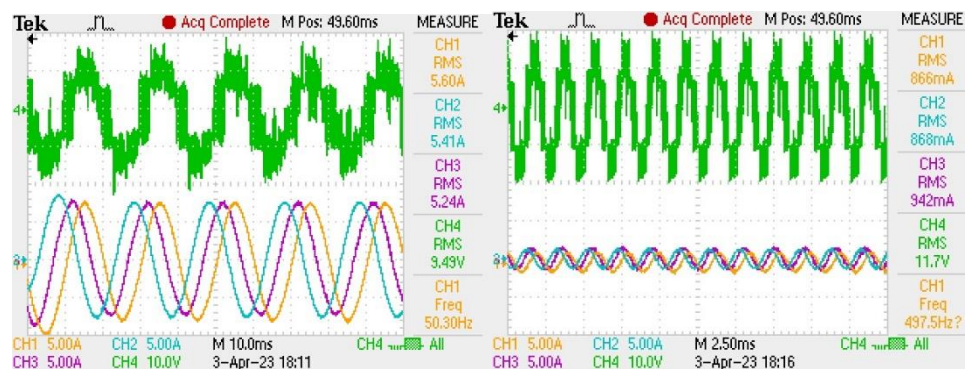


Figure 3. Variation of phase-neutral voltage and phase currents on the induction launcher at 50 and 500 Hz.

Prior to conducting the primary objective of increasing frequency tests, maximum voltage and frequency tests were performed on the established system. For this purpose, while maintaining a constant ratio between projectile velocity and frequency, the voltage from the adjustable grid source was increased. The obtained measurement results are given in Table 2.

Table 2. Measurement results on the system.

DC bus voltage (V)	Output frequency (Hz)	Phase-neutral voltage (V)	Phase current (A)	The velocity of the projectile with a length of 200 mm (m/s)
63	50	28	16	2,41
84	70	40	17,5	3,45
107	90	50	18,6	4,35
136	110	65,1	20,3	5,26
178	130	79,5	21,6	6,25
210	150	96,3	22,9	7,14
242	170	118	24,8	8,33
290	190	135	25,8	9,1
357	210	159	27,6	10,52
396	230	179	28,8	11,76
462	250	215	31	12,5
500	270	225	31,1	13,33
532	290	250	31,2	14,28

When examining the measurement results, it is observed that due to the limited value of the grid voltage, the maximum reached was 532 V DC. On the launcher, a frequency of 290 Hz and a projectile velocity of 14.28 m/s were achieved. After determining the maximum voltage and frequency values, the increasing frequency tests were initiated. The inverter was operated at an increasing frequency range of 0 to 290 Hz with using V/f control. The variation of phase-neutral voltage and phase currents obtained for a 100 V DC inverter input voltage is depicted in Figure 4. The projectile velocity obtained at a 532 V inverter input with increasing frequency is shown in Table 3. It is observed that with the increasing frequency application, the velocity value at a constant frequency can be achieved.

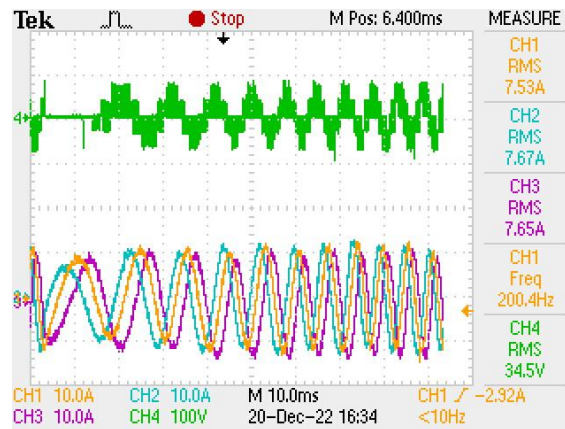


Figure 4. Variation of phase-neutral voltage and phase currents on the induction launcher at 0 to 290 Hz.

Tablo 3. Measurement result for increasing frequency application.

DC bus voltage (V)	Output frequency (Hz)	The velocity of the projectile with a length of 200 mm (m/s)
532	0-290	14,28

The grid source providing the input voltage to the induction launcher driver can deliver a maximum of 532 V DC to the bus voltage, which allows for a maximum of 290 Hz frequency and a projectile speed of 14.28 m/s. To achieve higher frequency values, higher inverter input voltages are required. In this study, in order to achieve this goal, a Cockcroft-Walton (CW) type voltage multiplier has been experimented with.

2.1. Voltage Multiplier

The voltage multipliers introduced by Cockcroft-Walton (CW) are circuit structures formed by connecting multiple layers of capacitors and diode networks, which convert AC voltage to DC voltage. The fundamental operating principle involves the charging and discharging of multiple high-value capacitors in sequence through rectifying diodes, resulting in voltage multiplication. The voltage output of each layer is added to the voltage obtained from the previous layer. Consequently, the output voltage of each layer becomes twice the voltage of the previous layer, and this process continues for the number of layers [9]. Figure 5 illustrates the multi-stage Cockcroft-Walton circuit diagram.

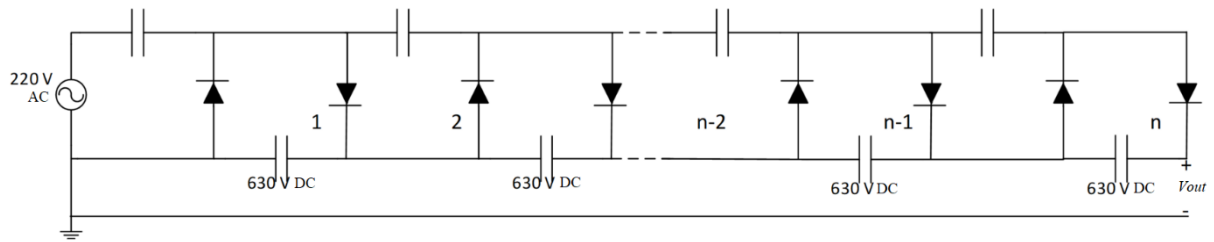


Figure 5. The multi-stage Cockcroft-Walton circuit diagram [10].

n is the number of stages, and V_k is the output voltage for one stage. The V_{out} is nV_k . As part of the study, a 2-stage CW type voltage multiplier has been designed and implemented to increase the bus voltage at the inverter input. The new system consisting of the induction launcher, driver, DC bus, and voltage multiplier has been set up as shown in Figure 6. All voltage multiplier components and their parameters are provided in Table 4.

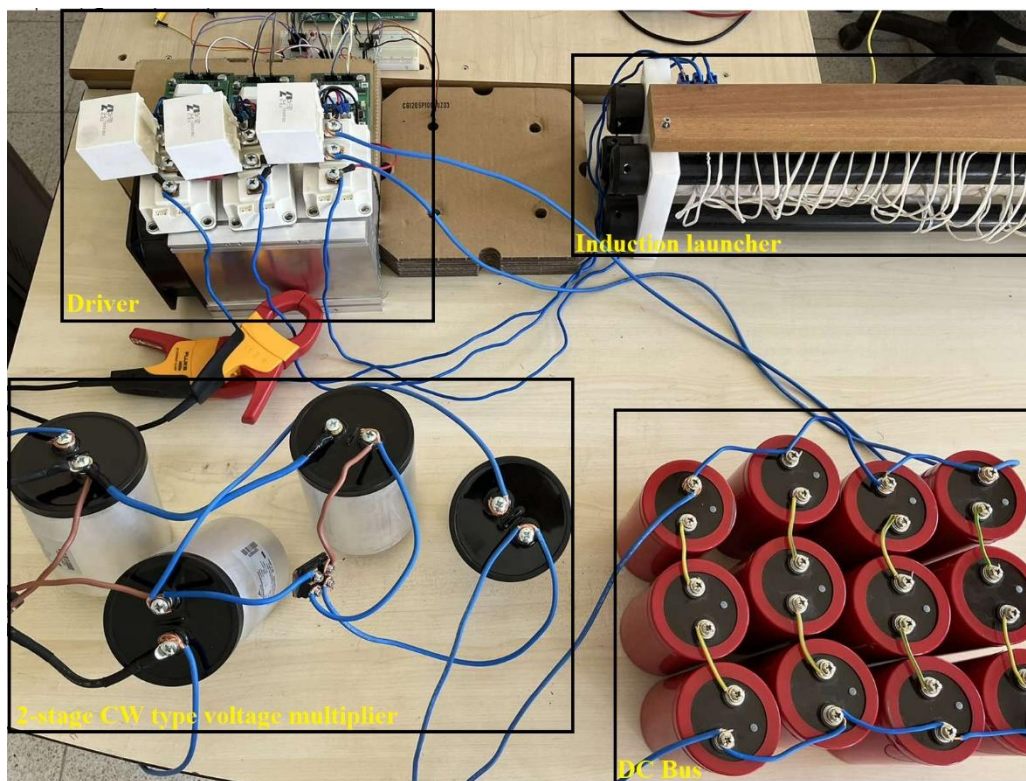


Figure 6. New driver system with a voltage multiplier.

Table 4. The voltage multiplier components and their parameters.

Capacitors	B25690A1507K101 500 μ F 1200 V Film Capacitors
Diodes	VS-HFA220FA120 1200 V 220A

A single-stage voltage multiplier generates 678 V DC voltage from a maximum 243 V phase-neutral voltage. With a 2-stage voltage multiplier, an approximate 1200 V DC voltage is obtained. During the launching tests, it was observed that the energy expended during launch caused a voltage drop across the bus capacitors. The variation in inverter input voltage, phase currents, and phase-neutral voltages for an output voltage of 280 V from the voltage multiplier and an output frequency of 270 Hz from the inverter is shown in Figure 7.

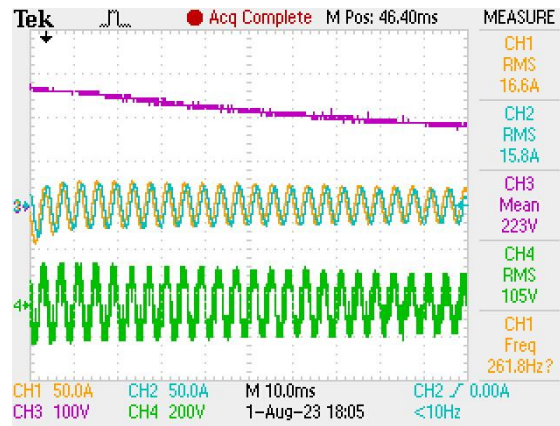


Figure 7. Variation of inverter input voltage, phase-neutral voltage and phase currents in the driver system with a voltage multiplier.

With the additional voltage multiplier model, voltage increase was performed while maintaining a constant ratio between projectile velocity and frequency. The measurement results corresponding to the new values are provided in Table 5. During the tests, the IGBTs' limit voltage of 1200 V was not exceeded. Under this restriction, the voltage was raised up to a maximum of 1140 V at the multiplier output. With a voltage multiplier, a frequency of 410 Hz and a projectile velocity of 25 m/s were achieved. After the determination of the maximum attainable frequency and projectile velocity, the increasing frequency test was initiated. Table 6 provides projectile velocity for an increasing frequency range of 0-410 Hz at an 1140 V DC inverter input. It has been observed that the speed value of 25 m/s was successfully achieved with the increasing frequency.

Table 5. Measurement results on the new system.

Grid Voltage (V)	Voltage multiplier output voltage (V)	Inverter input voltage after the launch (V)	Output Frequency (Hz)	Phase-neutral Voltage (V)	Phase Current (A)	The velocity of the projectile with a length of 200 mm (m/s)
125	680	607	310	283	34,7	15,38
139	759	641	330	296	36	16,67
152	835	715	350	331	37,7	18,18
173	952	802	370	377	40,7	20
198	1060	880	390	410	44,2	22,22
228	1140	975	410	452	49,7	25

Table 6. Measurement result for increasing frequency application with voltage multiplier.

DC bus voltage (V)	Output frequency (Hz)	The velocity of the projectile with a length of 200 mm (m/s)
1140	0-410	25

3. RESULTS

In the scope of this study, a conventional 3-phase inverter was developed as a driver for a linear induction launcher, and increasing frequency was employed to enhance the projectile velocity. To implement this approach, SVPWM technique and V/f control method were implemented. MATLAB/Simulink was used as the software component and TMS320F28335 DSP served as the hardware component to realize the control characteristics. By rectifying the adjustable grid source, a maximum DC voltage of 532 V was obtained at the inverter input. With use of increasing frequency application, it led to achieving a frequency of up to 290 Hz on the launcher and a projectile velocity of 14.28 m/s. To surpass the limitation imposed by the maximum output voltage of 532 V from the grid, a CW voltage multiplier was employed to elevate the direct bus voltage. With the addition of a 2-stage CW voltage multiplier to the grid output, the inverter input voltage was increased to 1140 V. This enabled achieving a frequency of 410 Hz and a projectile speed of 25 m/s. The established system is adaptable for testing various inverter topologies and control methods. In future work, by implementing new techniques, higher voltage and frequency values can be achieved, thereby resulting in even higher velocities for the projectile.

ACKNOWLEDGMENT

This work was financially supported by TÜBİTAK, project number 123E061.

REFERENCE

- [1] Cowan, M., Cnare, E. C., Duggin, B. W., Kaye, R. J., and Tucker, T. J. (1986). The reconnection gun. *IEEE Transactions on Magnetics*, 22(6), 1429–1434.
- [2] Burgess, T. J., Cnare, E. C., Oberkampf, W. L., Beard, S. G., and Cowan, M. (1982). The Electromagnetic θ Gun and Tubular Projectiles. *IEEE Transactions on Magnetics*, 18(1), 46–59.
- [3] Mongeau, P., and Williams, F. (1982). Arc-Commutated Launcher. *IEEE Transactions on Magnetics*, 18(1), 42–45.
- [4] Driga, M. D., Weldon, W. F., and Woodson, H. H. (1986). Electromagnetic induction launchers, *IEEE Transactions on Magnetics*, 22(6), 1453–1458.
- [5] Ying, W., Marshall, R. A., and Shukang, C. (2004). *Physics of Electric Launch*, Science Press, Beijing, China.
- [6] Johnson, A. P. (2005). *High Speed Linear Induction Motor Efficiency Optimization*, M. S. Thesis, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, USA.
- [7] Lu, J., and Ma, W. (2011). Investigation of phase unbalance characteristics in the linear induction coil launcher, *IEEE Transactions on Plasma Science*, 39(1), 110–115.

- [8] Hasırcı, U., and Tunceroğlu, Ç. (2023). A simple hardware and software combination for producing switching signals of a three-phase inverter, *Balkan 7th International Conference on Applied Sciences*, 7, 188-198.
- [9] Cockroft, J. D., and Walton, E. T. S. (1932). Experiments with high velocity positive ions. II. the disintegration of elements by high velocity protons, *Proceedings of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 137(833), 229–242.
- [10] Araujo, W. L., and Campos, T. P. R. (2011). Design of a high DC voltage generator and D-T fusor based on particle accelerator, *International Nuclear Atlantic Conference - INAC 2011*, 42(48), 36–42.

INVESTIGATION OF BUBBLE BEHAVIOR IN MICROCHANNEL HEAT SINKS

RA, Alperen EVCİMEN

Recep Tayyip Erdoğan Uni., - 0000-0002-5337-5952

Assoc. Prof., Burak MARKAL

Karadeniz Technical Uni., 0000-0001-6356-3503

ABSTRACT

Undesired thermal power generation occurs in electronic processing units, such as microprocessors. It adversely affects the component's performance and decreases efficiency of it when the generated thermal power cannot be removed. Cooling techniques, especially those involving phase change, are effective methods used to enhance heat transfer from such components. Microchannel heat sinks, in which the ratio of heat transfer surface area to volume are high, have attracted the attention of researchers as a means to improve heat transfer geometrically. Flow boiling in microchannels is a popular area of research for heat transfer, as it combines both methods that enhance heat transfer at the individual level. Bubble behavior is one of the key factors affecting heat transfer in flow boiling in microchannels. In this regard, the bubble formation process in a heat sink consisting of eleven parallel microchannels with a hydraulic diameter of 333 μm was examined, and flow images were obtained via a high-speed camera (5000 fps) in this study. Deionized water, used as the coolant, enters the heat sink with a mass flowrate of 160 $\text{kg m}^{-2} \text{s}^{-1}$ at the temperature of 60 $^{\circ}\text{C}$. Heating power at values of 105 W, 115 W, 125 W, 135 W, and 145 W was applied to the copper block located under the heat sink through cartridge heaters. In the obtained flow images, it was observed that some bubbles were suppressed by different bubbles growing in the opposite direction before they could complete their growth/development process. In the annular flow regime, in addition to the evaporation occurring at the liquid film - vapor interface, it was observed that the bubble formed in the liquid film merged with the central vapor region. The movement of bubbles was also observed to affect the behavior of other bubbles in the images.

Key Words: micro-channel, flow boiling, bubble behavior

1. INTRODUCTION

Microprocessors are electronic devices consisting of subcomponents such as transistors. With advancements in manufacturing technology, it is observed that the number of transistors in microprocessors has reached billions [1]. In turn, the heat generated by billions of components causes temperatures to rise, negatively affecting the performance of the unit. In order for such units to operate without losing functionality, they need to be adequately cooled using an appropriate method. To cool the components, some effective cooling methods are employed, such as impinging jet flow [2], heat pipes [3], vortex tubes [4], and flow boiling in microchannels [5, 6]. The high heat transfer surface-to-volume ratio of microchannel heat sinks provides an advantage for use in components requiring compactness. In flow boiling of microchannels, higher thermal performance is achieved compared to single phase flow; the basic reason is the utilization of the latent heat. Steinke and Kandlikar [7] stated that a heat transfer coefficient with value of $10 \text{ kW m}^{-2} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ was achieved regarding single-phase flow in a microchannel with $200 \text{ }\mu\text{m}$ hydraulic diameter, while in flow boiling this value could exceed $100 \text{ kW m}^{-2} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$. Researchers have conducted experimental and numerical studies to examine heat transfer parameters in microchannels with flow boiling. Halon et al. [8] has done a study in a channel with the shape of rectangular ($1000 \text{ }\mu\text{m}$ hydraulic diameter) to observe flow patterns with the working fluid R245fa. They commemorated flow patterns, which are bubbly flow, elongated bubble flow, churn-annular flow, and annular flow. Vermaak et al. [9] experimentally examined flow instabilities and gravity effects in a channel with rectangular cross-section. The applied heat flux between 0.3 W cm^{-2} and 1.51 W cm^{-2} . They noted that flow instabilities reached a maximum level at angular positions of 0° and 180° , while relatively low-frequency flow instabilities were observed at other positions (30° , 60° , and 90°). Li and Wu [10] experimentally examined boiling flow in a heat sink (hydraulic diameter: $400 \text{ }\mu\text{m}$) with bidirectional flow and a conventional microchannel heat sink with unidirectional flow. With the designed counterflow microchannel heat sink, the heat transfer coefficient was improved by 33.8% to 57.2% compared to conventional unidirectional heat sinks. Lee et al. [11] performed an experimental attempt using HFE-7200 as the working fluid in a copper microchannels. The cases including porous coating and uncoated surfaces were considered. They observed similar flow patterns in both heat sinks; but, in the coated one, they noted an earlier transition from bubbly to elongated bubble flow. Zhuan and Wang [12] conducted a numerical analysis using a tube ($500 \text{ }\mu\text{m}$ hydraulic diameter) and the working fluids R-134a and R-22. They determined boundary conditions for mass flow rates ranging from $350 \text{ kg m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ to $2000 \text{ kg m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ and heat fluxes ranging from 0.4 W cm^{-2} to 12.9 W cm^{-2} . They noted the influence of bubble growth and coalescence on flow pattern changes at high mass and heat flux and mentioned that the flow patterns obtained at the microchannel outlet through numerical analysis were similar to experimental results.

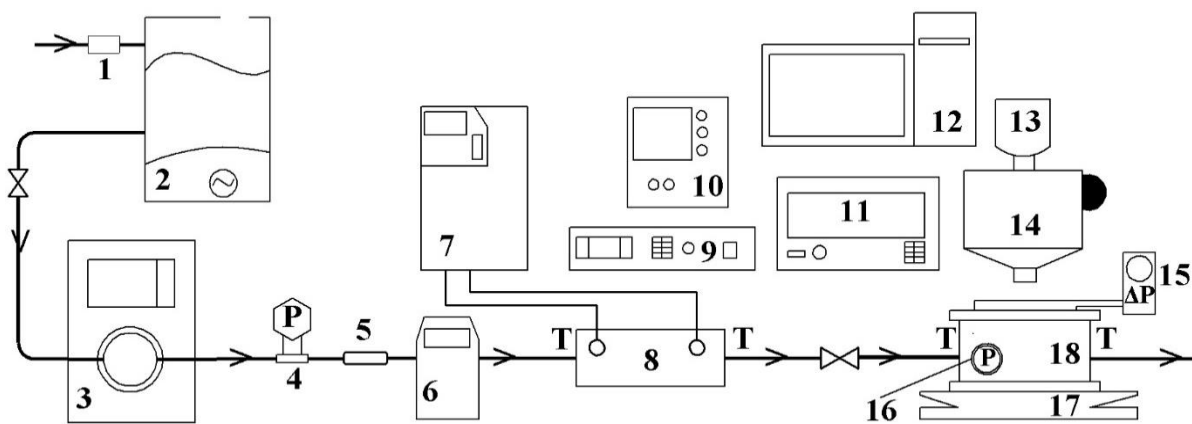
For literature summary on flow boiling in microchannels has been presented above, emphasizing the significance of flow patterns. Flow patterns result from the interaction of the generated bubble with both the channel geometry and the liquid phase region and exhibit a dynamic structure. A key factor playing a fundamental role here is bubble dynamics, and the study of the bubble's evolution and development over time is of utmost importance for understanding the underlying physical mechanisms. One critical aspect of flow boiling in

microchannels is that the bubble formation process occurs in significantly less than a second. Therefore, in this study, detailed analysis of bubble dynamics was conducted by capturing flow images at 5000 frames per second in a parallel microchannel heat exchanger with 333 μm hydraulic diameter. The results were examined through flow images.

2. EXPERIMENTAL STUDIES

2.1. Experimental Layout

The experimental layout and the list of equipment used for the investigation of bubble behavior in parallel microchannels are provided in Fig. 1. Deionized water was boiled vigorously to remove dissolved gases in the experiments. Deionized water was passed through a microfilter and then filled into a tank. The working fluid in the tank was pressurized using a micro pump. The line pressure was monitored using a manometer, on the other hand flow rate of the deionized water passing through the line was controlled with a flow meter. After the volumetric flow meter, working fluid temperature raised to the desired level using a plate heat exchanger and a constant-temperature bath. For this study, fluid inlet temperature in the test section is 60°C. Fluid enters the test section which was placed on the microscope stand and exits the test section open to the atmosphere. All data obtained from the thermo-elements and pressure transducers in the experimental setup are transferred to the computer through the data acquisition unit and recorded. An absolute pressure sensor was used for measuring inlet pressure, and a differential pressure sensor was used to measure the inlet-outlet pressure difference. Required power for the pressure sensors was supplied by a DC power source. Cartridge heaters in copper block in the test area are electrically powered by AC power supply. Flow images were captured during the experiment using a camera attached to the microscope and recorded on a computer.



1	Filter	7	Temperature bath	13	High-speed camera
2	Fluid tank	8	Heat exchanger	14	Microscope
3	Micropump	9	AC power unit	15	Differential pressure gauge
4	Manometer	10	DC power unit	16	Absolute pressure gauge

Figure 1. Experimental setup

5	Checkvalve	11	Data acquisition unit	17	Stand
6	Volumetric flowmeter	12	Computer	18	Test section

Test section, as given in the Fig. 2, comprises of a Teflon body, a heat sink, a copper block, pressure sensors, and compression plates. Since the sensor dimensions are larger than the microchannel dimensions, measurements are taken from the inlet and outlet chambers located before and after the heat sink to ensure that the flow within the microchannels is not affected. The inlet temperature is obtained from a thermocouple placed in the inlet chamber. The outlet temperature is obtained from a thermocouple placed in the outlet chamber. Pressure transducer (absolute) is assembled to inlet chamber, and its differential counterpart is assembled to the inlet and outlet chamber through ports. A parallel microchannel heat sink is placed on the block where the cartridges heaters are located. To visualize the flow taking place within the microchannel, a heat-resistant transparent cover is placed on top of the heat sink, and the test section is assembled with compression plates.

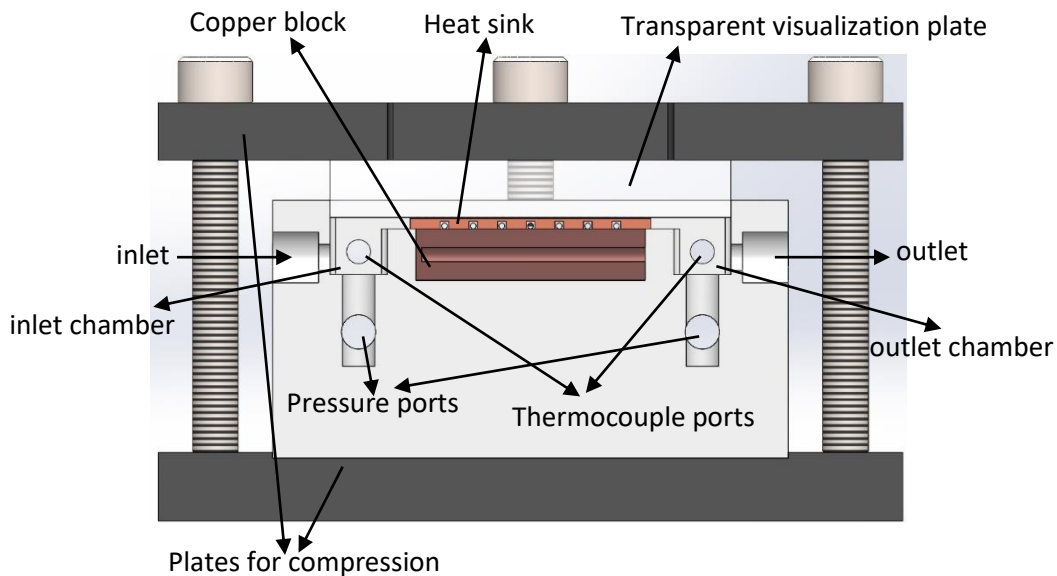


Figure 2. Cross-section view of test section

Eleven parallel channels, each with 333 μm hydraulic diameter, form heat sink. The thermocouples placed to the grooves milled into the bottom of heat-sink. Dimensions of relevant heat sink and location of thermocouples are provided in Fig. 3.

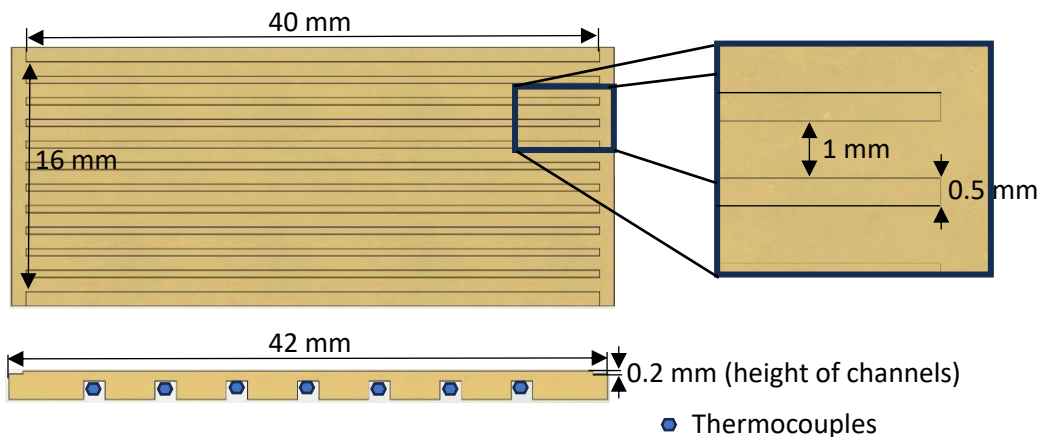


Figure 3. Solid model of parallel wall heat sink

The experiment followed the following steps sequentially:

- Deionized water was vigorously boiled before the experiment to remove dissolved gases.
- The working fluid is introduced into the heat exchanger at $160 \text{ kg m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ mass flux through a micro pump. The flow-rate of fluid is continuously monitored with the help of a volumetric flow meter.
- The preheated working fluid from the heat exchanger entered the test section at a temperature of $T_g = 60^\circ\text{C}$.
- After ensuring steady-state flow conditions, a power of 105 W is applied using an AC power unit, and measurements are expected to become steady. A temperature range of $\pm 0.5^\circ\text{C}$ from the values read from the thermocouples is considered an acceptable range for pseudo-steady-state conditions. Once the conditions are met, the data collected from the data logger is recorded.
- Flow images are recorded with a high-speed camera.
- Power levels is increased in 10 W increments up to 145 W, and the procedure is repeated from step 4 onwards.
- The experiment is terminated when the final power value is reached.

2.2. Explanation of Formulas

The mass flux of the deionized water is expressed by the equation.

$$G = \frac{\dot{V} \rho_f}{A_g} \quad (1)$$

Here, \dot{V} represents the flow rate ($\text{m}^3 \text{ s}^{-1}$), ρ_f is fluid density (kg m^{-3}), and A_g symbolized inlet cross-sectional area for the heat sink (m^2). Effective heat flux is defined by following equation.

$$q_e'' = \frac{q_a - q_k}{A_{pl}} \quad (2)$$

Where q_a represents the applied thermal power (W), q_k denotes heat loss from the test zone (W), and A_{pl} signifies the platform area of the heating block (m^2). The method for calculating heat loss occurring in test zone has been previously described in the previous paper of authors [13]. The associated heat loss is calculated using the following equation.

$$q_k = 0.0679 \Delta T_a - 0.00395 \quad (3)$$

Here, ΔT_a (K) represents a temperature difference. In this difference, environment temperature (24°C) is subtracted from the arithmetic mean temperature read by temperature sensors.

The below equation is given for heat transfer coefficient:

$$h_p = \frac{q_a - q_k}{A_{ta}(T_w - T_d)} \quad (4)$$

Where A_{ta} represents total value of area for heat transfer (m^2), T_w denotes the surface temperature of the microchannel, and T_d represents saturation temperature of heat transfer fluid at given pressure. Saturation temperature is calculated using the inlet and outlet pressures [14]. The sensitivities and operating ranges for the devices used in the experiment have been presented in the previous paper of authors [14]. Uncertainty analysis calculations for calculated/derived quantities were performed following procedure described by Kline and McClintock [15] and are given in Table 1.

Table 1. Uncertainty results

Quantity	Uncertainty
Pressure drop, ΔP [Pa]	$\pm 0.08\%$
Inlet pressure, P_g [Pa]	$\pm 0.05\%$
Temperature, T [$^{\circ}C$]	± 0.1 $^{\circ}C$
Heating power, q_a [W]	$\pm 0.6\%$
Volumetric flow rate, \dot{V} [$ml\ min^{-1}$]	$\pm 0.2\ ml\ min^{-1}$
Mass flux, G [$kg\ m^{-2}\ s^{-1}$]	$\pm 2.72\%$
Effective heat flux, q_e'' [W]	$\pm 2.79 - 2.88\%$
Heat transfer coefficient, h_{tp} [$W\ m^{-2}\ K^{-1}$]	$\pm 3.94 - 10.95\%$

3. EVALUATION OF OUTCOMES AND COMPREHENSIVE

In scope of this experimental study, bubble behavior was investigated under different conditions. Working fluid, deionized water, enters microchannels at $60^{\circ}C$ and $160\ kg\ m^{-2}\ s^{-1}$. To observe bubble behavior, the microchannel heat sink was applied to electrical power values of 105 W, 115 W, 125 W, 135 W, and 145 W, where boiling occurred sequentially. The boiling curve and local surface temperature (at the position corresponding to the thermo-element closest to the outlet) graphs for the heat sink are presented, respectively in Fig. 4a and b. In Figure 4a, temperature difference increases with increasing heat flux. On the other hand, difference between surface temperature of heat-sink and saturation temperature of working fluid at the given thermal power increases as effective heat flux increases. Change in surface temperature in relation to heat flux is depicted in Fig. 4b. Under the given conditions, the maximum temperature difference and surface temperature are $2.93^{\circ}C$ and $103.1^{\circ}C$, respectively.

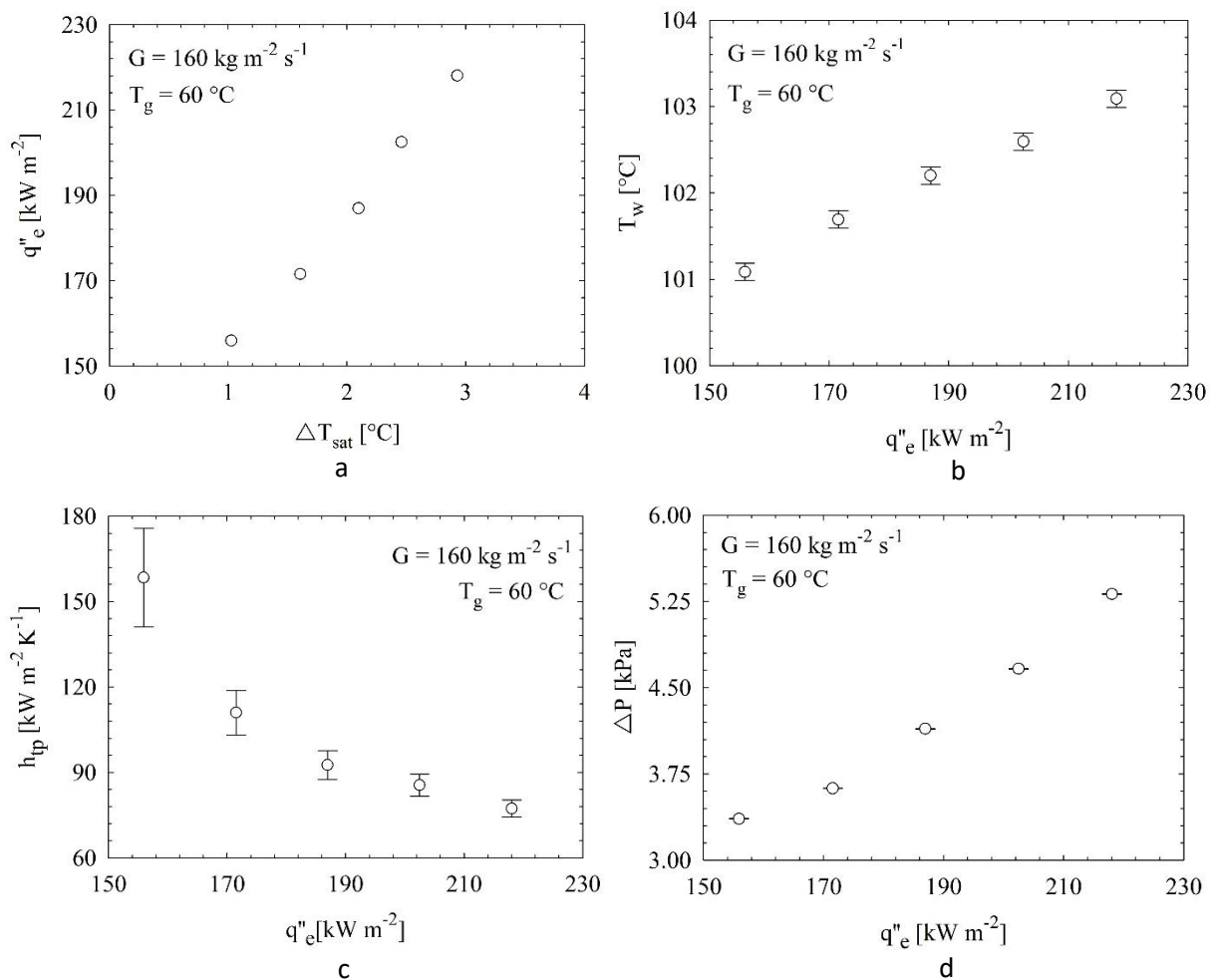


Figure 4. Boiling curve (a), surface temperature (b), heat transfer coefficient (c), pressure drop (d)

In Figure 4c, it is observed that a monotonic decrease is valid for heat transfer coefficients from $158.40 \text{ kW m}^{-2} \text{ K}^{-1}$ to $75.31 \text{ kW m}^{-2} \text{ K}^{-1}$. Decrease in h_{tp} with increasing heat flux may be explained by Equation 3 in the previous section. The rapid removal of thermal energy from surface under conditions close to the initial values of saturated boiling is related to the decrease in the rate of heat removal from the surface due to the increasing saturation conditions. In Figure 4d, note that pressure drop values are approximately linearly proportional to heat flux increase. This type of change obtained with increasing effective heat flux is a result of the increase in heat transfer in components contributing to pressure. These components are acceleration and friction pressure drop components.

The flow images obtained from the microchannel at 125 W thermal power are presented in Figs. 5a-h. It is seen from the images that the flow pattern is in the annular flow regime. In liquid

film part of annular flow, bubble formation begins and develops (Fig. 5a). The growing bubble affects the liquid-vapor interface and disrupts its linearity (Fig. 5b). Subsequently, the bubble merges with the central vapor region (Fig. 5c). In Figure 5d, it can be seen that bubble merges with the central vapor region, and the liquid-vapor interface expands toward the microchannel wall surface. The formation of bubbles in the liquid film and their subsequent merging with the central vapor region cause oscillations in the liquid-vapor interface. As shown in Figs. 5e-h, these oscillations are damped within approximately 0.6 ms, and the liquid-vapor interface partially becomes linear.

Flow images observed for the case where a thermal power of 115 W is applied are given in Figs. 6a-h. The bubbles in the images move counter to the flow direction (Figs. 6a-d). Possible

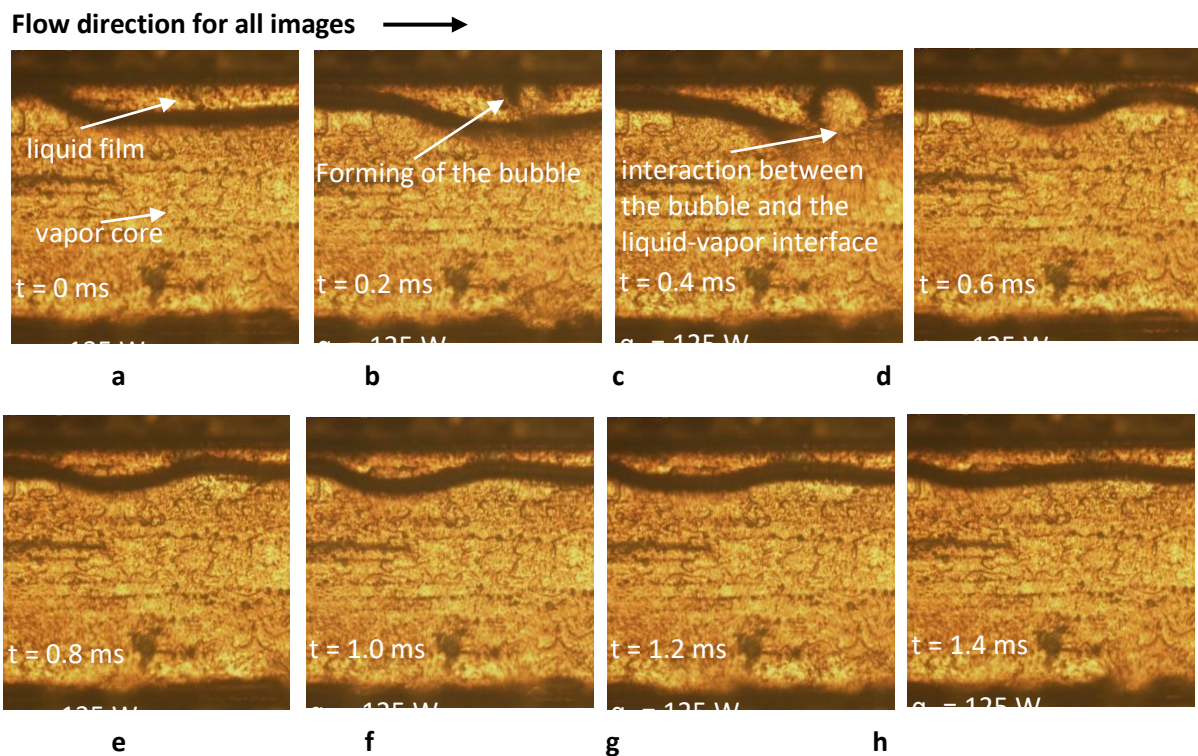


Figure 5. Bubble formation in liquid film

reasons for this situation could be the interaction between parallel channels, or a bubble that is not visible in the images but forms further location in the microchannel and continues to expand towards the channel entrance after it has reached the size (circumferentially) to cover the channel. After a while, the bubble continues to move in the direction of the flow and leaves the image area (Figs. 6e to h).

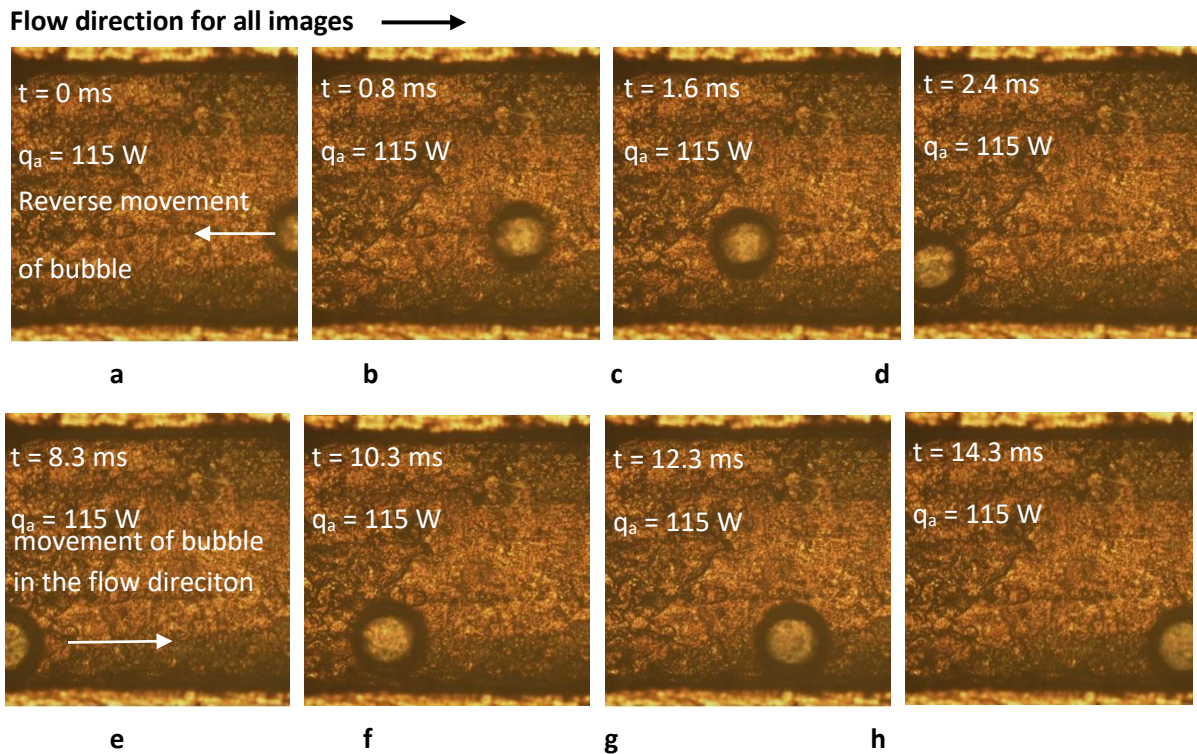


Figure 6. Reverse movement of bubble

Bubbles within the microchannel interact with each other in various ways. A bubble growing against the direction of flow can push other bubbles towards the channel inlet or affect the development of the bubble. Different bubbles can merge to form a larger bubble. One bubble can displace another bubble, leading to various events (changes in movement, collapse, merging, etc.). Figures 7a-p illustrate the interactions undergone by a bubble moving in the flow direction. In Figure 7a, the bubble seen on the far left is moving in the direction of the flow and merging with a nearby bubble. The bubble merging images are shown in Figs. 7a-d. After the merger, the bubble continues to move in the direction of the flow and merges with another bubble (Figs. 7e to h). After the merger, the bubble, while moving in the same direction, affects a bubble in front of it, causing it to move in the direction of the flow (Figs. 7i-l). The affected bubble merges with another bubble in front of it (the rightmost bubble). Previously merged bubbles move as a single bubble in the direction of the flow, and this particular bubble also merges with the large bubble in front of it (Figs. 7m-p). The moments of bubble merging were captured at 5000 fps. Images capturing the moments of bubble merging are shown in Fig. 7c, g, and o. When the bubble boundaries interact with each other, the bubbles lose their spherical shape, and their boundaries mix. After the merger, the resulting bubble returns to a spherical shape.

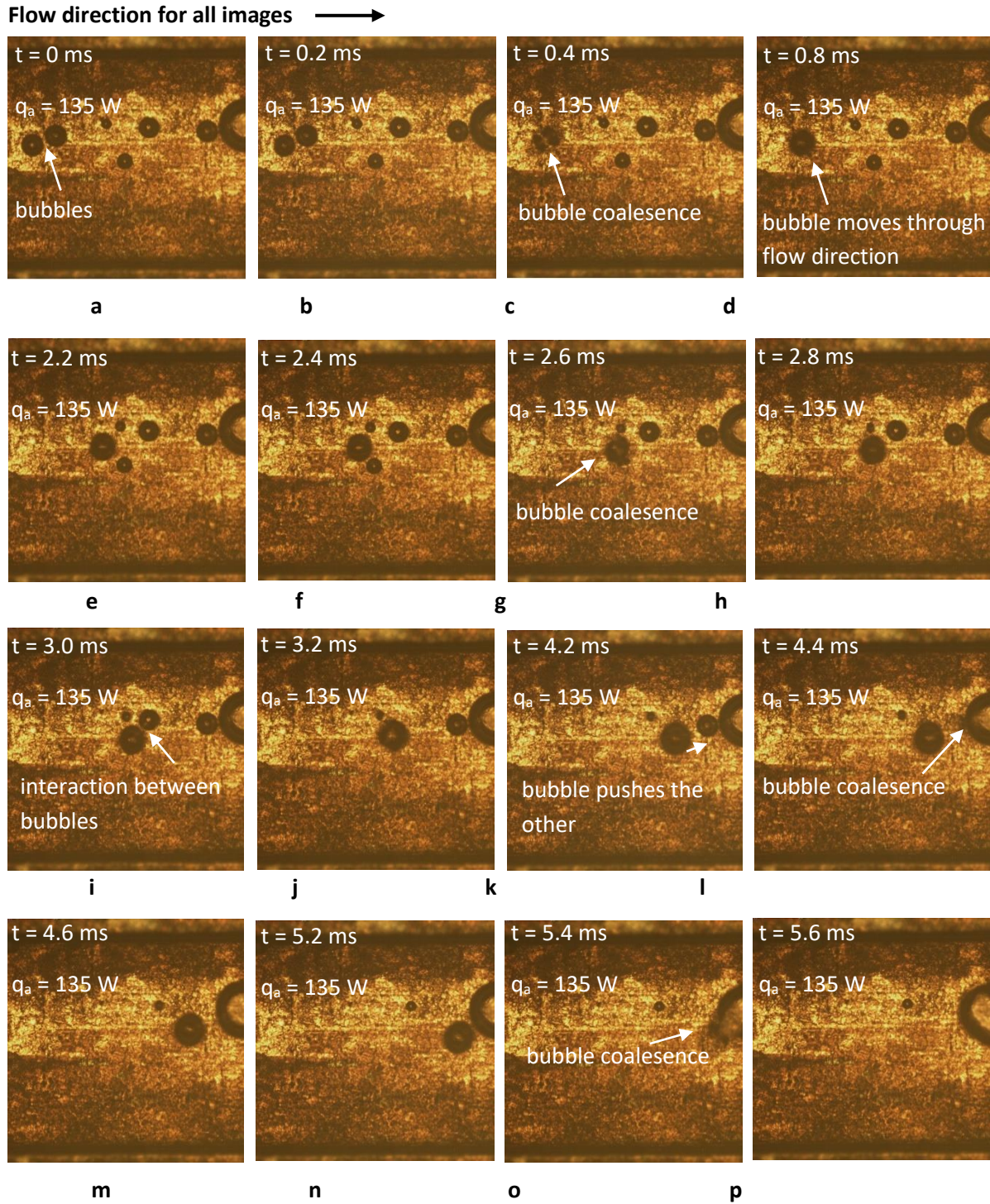


Figure 7. Interaction between bubbles

4. CONCLUSIONS

Experimental efforts were conducted regarding examination of boiling flow in a parallel microchannels. To examine bubble behavior/interactions, a parallel microchannel heat sink consisting of eleven microchannels (hydraulic diameter: 333 μm) was used. To explore the two-phase region, heating power inputs of 105 W, 115 W, 125 W, 135 W, and 145 W were applied to heat-sink, and flow images were recorded at 5000 fps during the experiments. The obtained flow images were analyzed, and bubble behavior/interactions were discussed in Section 3, supported by flow images.

- In the annular flow regime, a central vapor region is encircled by a liquid film. The heat transfer mechanism involves evaporation at the liquid-vapor interface in this regime. This study has demonstrated that bubble formation can occur within the liquid film in the annular flow pattern. Formed bubble merges with the central vapor region through the liquid-vapor interface.
- Bubbles formed within the microchannel rapidly grow, reaching the channel width, where they are confined by the channel walls. The confined bubble continues to expand along the channel direction, sometimes towards the channel inlet. Conversely, a bubble growing in the counter direction to the flow can lead to the collapse/extinction of other bubbles or their movement toward the channel inlet. A bubble expanding towards the channel inlet may continue to grow in the opposite direction by merging with other bubbles.
- Bubbles interact with each other while in motion or at rest (expanding or contracting). A rapidly growing bubble can suppress the growth of another bubble or cause its collapse. As a bubble travels along the channel, it can merge with other bubbles to continue its movement. It can also influence the redirection of another bubble. As a result of this effect, a stationary bubble may start moving and merge with other bubbles.

Acknowledgments

The present study has been performed via support of the Scientific and Technological Research Council of Turkey (TÜBİTAK), and the relevant project number is 219M142.

REFERENCES

- [1] H. El-Aawar, “Increasing the Transistor Count by Constructing A Two-Layer Crystal Square on A Single Chip,” *International Journal of Computer Science and Information Technology*, vol. 7, no. 3, pp. 97–105, Jun. 2015, doi: 10.5121/ijcsit.2015.7308.
- [2] B. Markal and O. Aydın, “Experimental investigation of coaxial impinging air jets,” *Appl Therm Eng*, vol. 141, pp. 1120–1130, Aug. 2018, doi: 10.1016/j.applthermaleng.2018.06.066.
- [3] B. Markal and R. Varol, “Thermal investigation and flow pattern analysis of a closed-loop pulsating heat pipe with binary mixtures,” *Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering*, vol. 42, no. 10, Oct. 2020, doi: 10.1007/s40430-020-02618-6.
- [4] B. Markal, O. Aydın, and M. Avci, “Exergy analysis of a counter-flow Ranque-Hilsch vortex tube having different helical vortex generators,” 2012.
- [5] B. Markal and B. Kul, “Combined influence of artificial nucleation site and expanding cross section on flow boiling performance of micro pin fins,” *International Communications in Heat and Mass Transfer*, vol. 135, Jun. 2022, doi: 10.1016/j.icheatmasstransfer.2022.106081.
- [6] B. Markal, B. Kul, M. Avci, and R. Varol, “Effect of gradually expanding flow passages on flow boiling of micro pin fin heat sinks,” *Int J Heat Mass Transf*, vol. 197, Nov. 2022, doi: 10.1016/j.ijheatmasstransfer.2022.123355.
- [7] M. E. Steinke and S. G. Kandlikar, “An experimental investigation of flow boiling characteristics of water in parallel microchannels,” *J Heat Transfer*, vol. 126, no. 4, pp. 518–526, Aug. 2004, doi: 10.1115/1.1778187.
- [8] S. Halon, Z. Krolicki, R. Revellin, and B. Zajackowski, “Local flow patterns distribution during flow boiling in a micro channel array,” *Exp Therm Fluid Sci*, vol. 141, Feb. 2023, doi: 10.1016/j.expthermflusci.2022.110792.
- [9] M. Vermaak, D. Orejon, J. Dirker, K. Sefiane, and J. P. Meyer, “Pressure and Thermal Characterisation of Dynamic Instabilities During Flow Boiling in Micro/Mini-channels at Different Azimuth Orientations,” *Appl Therm Eng*, vol. 218, Jan. 2023, doi: 10.1016/j.applthermaleng.2022.119292.
- [10] Y. Li and H. Wu, “Experiment investigation on flow boiling heat transfer in a bidirectional counter-flow microchannel heat sink,” *Int J Heat Mass Transf*, vol. 187, May 2022, doi: 10.1016/j.ijheatmasstransfer.2021.122500.
- [11] V. Y. S. Lee, G. Henderson, A. Reip, and T. G. Karayiannis, “Flow boiling characteristics in plain and porous coated microchannel heat sinks,” *Int J Heat Mass Transf*, vol. 183, Feb. 2022, doi: 10.1016/j.ijheatmasstransfer.2021.122152.
- [12] R. Zhuan and W. Wang, “Flow pattern of boiling in micro-channel by numerical simulation,” *Int J Heat Mass Transf*, vol. 55, no. 5–6, pp. 1741–1753, Feb. 2012, doi: 10.1016/j.ijheatmasstransfer.2011.11.029.
- [13] B. Markal and B. Kul, “Effect of a new type staggered pin fin configuration on flow boiling characteristics of micro-heat sinks,” *Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering*, vol. 45, no. 10, p. 552, Oct. 2023, doi: 10.1007/s40430-023-04483-5.
- [14] B. Markal and B. Kul, “Influence of downstream cross-sectional area ratio on flow boiling characteristics of expanding micro pin fin heat sinks,” *International Communications in Heat and Mass Transfer*, vol. 143, Apr. 2023, doi: 10.1016/j.icheatmasstransfer.2023.106689.
- [15] S.J. Kline, F.A. McClintock, Describing uncertainties in single-sample experiments. *Mech. Eng.* 75 (1953) 3–8.

INVESTIGATION THE EFFECT OF A DISTRIBUTOR USING A SUPERSONIC NOZZLE ON THE COOLING SYSTEM

Msc. İlker COŞAR

Yildiz Technical University, -0009-0009-8580-1627

Prof. Dr. Ali PINARBAŞI

Yildiz Technical University, -0000-0001-8734-6730

ABSTRACT

Evaporators are important components in refrigeration systems and their size is determined by the size of the refrigeration unit. The fluid enters the evaporator as saturated vapor, then liquid particles in the fluid are evaporated by extracting heat from the environment. The fluid exits the evaporator as superheated vapor and completes the cycle by going towards the suction line. Evaporators can consist of multiple circuits to ensure even distribution of heat absorption from the finned surfaces. A distributor is placed between the expansion valve and the evaporator to feed the circuits. Non-uniform refrigerant flow in the distributor can negatively impact the capacity and COP of the cooling system. This study aims to propose various distributors to achieve homogeneous distribution of refrigerant in each circuit of the evaporator. The two-phase flow analysis of the distributor designed using supersonic nozzle will be conducted in the ANSYS CFX 2022 program. The flow profile obtained from the designed distributor will be compared with distributors in existing literature.

Keywords: Evaporator, distributor, supersonic nozzle, COP

1. INTRODUCTION

The purpose of the cooling cycle is for the refrigerant to absorb heat from the cooled environment and evaporate. The main parameters that affect the cooling performance of the evaporator, which is the main component of the cooling cycle, are non-uniform flow distribution within the pipes, pressure drop on the air and refrigerant sides, heat transfer rate, and superheat degree. The main problem in evaporators is how to improve the heat transfer efficiency.

Through literature research, it has been found that the main factors affecting the heat transfer efficiency in the evaporator are the following three aspects:

- 1 - Low convective heat transfer coefficient: Non-uniform heat transfer on the air and refrigerant sides (approximately 15% ~ 25%).
- 2 - Evaporator piping arrangement and manufacturing technology (approximately 15% ~ 25%).
- 3 - Incorrect distribution of the two-phase refrigerant (approximately 30% ~ 50%).

Factors 1 and 2 can lead to incorrect distribution of the two-phase refrigerant in some circuits of the evaporator. This is because factors 1 and 2 can cause significant overheating in some refrigerant circuits in the evaporator and the presence of liquid refrigerant at the outlets of other circuits, ultimately altering the flow characteristics of the refrigerant.

The above-mentioned factors 1 and 2 are relatively weaker compared to the influencing factor mentioned in point 3. [1] , [2]

In the distribution process of the two-phase refrigerant, which is affected by the instability of flow and heat transfer, the mass flow rate and quality of each downward flow circuit are not the same, resulting in phase separation. [3] , [4]

The concept of phase separation leads to incorrect distribution of the two-phase refrigerant. As a result, the effective utilization of the heat transfer area in the evaporator is hindered, leading to uneven freezing and condensation on the evaporator surface. If the refrigerant flow in each circuit of the evaporator does not complete the circuit at the same superheat degree, issues such as hunting at the expansion valve and even liquid carryover to the compressor can occur. This can cause significant performance degradation and malfunctions in the cooling system. [5] , [6]

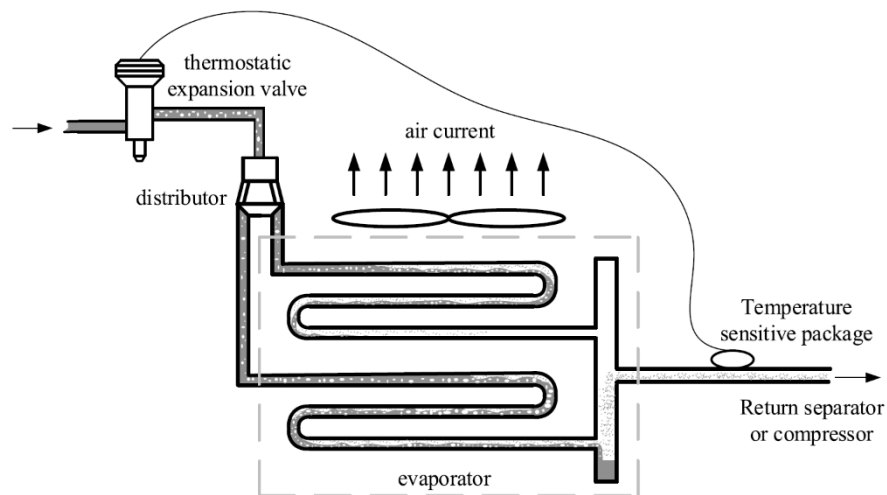


Figure 1 Mal-distribution in evaporator circuits

A schematic diagram of the fault distribution of each circuit in the evaporator is shown in Figure 1. This may be because the two-phase fluid coming out of the expansion valve is not distributed evenly through the distributor or the heat transfer rate is different in the circuits in the evaporator. This indicates that there is insufficient evaporation in the evaporator and therefore insufficient cooling. Poor distribution of liquid-gas two-phase refrigerant, especially phase separation caused by uneven heat transfer, seriously affects the evaporator heat transfer performance, resulting in a 30% ~ 50% decrease in heat transfer efficiency. [7]

Because; How to ensure uniform distribution of two-phase fluid in evaporators and restrict phase separation caused by non-uniform heat transfer has become an important issue in improving the heat transfer performance of evaporators. As an indispensable auxiliary equipment to realize uniform liquid supply to the evaporator, the distributor plays an important role in improving the heat transfer performance of the evaporator and ensuring the safe and stable operation of the refrigeration system.

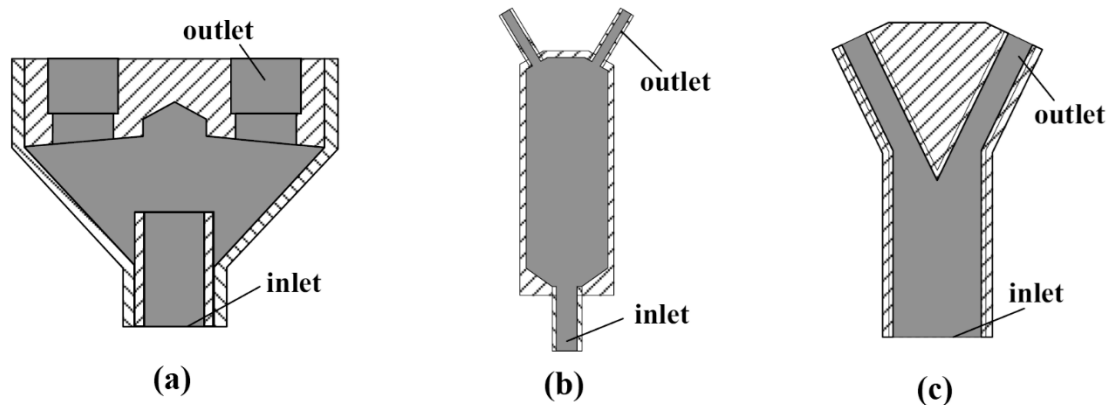


Figure 2 (a) Reflective type distributor (b) Reservoir type distributor (c) cone type distributor [6]

Simple structured distributors used in practice; Reflective type distributors [8] are used as shown in Figure 2(a), reservoir type distributors [9] are used in Figure 2(b) and cone type distributors are used in Figure 2(c). [10]

Cone type distributors are the most used distributors, especially in air conditioners. Cone type distributors consist of only a distributor chamber and outlet pipes and have the advantages of easy manufacturing and low cost. However, this type of distributors have a large volume in the chamber, which causes the velocity of the refrigerant in the chamber to be low. In this case, liquid-gas separation occurs easily in the low-speed cooler, causing large bubbles to form in the distributor chamber. In practice, distributors are often installed inclined in the narrow space of air conditioners, which leads to an asymmetric effect of gravity on the gas phase and liquid phase, and as a result, gas bubbles rise, and the liquid phase descends in the distributor.[11]

The bubble flow becomes an uncontrollable and irregular flow pattern due to the asymmetric effect of gravity. As a result, this is only suitable for splitting the refrigerant into two paths when the two-way distributors are installed symmetrically in the direction of gravity. In the case of asymmetrical installation or multi-circuit distributors, uneven distribution occurs. [6]

The key to achieving uniform distribution of refrigerant is to make the two-phase flow pattern symmetrical within the simple structured distributor. The symmetrical flow pattern will ensure the same flow rate for all outlet pipes and the same void ratio of the refrigerant when the outlet pipes are also placed symmetrically to the inlet pipe. The same flow rate and void ratio will lead to uniform distribution regardless of whether the distributor is installed symmetrically in the direction of gravity. [6]

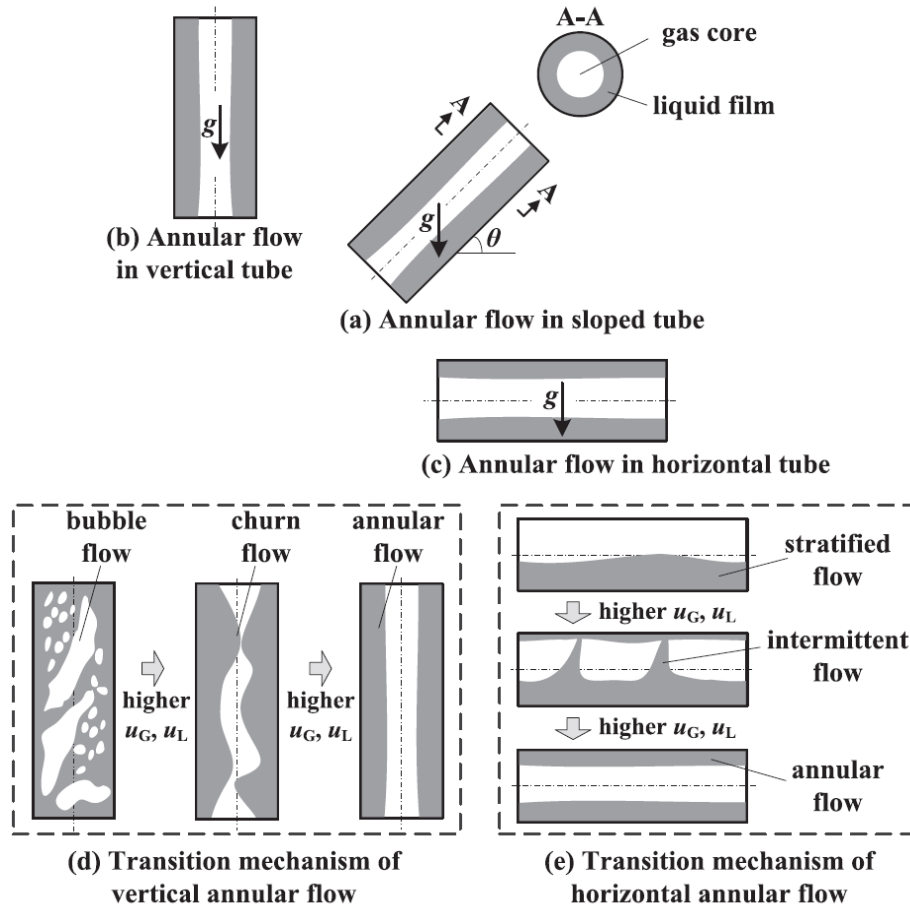


Figure 3 Mechanisms for creating annular flow in pipes [6]

Annular flow is a suitable flow pattern for uniform distribution due to its symmetrical arrangement. Annular flow involves a flow profile concentric to the wall surface of both the annular liquid film and the inlet pipe of the central gas core.[12],[13]

The idea of achieving homogeneous distribution of the refrigerant is to create a ring-shaped flow model as shown in Figure 3 and distribute this flow profile equally to the circuits in the evaporator. As shown in Fig. 3, the layout of the annular flow model is symmetrical, where the liquid phase accumulates evenly on the pipe inner wall and the gas phase accumulates in the center of the liquid phase. When all outlet pipes are also arranged symmetrically on the wall of the inlet pipe, the refrigerant mass is evenly distributed in the outlet pipes. The structure of annular flow in inclined pipes is an intermediate state between vertical annular flow and horizontal annular flow, as vertical and horizontal installations are the two critical operating conditions of distributors, as shown in Fig. 4. Vertical annular flow; As shown in Figure 3(d), it is converted from bubble flow and turbulence flow when gas bubbles begin to accumulate in a large gas core at the tube center. Horizontal annular flow; It is converted from stratified flow and intermittent flow when the gas velocity is fast enough to retain the mass of the upper liquid film in the tube, as shown in Fig. 3(e). [6]

Obtaining a ring flow profile in horizontal and vertical flows in Figure 3(d) and Figure 3(e) means that the effects of gravity on the flow rate are eliminated. Therefore, in the horizontal or vertical positioning of the distributor; A high flow rate will make the positioning of the distributor independent from the above effects.

Aziz A et al; In his experimental study, he examined the flow in the distributor using water and air two-phase fluid and realized the homogeneous distribution in the distributor at high speeds, regardless of its horizontal or vertical position. [14]

Sun et al. have solved the problem of non-uniform flow in each circuit of the downstream distributor by allowing the two-phase flow to reach the speed of sound with a sonic nozzle. In his study, he proposed that he would atomize the two-phase flow by positioning sonic nozzles at the distributor inlet after the throttle valve. In addition, in his study, by using nozzles in each distributor circuit in the rectifier type distributor, the cooling capacity was increased by 22.7% compared to the venturi distributor. [7]

In this study, based on Sun's work, the aim is to atomize the two-phase flow in the distributor by using a supersonic nozzle and to ensure the formation of the flow in the evaporator circuits as mist. In this way, an increase in cooling capacity will be achieved in parallel with the studies in the literature.

2. METHODOLOGY

The parameters obtained experimentally are limited and cannot explain the flow process details of two-phase refrigerant. Compared with experiment, using CFD can obtain more parameters such as phase distribution, velocity field and pressure distribution.

2.1 Numerical Model

After the refrigerant passes through the expansion valve, the volume fraction of the gas phase is much larger than that of the liquid phase. The gas phase is considered the primary phase and the liquid phase is the discrete phase. Phase separation and mixing occur throughout the flow process. Since the volume fraction of the separated phase is greater than 10-20%, the Euler multiphase model is applied to describe the flow phenomenon. The two-phase refrigerant flow in the distributor and inlet pipes complies with full turbulence characteristics. The standard k-epsilon model was chosen as the turbulence model because it can meet the requirements for the fully turbulent flow process.

The definition of multiphase flow as an interpenetrating continuum involves the concept of phase volume fractions, denoted here by r_α . The volume fractions represent the space occupied by each phase, and the laws of conservation of mass and momentum are satisfied by each phase separately. Derivation of conservation equations can be done by taking the overall average of the local instantaneous equilibrium for each phase or using the mixture theory approach.

In Euler's multiphase model; The volume of phase α , V_α , is defined as follows:

$$V_\alpha = \int r_\alpha dV$$

The mixture density is given by:

$$\rho_m = \sum_\alpha \rho_\alpha r_\alpha$$

Continuity equation:

$$\frac{\partial}{\partial t}(r_\alpha \rho_\alpha) + \nabla \cdot (r_\alpha \rho_\alpha U_\alpha) = S_{MS\alpha} + \sum_{\beta=1}^{N_p} \Gamma_{\alpha\beta}$$

$S_{MS\alpha}$; explain the specified mass sources.

$\Gamma_{\alpha\beta}$; It is the mass flow rate per unit volume from β phase to α phase. This term only appears if interphase mass transfer occurs. [15]

Standard k-ε model; The model is based on transport equations for turbulence kinetic energy k and dissipation velocity ε. The standard k-ε model is a two-equation turbulent model, and the turbulent kinetic energy, k, and dissipation velocity, ε, are obtained from the following equations: [15]

$$\frac{\partial}{\partial t}(r_\alpha \rho_\alpha k_\alpha) + \nabla \cdot \left(r_\alpha \left(\rho_\alpha U_\alpha - \left(\mu + \frac{\mu_{t\alpha}}{\sigma_k} \right) \nabla k_\alpha \right) \right) = r_\alpha (P_\alpha - \rho_\alpha \varepsilon_\alpha) + T_{\alpha\beta}^{(k)}$$

ve

$$\frac{\partial}{\partial t}(r_\alpha \rho_\alpha \varepsilon_\alpha) + \nabla \cdot \left(r_\alpha \rho_\alpha U_\alpha \varepsilon_\alpha - \left(\mu + \frac{\mu_{t\alpha}}{\sigma_\varepsilon} \right) \nabla \varepsilon_\alpha \right) = r_\alpha \frac{\varepsilon_\alpha}{k_\alpha} (C_{\varepsilon 1} P_\alpha - C_{\varepsilon 2} \rho_\alpha \varepsilon_\alpha) + T_{\alpha\beta}^{(\varepsilon)}$$

From the terms, $T_{\alpha\beta}(k)$ and $T_{\alpha\beta}(\varepsilon)$; represent interphase transfer for k and ε respectively. These are skipped in CFX, but can be added as user resources. The other two equation turbulence models are treated similarly.

P_α represents the effect of buoyancy forces described below. $C_{\varepsilon 1}$, $C_{\varepsilon 2}$, σ_k and σ_ε are constant coefficients, respectively.

Turbulent viscosity μ_t is calculated by combining k and ε as follows: [15]

$$\mu_{t\alpha} = c_\mu \rho_\alpha \left(\frac{k_\alpha^2}{\varepsilon_\alpha} \right)$$

Table 1 k-Epsilon turbulence model constant coefficients

Coefficient	$C_{\varepsilon 1}$	$C_{\varepsilon 2}$	C_μ	σ_k	σ_ε
	1,44	1,92	0,09	1,0	1,3

2.2 Two Phase Flow Model

2.2.1 Homogeneous Flow Model

In the homogeneous flow model, gas and liquid phase velocities are equal, in thermodynamic equilibrium between the phases, appropriately defined for two-phase flow, and a single-phase friction factor is used.

2.2.2 Split Flow Model

In the discrete flow model; At different gas and liquid phase velocities, in thermodynamic equilibrium between phases, empirical expressions are used in calculation.

Total cross-sectional area;

$$A = A_G + A_L$$

Void ratio (α); Various researchers have defined different correlations for void ratio in inhomogeneous flow. A few of the correlations used in the literature are given below. [16].

$$\alpha = \frac{A_G}{A}$$

Armand correlation; He defined the volumetric dryness degree and void ratio as follows.

$$\alpha = 0.833 \times \beta \quad ; \quad \left(\beta = \frac{\dot{V}_G}{\dot{V}} \right)$$

Zivi correlation;

$$\alpha = \frac{1}{1 + \frac{1-x}{x} \times \left(\frac{\rho g}{\rho l} \right)^{\frac{2}{3}}}$$

Fauske correlation;

$$\alpha = \left(1 + \frac{1-x}{x} \times \left(\frac{\rho g}{\rho l} \right)^{0.5} \right)^{-1}$$

2.3 Model assumption and boundary conditions

Since supersonic flow will be obtained in the flow process, it is assumed to be compressible flow and adiabatic. Compared with the throttling and expansion process, the pressure drop caused by the distributor and inlet pipes is negligible. The viscosity of the refrigerant can be considered constant. During the entire flow process, no phase change occurs, and heat transfer is not taken into account.

The mass flow rate and quality of refrigerant in each circuit of the distributor are selected to perform model validation. Fluid quality represents the ratio of gas mass to total mass. R410A was chosen as the working fluid and the physical properties of R410A were obtained by reference to its thermodynamic properties at 4°C. The inlet boundary condition was determined as the mass flow rate and the inlet quality ranged from 0.1 to 0.3. The outlet boundary condition was determined as pressure outlet. According to the assumptions, the entire surface is set as a fixed wall without heat transfer.

2.4 Model validation

Han's experimental data in his study; It was used to verify the accuracy of the simulation model. The experimental setup used by Han et al. is given in the figure. Accordingly, the main equipment used in the experimental setup are; Instead of an evaporator, it consists of an electric heater, rotary compressor, condenser and expansion valve.

Figure 7 shows the jet type distribution used in Han's experiment. The geometric model for the simulation is. There are 4 circuits in the physical model used for verification. As shown in Figure 7, the coolant flows from the bottom to the top. [5]

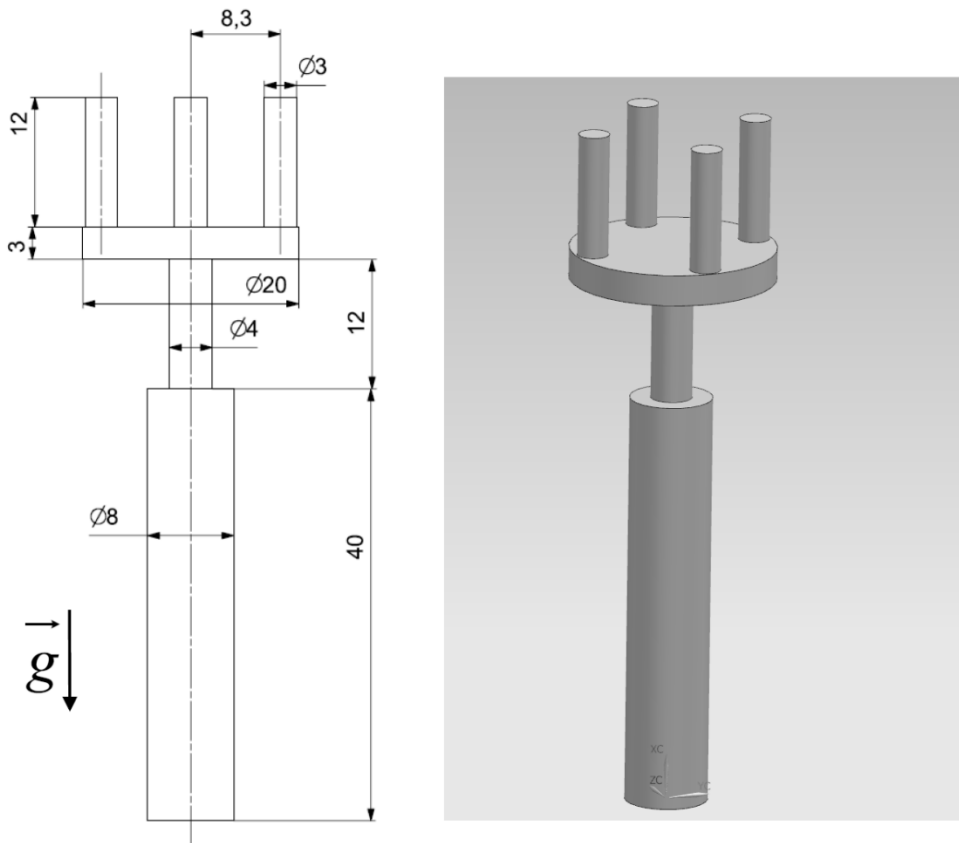


Figure 4 Han distributor model

The distance from the elbow to the L inlet of the refrigerant distributor is 40 mm. Other geometric dimensions of the simulation model are shown in detail in Figure 4.

The performance of the dispersion was calculated according to the mass flow rate range of R410A fluid being 75–100 kg/h, while the quality range was in the range of 0.1–0.3, as shown in Table 2.

Table 2 Analysis Conditions

Conditions	Mass flow rate (kg/h)	Quality (x)
1	75	0,2
2	100	0,2
3	100	0,1

The deviation of the experimental and simulation results in the Han study is as follows:

$$\delta_m = \left(\frac{m_{CFX} - m_{deneyysel}}{m_{deneyysel}} \right) \times 100\%$$

m_{CFX} is the mass flow rate calculated in the CFX analysis, $m_{deneyysel}$ is the mass flow rate obtained in the experiment.

Figure 5 shows the relative deviation of experiment and simulation under different conditions. The maximum deviation of the mass flow rate between the experimental and simulation results

is less than 8%. It shows that the CFD model has good accuracy and can be used for further study.

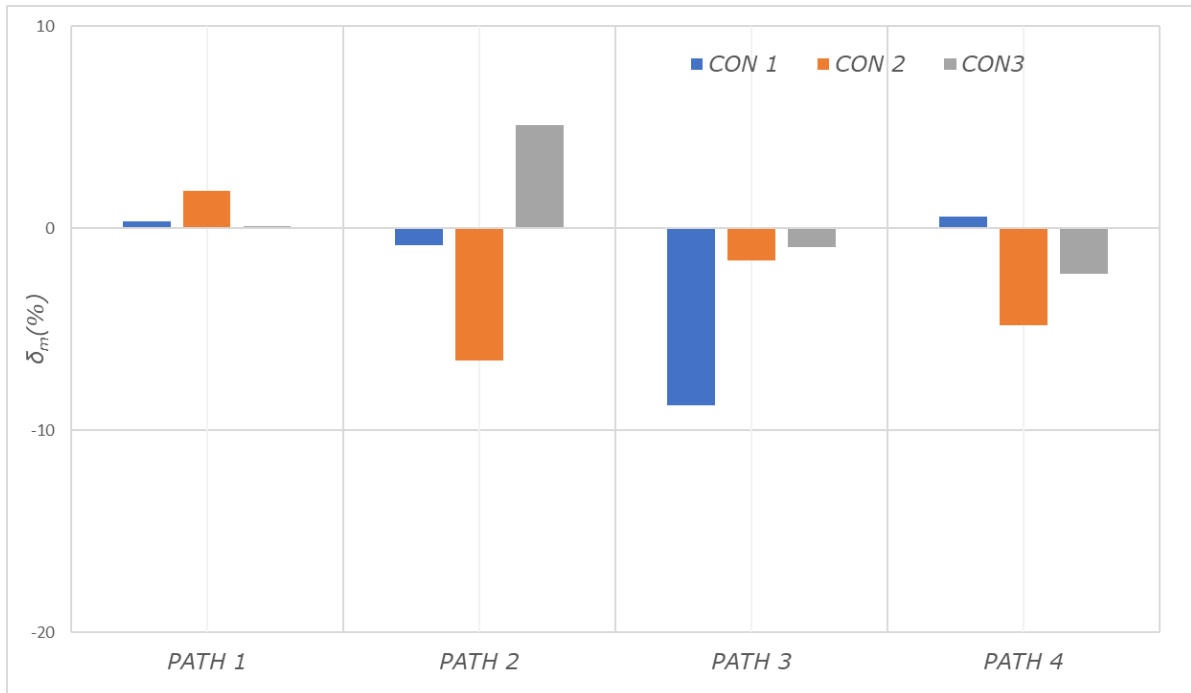


Figure 5. Validation study % error chart

In Figure 6, Han et al. The volumetric ratio distribution of the liquid phase of the analysis performed in CFX according to the boundary conditions made on the model is shown. Here, it is seen that due to the effect of gravity and the low flow rate, it causes liquid accumulation after the orifice. It was stated that this situation would negatively affect the evaporator performance.

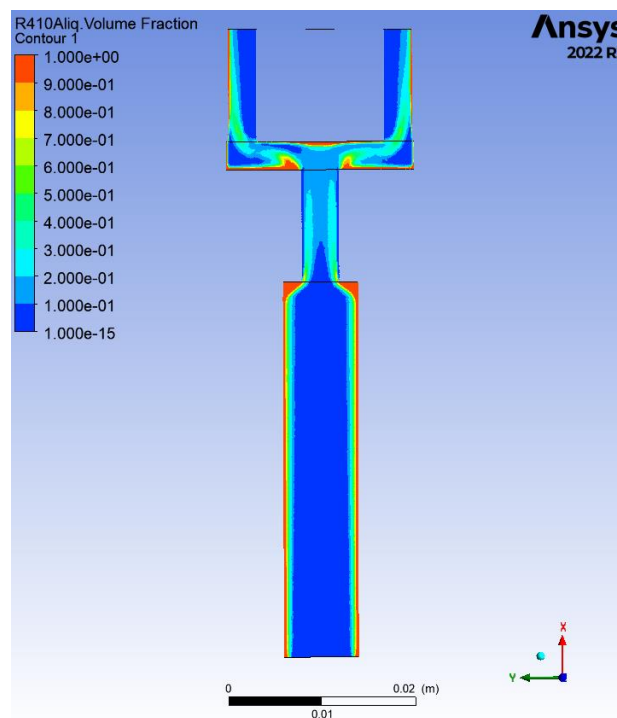


Figure 6. CFX analysis of the Han study

3. SUPERSONIC NOZZLE DESIGN

Through literature research, It was stated that in the two-phase flow from the distributor to the circuits, it increases the evaporator performance by atomizing the liquid phase as a flow profile or by obtaining annular flow. Therefore, a supersonic nozzle design will vary depending on the number of circuits designed according to the evaporator dimensions and the flow rate obtained from the compressor. In this context, the appropriate nozzle will be obtained through the supersonic nozzle design in a distributor designed according to the evaporator dimensions. Included in the validity study; Supersonic nozzle calculation was made based on the R410A refrigerant sample with 4°C and 75 kg/h mass flow rate to the distributor.

3.1. Formulation

A simple contour of the supersonic nozzle in Figure 7 defines the supersonic nozzle diameter, lengths, radius, and angles in more detail. For a certain pressure ratio value, the ratio of the pressure at the inlet of the nozzle to the pressure at the outlet conditions (P_0/P_3) is calculated by using isentropic gas relations. Thus, it is possible to directly calculate the M_3 exit Mach Number [17]:

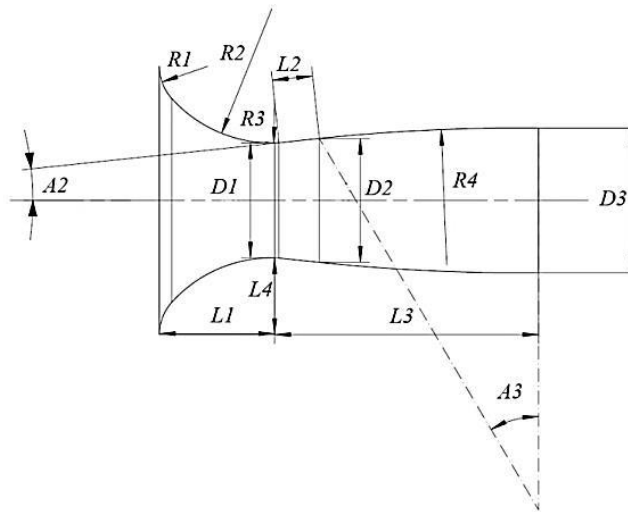


Figure 7. Supersonic nozzle size associations

$$M_3 = \sqrt{\frac{2}{k-1} \left[\left(\frac{P_0}{P_3} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right]}$$

The flow rate value to be studied can be obtained by taking the throat and outlet diameters as D_1 and D_3 , respectively, and the volumetric flow rate of the gas defined under standard conditions as Q . The following equations were used to determine these quantities [17]:

$$D_1 = \left(\frac{2}{k+1} \right)^{\frac{-(k+1)}{4(k-1)}} \cdot \sqrt{\frac{4\rho Q}{\pi P_0}} \cdot \sqrt{\frac{R \cdot T_0}{k}}$$

$$D_3 = \frac{D_1}{\sqrt{M_3}} \left[\frac{1 + \frac{k-1}{2} \cdot M_3^2}{\frac{k+1}{2}} \right]^{\frac{k+1}{4(k-1)}}$$

The first converging section shown in Figure 7 is the arcs with radius R_1 and R_2 , respectively. The values forming the arcs forming the convergent part can be considered as combined arcs and are given mathematically by the equations R_1 and R_2 [17].

$$R_1 = \frac{D_3}{3} \quad ; \quad R_2 = \frac{7D_1}{6}$$

The distance of the supersonic nozzle inlet to the main axis L_1 is equal to D_1 , and the length of the minor axis is equal to $2/3 D_1$ at L_4 . This section is the transition section for the convergent section and the divergent section, as shown in Figure 7, and is the section where throat conditions occur.

After the part where the throat conditions occur, the first arc of the divergent part has a radius of R_3 and makes an angle of A_1 degrees. The line segment, which is the second section after the throat section, has an angle of A_2 degrees with the nozzle axis. The length of the line segment is L_2 and they are tangent to each other with the arc of radius R_3 . Due to this geometric relationship, the values of angle A_1 and angle A_2 are equal to each other.

Therefore, for the shortest nozzle that requires the least amount of material for manufacturing, where $\Phi(M)$ is defined by the Prandtl-Meyer relationship, it is found by choosing A_2 to be equal to $1/4 \Phi(M_3)$. [17]

$$\Phi(M) = \left[\sqrt{\frac{k+1}{k-1}} \cdot \tan^{-1} \left[\sqrt{\frac{k-1}{k+1}} (M^2 - 1) \right] - \tan^{-1} \sqrt{M^2 - 1} \right]$$

Mach number M_2 value of the Prandtl-Meyer function is found by performing a simple iteration process until the known value A_2 is reached [17].

$$\Phi(M_2) = 2 A_2$$

D_2 section diameter in Figure 7 is found from the equation $\tau(M)$, the square root of the isentropic area ratio relationship [18].

$$\tau(M) = \sqrt{\frac{1}{M} \left[\left(\frac{2}{k+1} \right) + \left(\frac{k-1}{k+1} (M^2) \right) \right]^{\frac{k+1}{2(k-1)}}}$$

$$D_2 = D_1 \cdot \tau(M_2)$$

The arc with radius R_3 shown in Figure 7 is found from the Foelsch [19] formula [17].

$$R_3 = \frac{D_3 \left[\tau(M_2) \cdot \cos\left(\frac{A_2}{2}\right) - 1 \right]}{4 \cdot \tau(M_3) \cdot \sin\left(\frac{A_2}{2}\right) \cdot \left[\sin\left(\frac{A_2}{2}\right) + \cos\left(\frac{A_2}{2}\right) \right]}$$

The straightening spring of the divergent section is designed as an arc of radius R_4 and has an apex angle of A_3 degrees. The R_4 radius design was chosen to make the flow more uniform. In the work of Richard D. Nathenson, in the preferred arrangement, the flow corrective radius of the second deflection section is given by R_4 [17].

$$R_4 = \frac{D_3 \left[1 - \frac{\tau(M_2)}{\tau(M_3)} \cdot \cos(A_2) \right]}{4 \cdot \sin(A_2) \cdot \sin\left(\frac{A_2}{2}\right)} + D_3 \left(\frac{\sqrt{M_3^2 - 1}}{2 \cdot \sin(A_2)} \right)$$

The length L3 of the nozzle supersonic section is found calculated by Foelsch [19] [17].

$$L_3 = \frac{D_3}{4 \cdot \sin\left(\frac{A_2}{2}\right)} + \frac{D_3}{2} \cdot \sqrt{M_3^2 - 1} - \frac{D_1}{2 \cdot \tan(A_2)} + R_3 \tan\left(\frac{A_2}{2}\right)$$

3.2. Supersonic Nozzle Distributor Design and Boundary Conditions

As a result of the calculations, the supersonic nozzle parameters calculated according to the flow rate values of 4 °C R410A fluid in the first condition are given in Table 3. Calculations were made according to the input conditions of 75 kg/h and 0.2 quality.

Table 3. Design parameters of distributor supersonic nozzle

Inlet pressure, P ₀	9 bar
Inlet temperature, T ₀	277 K
Outlet pressure, P ₃	1 bar
Flow rate, Q	0.036 m ³ /dak
Density, ρ	34.73 kg/m ³
Gas constant, R	114.7 j/kgK
Isentropic exponent, k	1.116
Throat diameter, D ₁	2.551 mm
Intermediate diameter, D ₂	2.961 mm
outlet diameter, D ₃	3.853 mm
Intermediate Mach Number, M ₂	1.623
Output Mach Number, M ₃	2.103
First inlet radius, R ₁	1.284 mm
Second inlet radius, R ₂	2.976 mm
Throat radius, R ₃	1.107 mm
Straightening radius, R ₄	38.041 mm
Half apex angle, A ₂	9.605 derece
Inlet length, L ₁	2.551 mm
Supersonic length, L ₃	7.625 mm

When calculations were made in the light of the data in the table, the 3D model of the supersonic nozzle was drawn in the NX 8.5 CAD program. (Figure8)

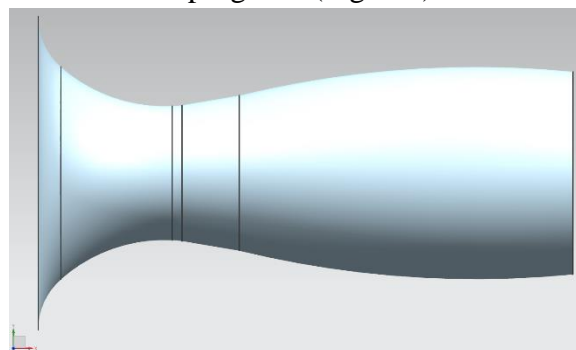


Figure 8. 3D model of Supersonic Distributor nozzle inner profile

This designed supersonic nozzle was applied to the orifice part of the existing distributor as it would be a good alternative. Thus, the new distributor created was called Supersonic Distributor.

A conical part was placed at the nozzle outlet of the Supersonic Distributor to ensure equal distribution of the flow at the exit of the supersonic nozzle. The distributor output is also designed as 4 circuits. In this way, its advantages over the study done by Han et al. will be clearly observed.

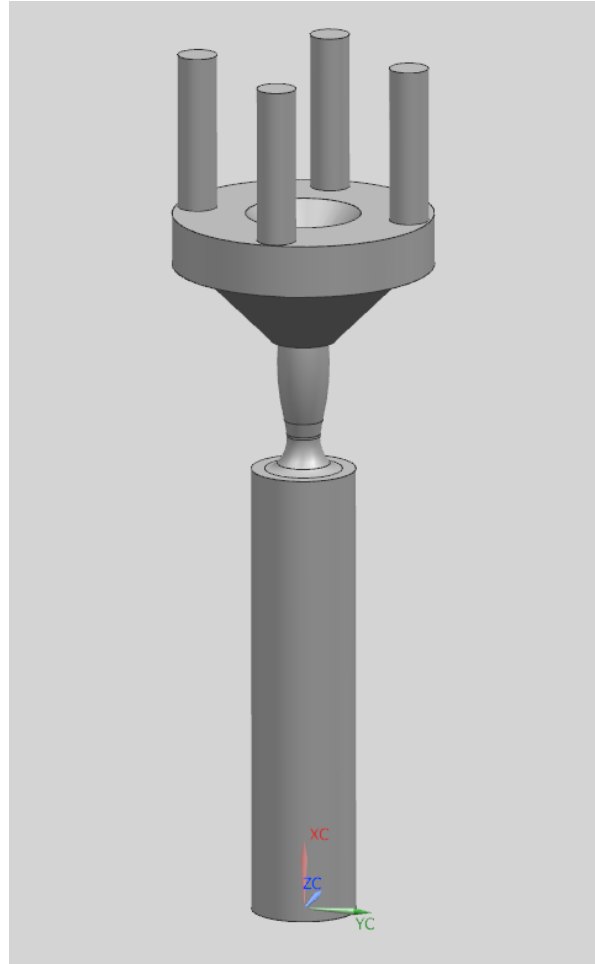


Figure 9 Supersonic Distributor 3D model

4. CFD ANALYSIS

4.1. Supersonic Nozzle Distributor CFD Analysis

When starting the CFD analysis of the Supersonic Nozzle Distributor, firstly Han et al. Supersonic nozzle formulation was made by taking the conditions in the study (R410A@4°C $\dot{m}=75\text{kg/h}$ $x=0.2$) as reference. Continuing from these values, boundary conditions were determined. Since supersonic flow will only be achieved, R410A gas phase ideal gas has been assumed.

In turbulence model selection, analyzes were repeated in k-Epsilon and SST models and it was found that the SST model was more suitable.

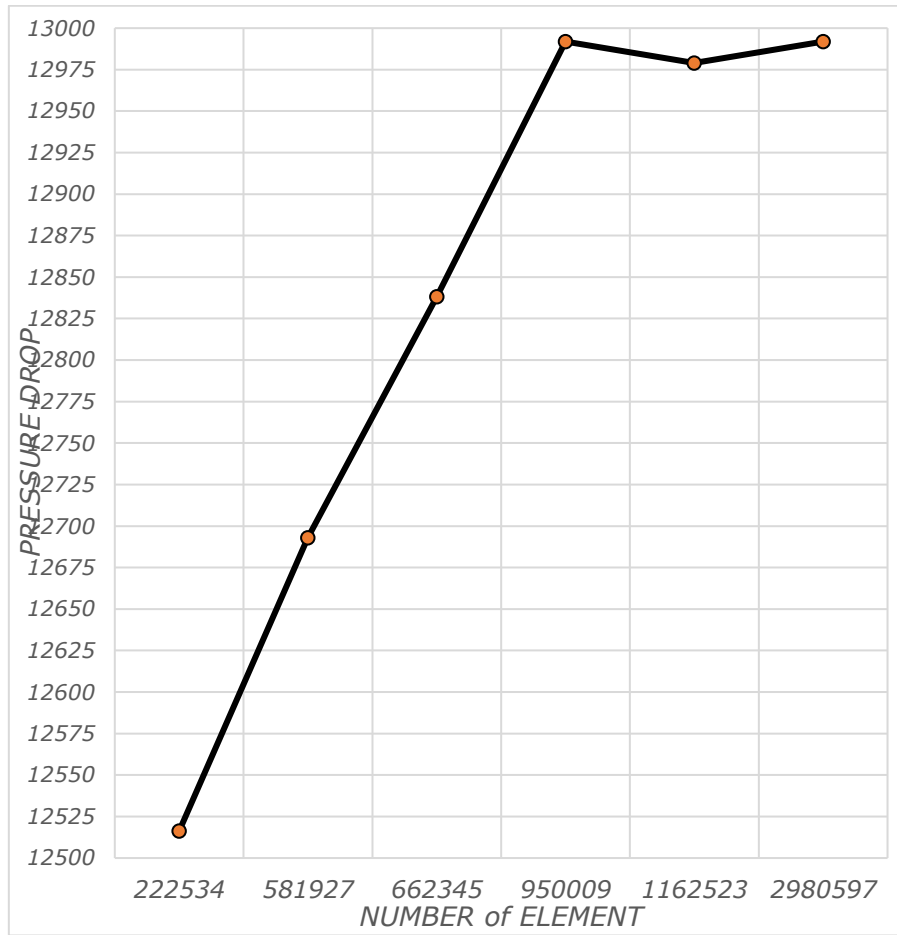


Figure 10. Independentization study of the Supersonic Distributor model mesh number from the results

In the CFD analysis, a series of meshing studies were carried out and the meshing density was increased until the resulting pressure drop was independent of the number of meshes. This continued until the pressure drop reached a constant value. As seen in Figure 10, after the number of 9500009 elements, the pressure drop was found to be approximately constant. The number of elements for which the pressure drop is constant indicates that sufficient meshing has been performed. Figure 11 shows the mesh distribution applied to the model.

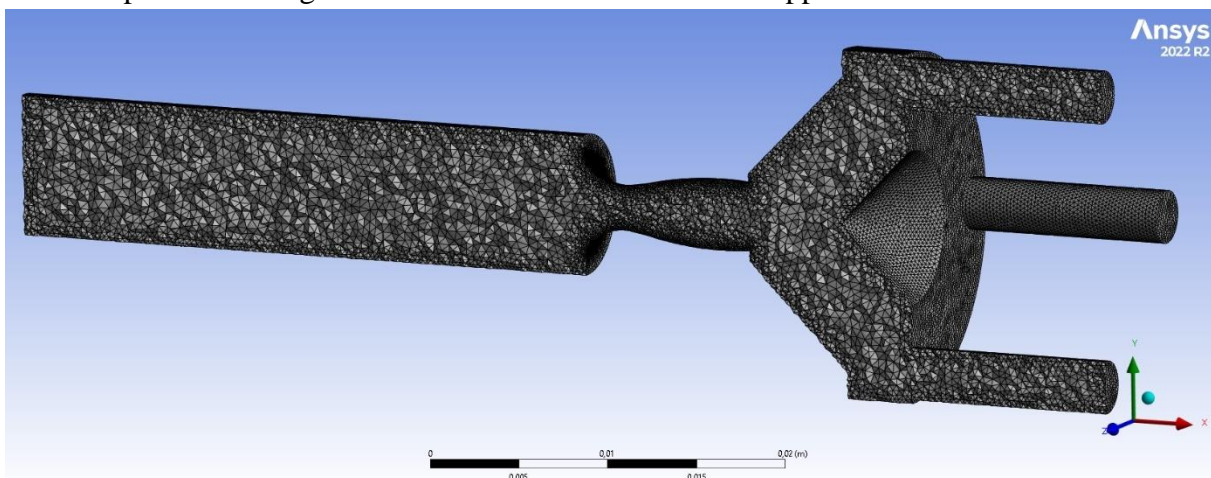


Figure 11. Mesh element distribution in Supersonic Distributor

3.2. Supersonic Nozzle Distributor CFD Analysis Review

As seen in Figure 12, the distributor used in the Supersonic Nozzle reaches a maximum Mach Number of R410A fluid in two-phase flow, up to 2.035. It is seen that this found value corresponds to the value made in the calculations with a low error (3%).

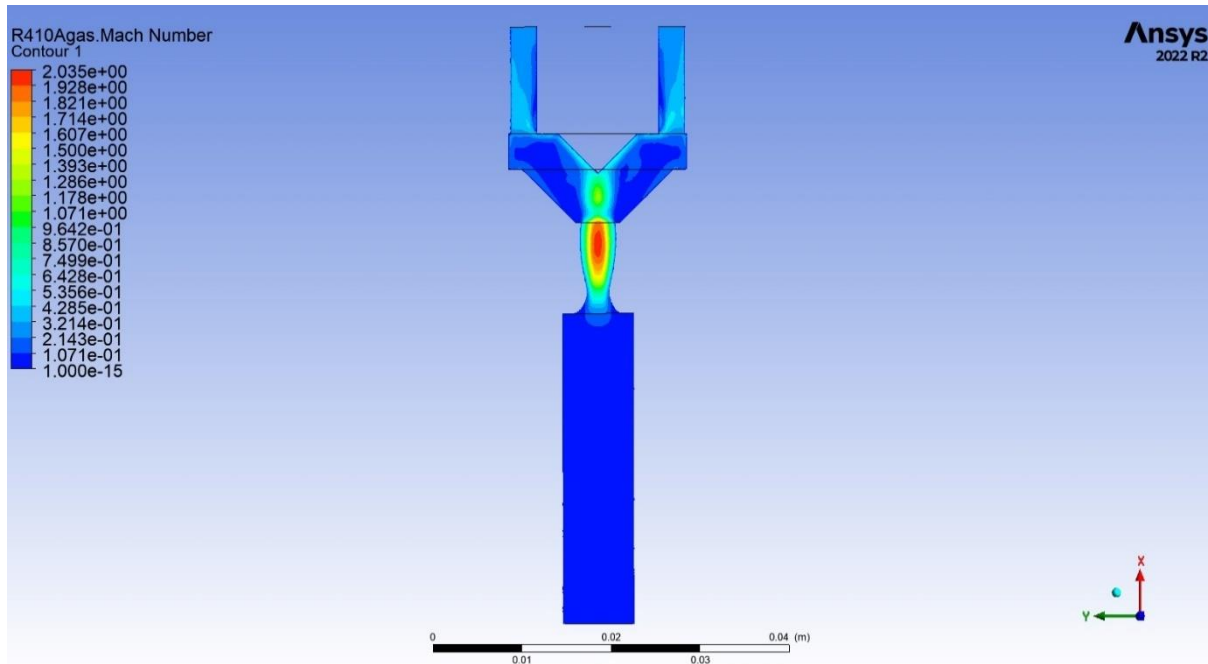


Figure 12. Mach Number distribution of R410A gas phase in Supersonic Distributor

It can be seen from Figure 13 that since the Supersonic Distributor will increase the two-phase flow to high speeds in its operation, it will provide high speed flow to the evaporator circuits. It is determined from the analysis that it also allows equal distribution of the liquid phase thanks to the cone at the nozzle exit. Here, the effects of taper peak angle and base length parameters on the flow in distributor circuits will also be examined.

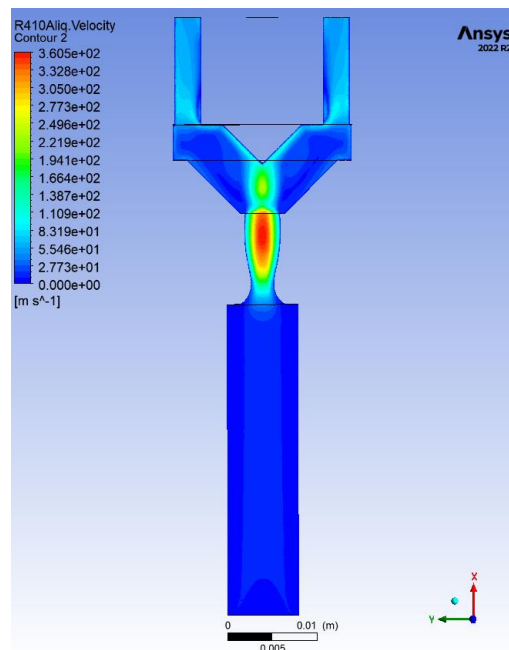


Figure 13. Velocity distribution of R410A liquid phase in Supersonic Distributor

In the beginning of this study, it was explained that higher efficiency would be obtained from the evaporator if high-speed flow was provided from the distributor to the circuits. Figure 14 shows that due to the high speed provided in the distributor, it does not cause any accumulation in the liquid phase. In other words, the flow of refrigerant is distributed homogeneously into the circuits.

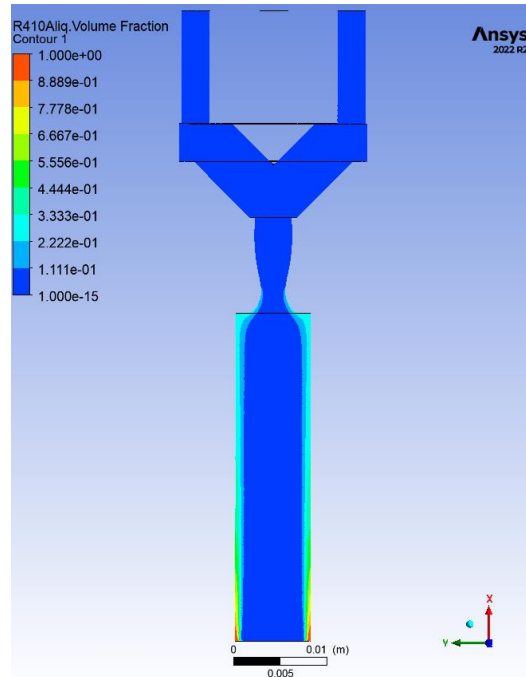


Figure 14. Volumetric ratio distribution of R410A liquid phase in Supersonic Distributor

This result shows that the analysis is valid, in line with the literature. Additionally, when the speed distribution in the distributor is examined, it is seen that high-speed flow is provided to the circuits in each circuit.

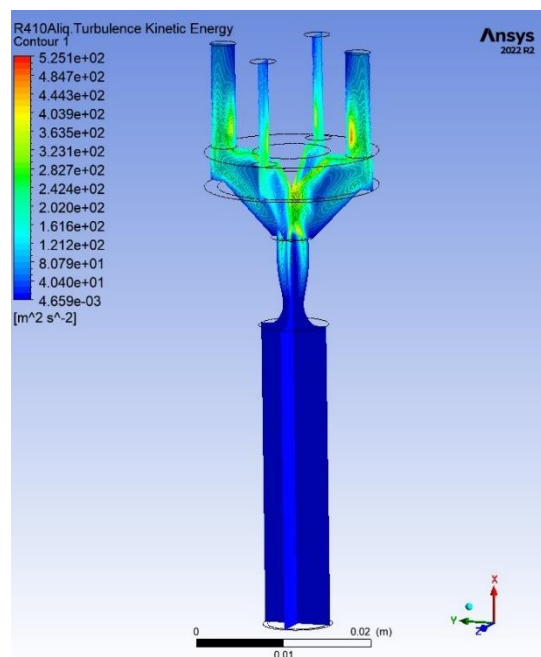


Figure 15. Turbulent kinetic energy distribution in supersonic distributor

Figure 15 shows the distribution of Turbulent Kinetic Energy of R410A liquid phase in the distributor. Here, energy losses can be reduced to more optimum levels by making some modifications in the cone section.

4. CONCLUSION

As a result of the studies and analysis, a supersonic nozzle was incorporated into the traditional cone-type distributor. This modification allowed for the generation of a two-phase fluid flow in the form of fog. In other words, a distributor that prevents the accumulation of liquid is introduced. Consequently, by using the recommended distributor, the R410A fluid with a flow rate of 75kg/h and a quality of 0.2 will evenly supply the evaporator circuits in the same flow patterns and mass. This approach ensures that there will be no loss of performance and it is expected to operate at higher cooling capacities. Furthermore, there will be no harm to the cooling cycle components mentioned in the literature studies.

In this study, a supersonic nozzle calculation was performed based on the specified operating conditions, and the distributor was designed accordingly. In the subsequent study, we will also focus on designing the part at the exit of the supersonic nozzle.

KAYNAKÇA

- [1] Ablanque, N. , Oliet, C. , Rigola, J. , Perez-Segarra, C. , Oliva, A. ,2010. Two-phase flow distribution in multiple parallel tubes. *Int. J. Therm. Sci.* 49, 909–921 .
- [2] Choi, J.M. , Payne, W.V. , Domanski, P.A. , 2003. Effects of Non-Uniform Refrigerant and Air Flow Distributions on Finned-Tube Evaporator Performance. *International Congress Refrigeration*, Washington, D.C., pp. 1–8 .
- [3] Liang, F. , Sun, Y. , Fang, Z. , Sun, S. , 2016. Application of multi-slot sampling method for gas-liquid two-phase flow rate measurement. *Exp. Therm Fluid Sci.* 79, 213–221 .
- [4] Liang, F. , Wang, D. , Chen, J. , Yang, G. , 2013. Gas-liquid two-phase flow sampling measurement using a swirl sampler. *Flow Meas. Instrum.* 33, 145–152 .
- [5] Han, Q. , Zhang, C.H.I. , Chen, J. , 2014. Experimental and CFD investigation of R410a distributors for air conditioner. *Int. J. Air-Cond. Refrig.* 22 (02), 1440 0 02 .
- [6] Wu, G. , Ren, T. , Ding, G. , Yu, B. ,2019. Design and visualized validation of a distributor with uniform refrigerant distribution by forming annular flow. *Int. J. Refrig.* 98, 238–248 .
- [7] Sun ,Z., Wang, Q., Liang , Y., Su , D., Sun, H. , Liu S.,Zhao, S Experimental study on improving the performance of dry evaporator with rectifying nozzle type critical distributor *International Journal of Refrigeration*
- [8] Elgozali, A. , Linek, V. , Fialová, M. , Wein, O. , Zahradní'K, J. , 2002. Influence of viscosity and surface tension on performance of gas-liquid contactors with ejector type gas distributor. *Chem. Eng. Sci.* 57 (15), 2987–2994 .
- [9] Yoshioka, S. , Kim, H. , Kasai, K. . Performance evaluation and optimization of a refrigerant distributor for air conditioner. *J. Therm. Sci. Technol.* 3 (1), (2008) 68–77 .
- [10] Li, G. , Frankel, S.H. , Braun, J.E. , Groll, E.A. , 2005. Application of CFD models to two-phase flow in refrigerant distributors. *HVAC R Res.* 11 (1), 45–62 .

- [11] Çakmak, M.E. , Direk, M. , Mert, M.S. , Bayrak, E. , Yuksel, F. , Sökücü, M.H. , Soylu, E. , 2015. Elucidating flow behavior in refrigerant flow distributors with computational simulations. III. Energy Technol. 140–143 .
- [12] Taitel, Y. , Bornea, D. , Dukler, A.E. , 2010. Modelling flow pattern transitions for steady upward gas-liquid flow in vertical tubes. AIChE J 26 (3), 345–354 .
- [13] Lim, T.W. , Park, J.U. , 2004. Prediction of the transition criterion to annular flow in two-phase flow pattern of refrigerants. JSME Int. J. 46 (4), 618–624 .
- [14] Azridjal A., Akio M., Fumiaki S. Distribution of Two-Phase Flow In A Distributor , Journal of Engineering Science and Technology Vol. 7, No. 1 (2012) 41 – 55 School of Engineering, Taylor's University
- [15] ANSYS CFX-Solver Theory Guide, ANSYS, Inc. Release 14.5, October 2012USA
- [16] Dalkilic A.S., Laohalertdecha S., Wongwises S., Effect of void fraction models on the two-phase friction factor of R134a during condensation in vertical downward flow in a smooth tube International Communications in Heat and Mass Transfer (2008) 35(8) 921-927
- [17] Richard D. N., "Contoured Supersonic Nozzle" United States Patent, 5,782,414 dated July 21, 1998. 111 (2020) 39–52
- [18] Peremeci, Ö. E., 1973, Aerodinamik Sıkışabilir Akışkanlar, Matbaa Teknisyenleri Basımevi, İstanbul Turkey.
- [19] Foelsch, K. 1949 The Analytical Design of an Axially Symmetric Laval Nozzle for a Parallel and Unifrom Jet, Journal of the Aeronautical Sciences,

SPEKSİN: OBEZİTE VE OBEZİTE İLE İLİŞKİLİ KARDİYOMETABOLİK HASTALIKLAR İÇİN YENİ BİR BİYOBELİRTEÇ

Dr. Öğretim Üyesi Buket AKCAN

Ardahan Üniversitesi, ORCID ID: 000000-0002-4516-6528

Dr. Öğretim Üyesi Yahya ALTINKAYNAK

Ardahan Üniversitesi, ORCID ID: 0000-0003-2060-4576

ÖZET

Obezite kişilerin yaşam kalitesini etkileyen, adipositlerin sayıca ve kütlece artışı ile karakterize, kronik düşük dereceli inflamatuvar bir hastalıktır. Obezite; insülin rezistansı ve Tip 2 Diabetes Mellitus (Tip 2 DM), hipertansiyon ve kardiyovasküler hastalıklar, dislipidemi ve nonalkolik yağlı karaciğer hastalığı gibi birçok hastalıkla ilişkilidir. Obezite ile ilişkili bu hastalıklar temel olarak Kardiyometabolik Hastalıklar olarak adlandırılmaktadır. Obezite ve buna bağlı olan kardiyometabolik hastalıkların gelişiminde altta yatan mekanizmaların anlaşılabilmesi için yeni faktörlere ve biyobelirteçlere ihtiyaç duyulmaktadır.

Son birkaç dekada sitokin ve adipokin gibi moleküller keşfedilmiş ve obezitedeki rolleri ortaya konmuştur. Bu bağlamda son zamanlarda, yeni bir nöropeptid olan Spexin (SPX) obezite ve ilişkili kardiyometabolik hastalıklar için umut vaat eden aday bir biyobelirteç olmuştur.

Diğer adı Nöropeptid Q olan Speksin 2007 yılında biyoinformatik metodlarla keşfedilmiş olan 14 amino asitlik bir peptid hormondur. Speksin endokrin sistem, merkezi sinir sistemi, sindirim sistemi ve adipoz doku gibi birçok yerde eksprese edilmektedir. Diğer iki nöropeptid olan Kisspeptin ve Galaktin ile aynı peptid ailesi içerisinde gruplandırılmaktadır.

Speksin bir nöromodulatör olarak davranır ve birçok fizyolojik fonksiyona sahiptir. Bunlar arasında insülin salgılanmasının düzenlenmesi, yağ metabolizması, yeme davranışları, iştah ve vücut ağırlığı kontrolü yer almaktadır.

Yapılan çalışmalara göre, obez kişilerde, normal ağırlıktaki kontrol bireylere göre speksin ekspresyonunun düşük olduğu, leptin düzeyleri ile speksin düzeylerinin ters korele olduğu, obez bireylerde speksin düzeylerinin düşük ve leptin düzeylerinin yüksek olduğu bildirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Speksin, Obezite, Tip 2 Diyabetes Mellitus, Kardiyovasküler Hastalıklar

SPEXIN: A NEW BIOMARKER FOR OBESITY AND OBESITY-RELATED CARDIOMETABOLIC DISEASES

ABSTRACT

Obesity is a chronic low-grade inflammatory disease that affects the quality of life of individuals and is characterized by an increase in the number and mass of adipocytes. Obesity is associated with many diseases such as insulin resistance and Type 2 Diabetes Mellitus (Type 2 DM), hypertension and cardiovascular diseases, dyslipidemia and nonalcoholic fatty liver disease. These obesity-related diseases are basically called Cardiometabolic Diseases. New factors and biomarkers are needed to understand the underlying mechanisms in the development of obesity and related cardiometabolic diseases.

In the past several decades, molecules such as cytokines and adipokines have been discovered and their roles in obesity have been revealed. In this context, recently, a new neuropeptide Spexin (SPX) has become a promising candidate biomarker for obesity and related cardiometabolic diseases.

Spexin, also known as Neuropeptide Q, is a 14 amino acid peptide hormone discovered by bioinformatics methods in 2007. Spexin is expressed in many tissues such as endocrine system, central nervous system, digestive system and adipose tissue. It is grouped in the same peptide family as the other two neuropeptides, Kisspeptin and Galactin.

Spexin acts as a neuromodulator and has many physiological functions. These include regulation of insulin secretion, fat metabolism, eating behaviors, appetite and body weight control.

According to studies, it has been reported that spexin expression is lower in obese individuals compared to normal weight control individuals, leptin levels and spexin levels are inversely correlated, and spexin levels are low and leptin levels are higher in obese individuals.

Key words: Spexin, Obesity, Type 2 Diabetes Mellitus, Cardiovascular Diseases

GİRİŞ

Kişilerin yaşam kalitesini fizyolojik, psikolojik ve ekonomik olarak etkileyen ve kronik bir hastalık olan obezite, 21. yüzyılın primer sağlık yükü ve global sağlık problemi olarak kabul görmektedir (Cremonini et al., 2020; Manna & Jain, 2015; Stolarczyk, 2017). Dünya Sağlık Örgütü' nün tanımına göre vücut kütle indeksi (BMI) 25-29,9 kg/m² olan kişiler fazla kilolu, BMI \geq 30 kg/m² olan kişiler obez olarak kabul edilmektedir (Manna & Jain, 2015). Obezite; insülin rezistansı ve Tip 2 Diyabet (DM), hipertansiyon ve kardiyovasküler hastalıklar, dislipidemi, nonalkolik yağlı karaciğer hastalığı ve kanser gibi birçok hastalıkla ilişkilidir.

Obezite, kardiyovasküler hastalık riskinin artmasıyla ilişkili proinflamatuvar bir durumdur. Vücut ağırlığı artışı, hipertansiyon ve dislipidemi gibi kardiyovasküler risk faktörleri ile

doğrudan ilişkilidir. Birçok çalışma BMI artışının koroner kalp hastalığı riski ile bağlantılı olduğunu göstermiştir.

OBEZİTE VE KARDİYOMETABOLİK HASTALIKLAR

Kişilerin yaşam kalitesini fizyolojik, psikolojik ve ekonomik olarak etkileyen ve kronik bir hastalık olan obezite, 21. yüzyılın primer sağlık yükü ve global sağlık problemi olarak kabul görmektedir (Manna & Jain, 2015; Stolarczyk, 2017; Cremonini ve ark., 2020). Dünya Sağlık Örgütü' nün tanımına göre vücut kütle indeksi (Body Mass Index- BMI) 25-29,9 kg/m² olan kişiler fazla kilolu, BMI \geq 30 kg/m² olan kişiler obez olarak kabul edilmektedir (Manna & Jain, 2015). Obezite; İnsülin Rezistansı ve Tip 2 Diyabet (Diabetes Mellitus- DM), Hipertansiyon ve Kardiyovasküler Hastalıklar, Dislipidemi, Nonalkolik Yağlı Karaciğer Hastalığı ve Kanser gibi birçok hastalıkla ilişkilidir. Son çalışmalar; obezite ile ilişkili risk faktörlerinin yalnızca fazla vücut ağırlığından kaynaklanmadığını, vücuttaki fazla yağ kütlelerinin bölgesel dağılımının da önemli olduğunu göstermiştir (Manna & Jain, 2015). Buna göre abdominal yağlanmanın obezite ile ilişkili hastalıklar için risk faktörü olduğu, visseral yağ birikiminin ise pro-oksidan ve proinflamatuvar durumları stimule ettiği bilinmektedir.

Adipoz doku sadece enerjinin depolandığı bir doku değil aynı zamanda endokrin ve immün bir organdır. Metabolizma, enerji alımı ve yağ depolanmasının düzenlenmesinde rol alan birçok protein adipoz dokudan salgılanmaktadır. Adipoz dokudan salgılanan hormonlar adipokin olarak adlandırılmaktadır.

Obezitede sayıca ve kütlece artmış olan adipositlerin yüksek düzeyde proinflamatuvar sitokin ve serbest yağ asitlerini sekrete etmesi inflamasyon, dislipidemi ve ektopik yağ oluşumuna yol açmaktadır (Trandafir ve ark., 2022). Ayrıca makrofajlar tarafından plazmada artmış olan LDL' nin alınıp sub endotel alana taşınması ile de aterosklerotik kaskat başlamış olur. Bu sebeple aterosklerotik kardiyovasküler hastalıkların temelinde de dislipidemi bulunmaktadır (Trandafir ve ark., 2022). Metabolik dislipidemisinin oluşmasında insülin direnci, adipokinler ve Vitamin D' nin etkisi bulunmaktadır (Vekic ve ark., 2019).

Kardiyovasküler hastalıklar (KVH) dünya genelinde mortalite ve morbiditenin önde gelen nedenidir (Zhou ve ark. 2018). KVH' lar kalp ve damar bozuklukları ile karakterize olan ve kanın kalbe, beyine ve vücudun periferel bölgelerine akışını etkileyen bir grup hastalıktır. KVH' lar içerisinde koroner kalp hastalığı, serebrovasküler hastalık, romatizmal ve doğumsal kalp hastalıkları yer almaktadır (Hijová, 2023).

KVH' lara sebep olan faktörler önlenemez ve önlenemez olmak üzere iki gruba ayrılır. Yaş, cinsiyet ve genetik yatkınlık gibi faktörler değiştirilemeyen etkenler olduğu için önlenemez değildir. Bunun yanında değiştirilebilen etkenler olan yaşam tarzı, beslenme alışkanlıkları, fiziksel aktivite, kan glukoz ve lipid düzeyleri ise önlenemez faktörlerdir (Hijová, 2023). Dengeli beslenmenin KVH riskinin önlenmesinde önemli rol oynadığı yapılan çalışmalar ile ortaya konulmuştur (Anon 2013; Anon n.d.; Llorente-Cortés ve ark. 2010; De Lorgeril ve ark. 1999; Widmer ve ark. 2015)

Obezite, kardiyovasküler hastalık riskinin artmasıyla ilişkili proinflamatuvar bir durumdur. Vücut ağırlığı artışı, hipertansiyon ve dislipidemi gibi kardiyovasküler risk faktörleri ile

doğrudan ilişkilidir. Birçok çalışma BMI artışının koroner kalp hastalığı riski ile bağlantılı olduğunu göstermiştir. Aynı şekilde, metabolik ve epidemiyolojik çalışmalar, obezite prevalansındaki artışın Tip 2 Diyabet artışı ile yakından ilişkili olduğunu ortaya koymuştur. 2017 de yapılan Küresel Hastalık Yükü Çalışması (Global Burden of Disease- GBD) 11 milyon ölümün ağırlıklı olarak, diyetsel risk faktörlerine bağlı Kardiyovasküler Hastalıklar ve Tip 2 DM den kaynaklandığını ortaya çıkarmıştır (Curley ve ark., 2021).

Fazla yeme ve enerji harcamasındaki düşme sebebiyle ortaya çıkan enerji dengesizliği ile kilo alımı fazla kilolu olmaya ve obeziteye sebep olmaktadır. Besin alımı, enerji dengesi ve endokrin sistemi düzenleyici etkileri sebebiyle Speksin üzerindeki çalışmalar ve obezite ile ilişkisi son yıllarda önemli hale gelmiştir (Sun et al., 2023)

SPEKSİN, YAPISI VE FONKSİYONLARI

Speksin, diğer adı ile Nöropeptid Q, 2007 yılında keşfedilmiş 14 aminoasitlik bir peptid olup galanın ailesinin bir üyesidir. Dolaşıma geçerek bir hormon gibi davranmaktadır (Yu et al., 2022). Speksin geni 12. Kromozomda yer almakta ve 6 ekzon ile 5 intron içermektedir. Sadece insanlarda değil kemirgen ve balık gibi diğer türlerde de bulunmaktadır (Sun et al., 2023).

Speksinin doku dağılımına bakıldığında farklı dokularda farklı düzeylerde bulunduğu görülmektedir. Yaygın olarak sindirim, üriner, solunum ve üreme sistemi epitel dokusu ve bezleri ile deride eksprese olmaktadır. Bununla birlikte endokrin sistem dokularında da tespit edilmiştir (Sun et al., 2023).

Diğer nöropeptidler gibi speksin de etkisini G-protein bağlı reseptörleri (GPCR) aktifleştirerek göstermektedir. Speksin, bir GPCR süper ailesi üyesi olan Galanın reseptörünü aktifleştirmektedir. Galanın reseptörü 2 ve 3 speksinin bağlandığı reseptörlerdir (Sun et al., 2023; Yu et al., 2022).

Speksinin enerji dengesi ve glukoz homestazi üzerine önemli fonksiyonları bulunmaktadır. Yapılan çalışmalarda obez bireylerde speksin ekspresyonunun hem subkutanöz hem de visseral adipoz dokuda düşük olduğu, aynı şekilde speksinin dolaşımdaki düzeylerinin de düşük olduğu bulunmuştur (Kumar et al., 2016; Walewski et al., 2014).

Yapılan bir başka çalışmada obez bireyler ile obez olmayan bireyler karşılaştırılmış ve her iki grupta da dolaşımdaki speksin düzeyleri ile leptin düzeyleri arasında negatif korelasyon bulunmuştur (Kołodziejcki et al., 2018). Söz konusu çalışmalar düşük serum speksin seviyelerinin hem çocukluk çağı hem de yetişkin dönem obezitesi için bir biyomarkır olabileceğini ortaya koymuştur (Kumar et al., 2016; Walewski et al., 2014).

Hayvan modelleri ile yapılan çalışmalar ve klinik çalışmalar ışığında Speksinin fonksiyonları aşağıda maddeler halinde verilmiştir (Ma et al., 2018).

1. Enerji dengesi, lipid metabolizması üzerine etkiler: Karaciğerde ve yağ dokuda yağ asidi alımını azaltır. Kalori alımını ve vücut ağırlığını azaltır. Yağ asidi oksidasyonunu azaltır. Plazma speksin düzeyleri obezitede azalmıştır. Serum speksin düzeyleri ile leptin, trigliserid ve LDL kolesterol düzeyleri arasında negatif bir korelasyon vardır.

2. Gastrointestinal sistem üzerine etkiler: Midede kontraksiyonu, ince barsaklarda motiliteyi, kolonda dışarı atılma aktivitesini artırır. Kabızlık ile birlikte serum Speksin düzeyi düşer.
3. Kardiyovasküler ve renal fonksiyonlar üzerine etkiler: Arteriyel basıncın artıp kalp atış hızının artmasına neden olur. İdrar akışını azaltıp sodyum atılımını artırır.
4. Endokrin dokular üzerine etki: Adrenal bezlerden steroid salınımını artırır. Adrenal korteks hücrelerinin proliferasyonunu azaltır. Hipofizden luteinleştirici hormon salgılanmasını azaltır.
5. Merkezi etkileri: Speksinin beslenmenin kontrolü ve nosisepsiyonda rolü vardır.
6. Glukoz homestazi üzerine etkiler: Tip 2 Diyabette insülin rezistansı ve glukoz toleransını iyileştirir. Tip 2 Diyabette speksin seviyeleri azalmaktadır. Serum speksin ve insülin glukagon düzeyleri arasında negatif bir korelasyon bulunmaktadır.

Yapılan çalışmalarda obez kişilerdeki speksin düzeylerinin normal ağırlıktaki kişilere göre düşük olduğu, BMI ile speksin düzeyleri arasında negatif bir korelasyon olduğu bulunmuştur (Sun et al., 2023).

Yapılan hayvan çalışmalarında speksinin iştah üzerine etkileri olduğu, diğer peptid hormonlardan olan Nöropeptid Y gibi besin alımını düzenleyici fonksiyonu olduğu rapor edilmiştir(Walewski et al., 2014; Wong et al., 2013) .

Speksin memelilerde lipid metabolizmasını modüle ederek enerji metabolizmasını düzenlemektedir (Sun et al., 2023). Walewski ve arkadaşları yaptıkları çalışmada diyetle indüklenmiş obez ratlara intraperitoneal olarak speksin enjekte etmişler, kilo kaybı ve besin alımında azalma olduğunu bulmuşlardır (Walewski et al., 2014).

Speksin lipolizisi artırmakta ve lipogenez ile hepatik lipid birikimini baskılamaktadır (Fang et al., 2022). Yüksek yağ ya da yüksek fruktoz indüklü obez kemirgenlerde speksin tedavisinin düşük dereceli inflamasyonu, dislipidemi ve glukoz toleransını iyileştirdiği gösterilmiştir (Ge et al., 2016; Kolodziejski et al., 2021; Said et al., 2023).

Yüksek fruktoz diyeti ile indüklenmiş metabolik sendromlu rat modellerinde speksin tedavisinin Total kolesterol, LDL Kolesterol, trigliserid ve aterojenik indeksi anlamlı ölçüde düşürdüğü bulunmuştur (Said et al., 2023). Obez ve Tip 2 Diyabetli kişilerde, serum speksin düzeyleri ile Trigliserid, LDL ve kan basıncının negatif korele olduğu gösterilmiştir (Khadir et al., 2020).

SONUÇ

Speksin yeni keşfedilmiş olan bir peptid hormondur. Metabolizma üzerinde pek çok etkisi vardır ve metabolik disfonksiyona sebep olan obezite, tip 2 diyabet ve kardiyovasküler hastalıklar ile ilişkilidir. Speksinin söz konusu metabolik hastalıklarda dolaşımdaki düzeylerinin düştüğü yapılan çeşitli klinik çalışmalar ve hayvan çalışmaları ile gösterilmiştir. Bunun yanında speksin tedavisinin de lipid metabolizması, enerji dengesi, glukoz homestazi, besin alımı gibi metabolik olaylar üzerine iyileştirici etkisinin olduğu özellikle yapılan deney hayvanları çalışmaları ile ortaya konmuştur.

Özellikle obezite ve obezite ile ilişkili diğer metabolik hastalıklar için potansiyel bir biyomarker olan speksinin aynı zamanda bu hastalıkların tedavisi için de önemli bir molekül olduğu

söylenbilir. Speksinin bu alandaki öneminin ve özelliklerinin tam olarak kavranabilmesi için yeni çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

KAYNAKLAR

- Cremonini, E., Iglesias, D. E., Kang, J., Lombardo, G. E., Mostofinejad, Z., Wang, Z., Zhu, W., & Oteiza, P. I. (2020). (-)-Epicatechin and the comorbidities of obesity. In *Archives of Biochemistry and Biophysics* (Vol. 690). Academic Press Inc. <https://doi.org/10.1016/j.abb.2020.108505>
- Curley, S., Gall, J., Byrne, R., Yvan-Charvet, L., & McGillicuddy, F. C. (2021). Metabolic Inflammation in Obesity—At the Crossroads between Fatty Acid and Cholesterol Metabolism. In *Molecular Nutrition and Food Research* (Vol. 65, Issue 1). Wiley-VCH Verlag. <https://doi.org/10.1002/mnfr.201900482>
- De Lorgeril, M., Salen, P., Martin, J.-L., Monjaud, I., Delaye, J., & Mamelle, N. (1999). *Mediterranean Diet, Traditional Risk Factors, and the Rate of Cardiovascular Complications After Myocardial Infarction Final Report of the Lyon Diet Heart Study*. <http://www.circulationaha.org>
- Fang, P., Ge, R., She, Y., Zhao, J., Yan, J., Yu, X., Jin, Y., Shang, W., & Zhang, Z. (2022). Adipose tissue spexin in physical exercise and age-associated diseases. In *Ageing Research Reviews* (Vol. 73). Elsevier Ireland Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2021.101509>
- Ge, J. F., Walewski, J. L., Anglade, D., & Berk, P. D. (2016). Regulation of Hepatocellular Fatty Acid Uptake in Mouse Models of Fatty Liver Disease with and without Functional Leptin Signaling: Roles of NfKB and SREBP-1C and the Effects of Spexin. *Seminars in Liver Disease*, 36(4), 360–372. <https://doi.org/10.1055/s-0036-1597248>
- Hijová, E. (2023). Benefits of Biotics for Cardiovascular Diseases. In *International Journal of Molecular Sciences* (Vol. 24, Issue 7). MDPI. <https://doi.org/10.3390/ijms24076292>
- Khadir, A., Kavalakatt, S., Madhu, D., Devarajan, S., Abubaker, J., Al-Mulla, F., & Tiss, A. (2020). Spexin as an indicator of beneficial effects of exercise in human obesity and diabetes. *Scientific Reports*, 10(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-67624-z>
- Kolodziejski, P. A., Leciejewska, N., Chmurzynska, A., Sassek, M., Szczepankiewicz, A., Szczepankiewicz, D., Malek, E., Strowski, M. Z., Checinska-Maciejewska, Z., Nowak, K. W., & Pruszyńska-Oszmałek, E. (2021). 30-Day spexin treatment of mice with diet-induced obesity (DIO) and type 2 diabetes (T2DM) increases insulin sensitivity, improves liver functions and metabolic status. *Molecular and Cellular Endocrinology*, 536. <https://doi.org/10.1016/j.mce.2021.111420>
- Kołodziejski, P. A., Pruszyńska-Oszmałek, E., Korek, E., Sassek, M., Szczepankiewicz, D., Kaczmarek, P., Nogowski, L., Maćkowiak, P., Nowak, K. W., Krauss, H., & Strowski, M. Z. (2018). Serum levels of spexin and kisspeptin negatively correlate with obesity and insulin resistance in women. *Physiological Research*, 67(1), 45–56. <https://doi.org/10.33549/physiolres.933467>

- Kumar, S., Hossain, J., Nader, N., Aguirre, R., Sriram, S., & Babu Balagopal, P. (2016). Decreased circulating levels of spexin in obese children. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 101(7), 2931–2936. <https://doi.org/10.1210/jc.2016-1177>
- Llorente-Cortés, V., Estruch, R., Mena, M. P., Ros, E., González, M. A. M., Fitó, M., Lamuela-Raventós, R. M., & Badimon, L. (2010). Effect of Mediterranean diet on the expression of pro-atherogenic genes in a population at high cardiovascular risk. *Atherosclerosis*, 208(2), 442–450. <https://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2009.08.004>
- Ma, A., Bai, J., He, M., & Wong, A. O. L. (2018). Spexin as a neuroendocrine signal with emerging functions. In *General and Comparative Endocrinology* (Vol. 265, pp. 90–96). Academic Press Inc. <https://doi.org/10.1016/j.ygcen.2018.01.015>
- Manna, P., & Jain, S. K. (2015). Obesity, Oxidative Stress, Adipose Tissue Dysfunction, and the Associated Health Risks: Causes and Therapeutic Strategies. In *Metabolic Syndrome and Related Disorders* (Vol. 13, Issue 10, pp. 423–444). Mary Ann Liebert Inc. <https://doi.org/10.1089/met.2015.0095>
- Mediterranean alpha-linolenic acid-rich diet in secondary prevention of coronary heart disease Summary.* (n.d.).
- Primary prevention of cardiovascular disease with a mediterranean diet. (2013). In *Zeitschrift fur Gefassmedizin* (Vol. 10, Issue 2, p. 28). <https://doi.org/10.1056/nejmoa1200303>
- Said, M. A., Nafeh, N. Y., & Abdallah, H. A. (2023). Spexin alleviates hypertension, hyperuricaemia, dyslipidemia and insulin resistance in high fructose diet induced metabolic syndrome in rats via enhancing PPAR- γ and AMPK and inhibiting IL-6 and TNF- α . *Archives of Physiology and Biochemistry*, 129(5), 1111–1116. <https://doi.org/10.1080/13813455.2021.1899242>
- Stolarczyk, E. (2017). Adipose tissue inflammation in obesity: a metabolic or immune response? In *Current Opinion in Pharmacology* (Vol. 37, pp. 35–40). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.coph.2017.08.006>
- Sun, X., Yu, Z., Xu, Y., Pu, S., & Gao, X. (2023). The role of spexin in energy metabolism. In *Peptides* (Vol. 164). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/j.peptides.2023.170991>
- Trandafir, L. M., Dodi, G., Frasinariu, O., Luca, A. C., Butnariu, L. I., Tarca, E., & Moisa, S. M. (2022). Tackling Dyslipidemia in Obesity from a Nanotechnology Perspective. In *Nutrients* (Vol. 14, Issue 18). MDPI. <https://doi.org/10.3390/nu14183774>
- Vekic, J., Zeljkovic, A., Stefanovic, A., Jelic-Ivanovic, Z., & Spasojevic-Kalimanovska, V. (2019). Obesity and dyslipidemia. In *Metabolism: Clinical and Experimental* (Vol. 92, pp. 71–81). W.B. Saunders. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2018.11.005>
- Walewski, J. L., Ge, F., Lobdell IV, H., Levin, N., Schwartz, G. J., Vasselli, J. R., Pomp, A., Dakin, G., & Berk, P. D. (2014). Spexin is a novel human peptide that reduces adipocyte uptake of long chain fatty acids and causes weight loss in rodents with diet-induced obesity. *Obesity*, 22(7), 1643–1652. <https://doi.org/10.1002/oby.20725>

- Widmer, R. J., Flammer, A. J., Lerman, L. O., & Lerman, A. (2015). The Mediterranean diet, its components, and cardiovascular disease. In *American Journal of Medicine* (Vol. 128, Issue 3, pp. 229–238). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2014.10.014>
- Wong, M. K. H., Sze, K. H., Chen, T., Cho, C. K., Law, H. C. H., Chu, I. K., & Wong, A. O. L. (2013). Goldfish spexin: solution structure and novel function as a satiety factor in feeding control. *Am J Physiol Endocrinol Metab*, 305, 348–366. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.00141.2013.-Spexin>
- Yu, M., Ju, M., Fang, P., & Zhang, Z. (2022). Emerging central and peripheral actions of spexin in feeding behavior, leptin resistance and obesity. In *Biochemical Pharmacology* (Vol. 202). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/j.bcp.2022.115121>
- Zhou, S. S., Jin, J. P., Wang, J. Q., Zhang, Z. G., Freedman, J. H., Zheng, Y., & Cai, L. (2018). MiRNAs in cardiovascular diseases: Potential biomarkers, therapeutic targets and challenges review-article. In *Acta Pharmacologica Sinica* (Vol. 39, Issue 7, pp. 1073–1084). Nature Publishing Group. <https://doi.org/10.1038/aps.2018.30>

AFET SONRASI ORTAYA ÇIKAN İKİNCİL RİSKLER

Prof. Dr. Handan ERTAŞ

Selçuk Üniversitesi, -0000-0003-1794-0296

Emre KARATAŞ

Selçuk Üniversitesi, -0009-0001-0157-9929

ÖZET

Afetler sonuçları itibari ile insanların yaşantılarını derinden etkilemekle birlikte afetlerin meydana gelmesinden sonra ortaya çıkan öngörülebilir ve öngörülemez riskler bulunmaktadır. Bu riskler afet sonrası meydana gelmesine rağmen afetler kadar insan yaşamına zarar verici nitelikte olduğu görülmektedir. Bu çalışmada Türkiye ve Dünya üzerinde meydana gelmiş afetler ve sonrasında ortaya çıkan riskler üzerine yapılan araştırmalar derinlemesine incelenerek farklı alanlarda ele alınan bilimsel araştırmalardan yararlanılarak afet sonrası ortaya çıkan ikincil riskler üzerine araştırmalar yapılacaktır. Geçmiş olayların ortaya koyduğu verilerin birikimi ile günümüz bilgi kaynakları ve gelişen teknolojinin etkileri ile; ortaya çıkan riskler için alınabilecek önlemler, afet oluşmadan afet sonrası ikincil riskleri önceden alınan tedbirlerle önlenmesi çalışmanın temelini oluşturacaktır.

Anahtar Sözcükler: Afet, Risk, İkincil Riskler, Önlem

SECONDARY RISKS AFTER A DISASTER

ABSTRACT

While the disasters results deeply affect the lives of people with their reputation, there are predictable and unpredictable risks that occur after the occurrence of disasters. Although these risks occur after the disaster, it is seen that it is as harmful to human life as disasters. In this study, Turkey and the world occurred disasters and subsequent risks on research conducted on the research conducted in-depth studies of scientific research addressed in different areas will be used to research on secondary risks arising after the disaster. With the accumulation of data revealed by past events, today's sources of information and the effects of developing technology; Measures that can be taken for emerging risks will be the basis of the study to prevent secondary risks after disaster with measures taken in advance.

Keywords: Disaster, Risk, Secondary Risks, Precaution

1. GİRİŞ

Afetler, insanlığın var olduğundan bu yana toplumun tamamını veya bir kısmını etkileyen can, mal ve ruhsal kayıplara sebep olan bunların yanında doğadaki bazı sistemlerinde zarar görmesine sebep olan doğal olaylardır. Bu olayların bilim ve teknolojideki ilerlemeler birlikte birtakım tedbirler alınarak etkilerinin azaltılabileceği söylenebilir. Afetler, öngörülebilir tedbirlerle kısmi veya tamamen kontrol altına alınabilir. Afetlerin meydana geldikten sonra başka risklerin tetikleyici olduğuna yönelik yapılan çalışmalar ışığında bu risklerin neler olduğu veya olabileceği ve risklerin alınabilecek tedbirler ışığında etki düzeyinin azaltılabileceğine yönelik literatür araştırmaları bu makalenin amacını oluşturacaktır.

2. AFET KAVRAMI ?

Afet, “maruz kalan toplumlar için, fiziki, maddi ve sosyal yitkilere sebebiyet veren, süregelen hayat akışını durduran veya aksamasına sebep olarak toplumları etkisi altında bırakan ve mevcut imkanlarla kontrol altına alınamayan çeşitli doğal, teknolojiye bağlı ya da insan kaynaklı meydana gelen bütün olaylar” şeklinde tanımlanmaktadır (Kadıoğlu, 2008).

Meydana gelen bir olayın afet olarak nitelendirilebilmesi için, sebep olduğu sonuçların hayatın olağan akışını bozacak nedenlerin meydana gelmesini oluşturarak, toplum içerisinde çok fazla can kayıplarına sebep olması gerekmektedir (URL-1, 2011).

Tüm dünya da 52 farklı afet türünün var olduğundan bahsedilmektedir (Karabulut ve Bekler, 2019). Dünya genelinde yaşayan insan sayısının artmış olması, şehirleşme oranının artması vb sebeplerle yaklaşık son 10 senede afet ve afetlerden kaynaklı yıkımlar artmış buna bağlı olarak 574 afet ve yaklaşık 775,000 insan yaşamını yitirmiş, yaklaşık 108 milyon insan afetlerden olumsuz etkilenmiştir (Özyer ve Dinçer, 2020). Bu afet türlerinden yaklaşık 21 afet çeşidinin Türkiye’de meydana geldiği düşünülmektedir. Afet çeşitleri arasında meydana gelme ve meydana geldikten sonra etki alanının en fazla olan afet depremler olarak ifade edilebilir (Karabulut ve Bekler, 2019).

Türkiye’de heyelan, deprem, çığ, su baskını, orman yangını ve yıldırımlar vb. doğa kaynaklı afet çeşitleri sıklıkla yaşanmakla birlikte, en çok meydana gelen afet çeşitleri heyelan (%45), deprem (%18), su baskını (%14) ve kaya düşmesi (%10) şeklinde sıralanabilir. Ancak meydana gelme oranı daha az olan depremler en çok zararı oluşturan (%55) afet çeşidi olarak tespit edilmiştir (Özyer ve Dinçer, 2020).

2.1. Doğal Afetler

Deprem; Türkiye’nin yer aldığı yeryüzü plakaları itibari ile deprem kuşağında bulunmaktadır. Türkiye’de meydana gelen depremler bulunduğu konum itibari ile sık sık meydana gelmekte ve oluşturduğu yıkımlar nedeniyle fazla sayıda can ve mal kaybına sebep olmaktadır.

Deprem afetlerinden sonra meydana gelen ikincil risklerin başında KBRN olayları gelmektedir. KBRN olayları en tehlikeli ve meydana gelme olasılığı en yüksek ikincil risklerin başında gelir. 17 Ağustos 1999 depreminin sonrasında AKSA kimya sanayisinde Akrilonitril isimli sızıntı

ortaya çıkmıştır. Yine 2011 yılında Japonya’da meydana gelen deprem felaketi ve buna bağlı olarak ikincil afet olarak Tsunami felaketine bağlı olarak Fukuşima nükleer santralinde sızıntılar (bahsedilen bu sızıntı vakası Çernobil nükleer santralinin patlamasından sonraki yaşanmış en büyük 2. Nükleer kazadır.) yaşanmıştır (URL-3, 2019).

Sel; “farklı nedenlerle meydana gelen miktarının fazla olduğu su kütlelerinin akarsu yataklarında, vadi ve zemininde, çukur arazilerde ve kıyılarda olağan dışı akıp yayılması olayıdır” (Özcan, 2006). Doğa kaynaklı olarak oluşan sel, çevre ve insanlar üzerinde oluşturduğu olumsuz sonuçlar itibari ile afet kapsamında değerlendirilmektedir. Türkiye’de sel vakalarının çok görülme sebebi; ikliminin yağışa müsait olması ve küresel iklim değişikliklerinin sonuçları olarak değerlendirilmektedir.

Heyelan; “geniş kapsam olarak değerlendirildiğinde kütlelerin hareket ederek yer değiştirmesi olarak ifade edilen, jeolojik-jeomorfolojik-klimatolojik-meteorolojik etkiler ve süreçlerle insanların farklı şekillerde mevcut yapıya verdiği zararlar neticesinde yamaçlardaki kütlelerin mevcut yapısı bozularak ortaya çıkan afetler olarak nitelendirilebilir” (Öztürk, 2002). Heyelan sonuçları itibari ile ortaya çıkan olumsuz tablolar oldukça çoktur. Bu tablolar; ölümler, ekili dikili alanların zarar görmesi, yaşam alanlarının etkilenmesi ve ormanların zarar görmesi şeklinde belirtilebilir.

Çığ; yoğun kar yağışı ile birlikte dağ eteklerinde biriken kar kütlelerinin kitlesel şekilde harekete geçerek hızlı ve yıkıcı şekilde dağ eteklerinden daha aşağılara kayarak oluşan doğa olayıdır. Türkiye’de çığ olayları çok fazla olmamakla birlikte insanların bitki örtüsüne verdiği zararlar neticesinde artış görüldüğü söylenebilir. Çığ afetleri, Ölüm sayıları ve maddi hasarlar şeklinde değerlendirildiğinde depremlerden sonra 2. Önemli afet olarak nitelenebilir (Kızıloğlu ve ark., 2006).

Fırtına; hava olaylarından olan rüzgârın esme hızı seviyesinin olumsuz sonuçlara sebep olacak şekilde yükselmesi olarak ifade edilebilir. Fırtınalarla birlikte fazla yağış ve sel olaylarına bağlı olarak erozyon olayları meydana gelmektedir. Fırtınalar; sıcak ve kuru atmosferde gerçekleşmesi durumunda yangınların zarar verme oranını artırarak meydana gelen yangınlara müdahale ve kontrol altına alınması sürecini engellemektedir (Türkeş ve Şahin, 2018).

Hortum; rüzgâr hızının çok fazla yükselmesi ile birlikte silindirik şekilde dönerek hareket eden, şiddeti yüksek ve yıkıcı sonuçlara sebep olan hava hareketleridir (Gökçekuş ve ark., 2018).

Volkanik patlamalar; sonuçları itibari ile felakete sebep olabilecek düzeydeki patlamalardır. Bu patlamalarla birlikte heyelan, volkanik püskürmeler, lav ve çamur akıntıları, zehir içeren gazların açığa çıkması ve bu lav akıntıları yerleşim yerlerini yok ederek çıkararak doğal afetlere neden olabilir (Gökçekuş ve ark., 2018).

Yangınlar; havaların sıcaklık derecesinin yüksek olması ile birlikte meydana gelen yangın olayları çok rastlanan bir afet çeşididir. Meydana gelen bu olaylar doğaya, hayvanlara ve insanlara ciddi zararlar verebilecek nitelikte olan afetlerdir. (Aydın, 2014).

2.2 KBRN Afetleri (Kimyasal, Biyolojik, Radyoaktif, Nükleer)

KBRN; Kimyasal, Biyolojik, Radyoaktif ve Nükleer kelimelerinin kısaltmasıdır. KBRN ajanlarının tesir alanı; ajana, meydana gelen olayın yaşandığında ki hava şartlarına, doğa ve canlılara etkisine bağlı olarak değişkenlik gösterebilir. Bu maddelerin tesir ettiği canlıların sağlığı ileri düzeyde zarar görebilir ve can kaybına neden olabilir. KBRN etki mekanizması; afetler, endüstri de meydana gelecek kazalar, savaş-terör olayları, ulaşım yollarında meydana gelecek kazalar, etki alanı geniş olan yangınlar, Nükleer-Radyoaktif madde barındıran tesislerde meydana gelecek kazalar, maden kazaları, çevresel kirlilik ve tarım alanında gerçekleşen bazı faaliyetler neticesinde meydana gelebilir ve canlıların kalıcı şekilde zarar görmesine sebep olabilir. (Dökmeci, 2018).

Kimyasal tehlikeler; zehirleyici maddeler içermesi sebebiyle ciddi zararlara sebep olabilecek tehlike grubundadır. Kimyasal silah olarak ifade edilen etki mekanizması bu alana dahildir.

Biyolojik tehlikeler; canlılar üzerinde ciddi sağlık problemleri oluşturabilecek organizmalardan meydana gelebilecek tehlikelerdir. Son yıllarda meydana gelen Ebola, SARS, Koronavirüs vb. tüm dünyayı etkisi altına alan hastalıklar bu tehlike grubunun sebep olduğu afetlerdendir.

Radyolojik tehlikeler; radyoaktif maddelerin, kaza veya kasten yayılmasıyla birlikte insan ve çevre üzerinde ciddi zararlara sebep olabilecek tehlikeli durumları ifade eder.

Nükleer tehlikeler; nükleer malzemelerin açığa çıkması ile birlikte öldürücü radyasyonun ve yüksek ısının yayılarak oluşturduğu tehlikelerdir. (URL-5, 2019).

3.AFET SONRASI İKİNCİL RİSKLER

3.1. Afet Psikolojisi

Afetlerden sonraki süreçleri değerlendirebilmek için meydana gelen ölüm sayılarının, yaşanan afetin ortaya çıkardığı kayıpları ve oluşturduğu atmosferi dikkate almak gerekmektedir (Bahadır ve Uçku, 2018). Örnek olarak, 1999 yılında meydana gelen Marmara Depremi neticesinde meydana gelen ölüm sayıları, toplumun psikolojik buhranına ak olarak ekonomik sorunlarında eklenmesiyle birlikte depremin hasar alanını genişliği dikkat çekmektedir. Afet psikolojisi, meydana gelen afetlerin toplum üzerinde oluşturduğu psikolojik tesirinin değerlendirilmesi, kişilerin ve toplumun meydana gelen afet sonrasında iyi olma hallerinin devam ettirilebilmesi amacıyla psikososyal desteğin uygulamaya alınması ile birlikte afetler meydana gelmeden önce toplumu afetlere ve sonraki süreçlere hazır hale getirme girişimlerini ele alan bir alan olduğu ifade edilebilir (Karancı ve İkizler, 2017). Meydana gelen afetlerden sonraki süreçler afet alanında veya maruz kalınan problemin uzmanları tarafından değerlendirilmesi gerekmektedir (Kukuoğlu, 2018).

3.2. Afet Sonrası Psikolojik Süreçler

Meydana gelen afet ve afetin derecesine göre toplumlardaki etkileri çeşitlilik göstermektedir. Afet sonrası süreçler dört başlık altında ifade edilebilir.

Psikolojik şok süreci; bu süreç afetlerden sonra meydana gelen ve 24 saatten daha uzun sürebilen, kişilerde fizyolojik tepkiler, odaklanma güçlüğü, unutkanlık, halüsinasyon, katılaşma şeklinde tepkiler izlenmektedir.

Teki Süreci; afet meydana geldikten 2 veya altı gün sonrasında görülebilmektedir. Kişiler gergin, öfkeli, güvende hissetmeme, endişeli ve korku tepkileri göstermenin yanında fizyolojik olarak; mide bulantısı, kalp çarpıntısı ve sürekli olarak hareket halinde olma gibi tepkiler izlenebilmektedir.

Farkındalık süreci: Afetler meydana geldikten yaklaşık olarak 7 gün sonunda izlenir. Afetten etkilenen kişiler meydana gelenlerin neler olduğunu öğrenmek istemez, yas tutmaya başlar, duygusal olarak hassaslaşır, psikolojik olarak çatışmalar meydana gelebilir.

İyileşme süreci: Kişiler, afetler meydana geldikten uzun bir sürenin sonrasında içinde bulunduğu sürece uyum göstermeye çalışmaktadır. Çevresel desteklere gösterilen direnç azalma eğilimdedir, daha güçlü olarak sakin kalarak ileriye dönük amaç ve planlamalar yapılı, içinde bulunduğu durum ile birlikte yaşamayı kabullenerek yaşamını sürdürmeye devam etmektedir (Kukuoğlu, 2018).

3.3. Afet Sonrası Psikolojik İlk Yardım

Meydana gelen afetlerden sonra afetlere maruz kalan bireylerde psikolojik olarak patalojiler baş göstermeye başlayabilir. Stres ve anksiyete bozukluklar ile kişilerin zararlı eğilimlere yönelmemeleri açısından ruh sağlığı ve psikosoyal desteklerin sağlanması afetlerden sonra psikosoyal anlamda alınacak ilk tedbirlerdendir. Her ne kadar bu desteğin alanında uzman olanlar tarafından verilmesi gerekse de olayın meydana geldiğinde uzmanların herkese aynı anda ulaşma süreci içerisinde kişilere ilk destek yakınları tarafından sağlanmaktadır (URL-2, 2016).

Psikolojik ilk yardım eğitim kurumları dahil olmak üzere çeşitli ortamlarda, kısa zamanda ulaşılabilecek en fazla sayıda mağdura destek olmak üzere yapılandırılmış Dünya Sağlık Örgütü ve çeşitli uluslararası kuruluşlar tarafından tanınmış bir ilk yardım olarak ifade edilebilir (Erdur Baker ve ark, 2018).

3.4. İkincil Risk Olarak KBRN

KBRN ajanları; savaş-terör ajanları şeklinde yapılacak olan saldırılarda kullanılarak teknolojik ve insanlar tarafından meydana gelen tehlikeler kapsamında değerlendirilebilir. Bir başka ifade ile afetler nedeniyle meydana gelen ikincil riskler sınıfında tehlikeler olarak da ifade edilebilir. Afetlerden sonraki süreçlerde zararların azaltılması ve alınacak tedbirler kapsamında KBRN etkileri ile ilgili detaylı bilgi sahibi olmak gereklidir.

KBRN'nin hangi alanda meydana geldiği ve bu alanda yapılacak faaliyetlere ait detaylı bilgilerin güncel tutulması ve yerine getirilmesi gereklidir. İnsanların bu tür olaylara karşı nasıl yaklaşmaları konusunda da toplumsal eğitimlerin yerine getirilmesi zarar azaltma ve tedbir alanında öncelikli amaçların arasında yer alması gerekmektedir. KBRN ve diğer afetlerden sonra hangi kurumun hangi alanda tedbir alıp faaliyet göstereceğine yönelik ihtiyaç

olan eğitimlerin ve tatbiklerin güncel bilgilerle yerine getirilmesi, ilgili kurumların gerekli teçhizatının eksiksiz olarak barındırması yukarıda bahsedilen sonuçlara sebebiyet vermemek veya meydana gelen olumsuz durumların derhal tedbirlerinin alınması açısından önem arz etmektedir. Günümüzde teknolojinin ilerlemesi ile birlikte kimyasal madde işleyen fabrikalar ve bu maddelerin ulaşım yolları itibari ile, termik santraller, laboratuvarlar, radyoaktif ve nükleer santraller KBRN ajanları olarak günlük yaşantımızın içinde bulunmaktadır. (Kabaklarlı, 2008).

3.5. Teknolojik- İnsan Kaynaklı Afetler ve KBRN Etkileri

Herhangi bir hataya bağlı olmadan gelişebileceği gibi doğal afetler sebebiyle de meydana gelebilecek ikincil afet çeşitlerindedir. Bazı teknolojik afet olarak; “nükleer, biyolojik ve kimyasal kazalar, radyoaktif kaza ve yayılmaları, tehlike içeren maddelerin taşınma sürecinde meydana gelen kazalar, kimyevi madde üretimi yapan firma ve depolarında meydana gelebilecek kazalar, sanayi sektöründe meydana gelen kazalar, gaz ve kimyevi kaçaklar, maden ocağında yaşanacak çöküntüler, hava-su kirliliği, küresel anlamda yaşanılacak iklim değişiklikleri, siber saldırı, göçmenler” şeklinde sıralanabilir ve sıklıkla KBRN tehlikesi meydana getirebilir (URL-4, 2019).

4. SONUÇ

Her afetin meydana getirdiği ikincil risklerin varlığı yapılan çalışmalarla sabit olmakla birlikte, afetlerin önüne geçilebilecek alanlarda gerekli çalışma ve analizlerin yapılarak tedbirlerin alınarak zararların önlenmesi, zararların azaltılması veya meydana gelen afet ve ikincil risklerin süreçlerini kontrollü yönetmek insan, çevre ve sosyal yaşantılar için elzemdir. Afetler sonuçları itibari ile her ne kadar öngörülebilir sonuçları olsa da hiçbir afetin boyutları öngörülememektedir. Afetler hiç şüphesiz insan hayatını olumsuz etkilemektedir. Özellikle KBRN ajanları başta olmak üzere doğaya verdiği zararlarla birlikte insanların afetlerin tetikleyici unsurlarından birisi olduğu da göz önünde bulundurularak yaşamını sürdüren her insanın bilinç ve ödevleri hakkında gerekli bilgilere sahip olması gerekmektedir. Teknolojik faaliyetlerin her geçen gün ilerlemesi hatta artık standart tanımının dahi yapılamadığı teknolojik gelişmelerle birlikte insan kaynaklı afetlerin yıkıcı gücü artmaktadır. Her afet beraberinde ikincil bir riski taşıdığı göz önüne alındığında; öncelikle afetlere yönelik tedbirlerin ilgili kurumlarca alınması, afetlere bağlı yıkımlara yönelik tedbirlerin alınması, afet kaynaklı ikincil risklerin yine öngörü çalışmalarının eksiksiz yapılması ve meydana gelen ikincil risklere yönelik tedbirlerin alınması, vazgeçilmez olan ve yaşamın devam ettiği sürece her şeyin temelinde var olan insan sağlığı açısından en temel görevler arasında yer almalıdır.

5. KAYNAKLAR

- [1] Kadioğlu, M., Modern, Bütünleşik Afet Yönetiminin Temel İlkeleri. İçinde: M. Kadioğlu, E. Özdamar (Eds.), Afet Zararlarını Azaltmanın Temel İlkeleri (s.1-34), JICA Türkiye Ofisi Yayınları No: 2, Ankara, 2008.
- [2] http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Afet%20Ve%20Travmalarda%20Psikolojik%20Destek.pdf
(Erişim Tarihi: 15.06.2023)
- [3] Karabulut, D., & Bekler, T., Doğal afetlerin çocuklar ve ergenler üzerindeki etkileri. Doğal Afetler ve Çevre Dergisi, 5,2, 368-376, 2019.
- [4] Özyer, Y., & Dinçer, S., Afetlerde hemşirelerin psikolojik ilk yardım rolleri. IBAD Sosyal Bilimler Dergisi, (7), 198-206, 2020.
- [5] Bahadır, H., ve Uçku, R., Uluslararası acil durum veri tabanına göre Türkiye Cumhuriyeti tarihindeki afetler, Artvin Çoruh Üniversitesi Doğal Afetler Uygulama ve Araştırma Merkezi, Doğal Afetler ve Çevre Dergisi, 4,1, 28-33, 2018.
- [6] Karancı, N., & İkizler., Afet Psikolojisi: Tarihçe, Temel İlkeler ve Uygulamalar. Türkiye Klinikleri Psikoloji-Özel Konular, 2,3:163-71, 2017.
- [7] Kukuoğlu, A., Doğal Afetler Sonrası Yaşanan Travmalar ve Örnek Bir Psikoeğitim Programı, Afet ve Risk Dergisi 1(1), 39-52, 2018.
- [8] https://www.who.int/mental-health-day/paper_wfmh_2016.pdf?ua=1
(Erişim Tarihi:15.06.2023)
- [9] <https://app.trdizin.gov.tr/publication/project/detail/TVRnMU5qUTA>
(Erişim Tarihi:10.06.2023)
- [10] <https://ders.im/dokuman/afetlerde-acil-saglik-hizmetleri>
(Erişim Tarihi:10.06.2023)
- [11] Özcan, E., Sel Olayı ve Türkiye, Gazi Eğitimi Fakültesi Dergisi, 26(1), 35-50, 2006.
- [12] Öztürk, K., Heyelanlar ve Türkiye'ye Etkileri, Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 22(2), 35-50, 2002.
- [13] Kızıloğlu, F. M., Okuroğlu, M., Örüng, İ., Kırsal Yerleşimler ve Doğal Afetler, GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi, 23 (2), 53-58, 2006.
- [14] Türkeş, M., Şahin, S., Türkiye'nin Fırtına Afeti Etkilenebilirliği ve Risk Çözümlemesi, Kebikeç Dergisi, 46, 219-246, 2018.
- [15] <http://www.iusarc.org/wp-content/uploads/2018/06/Do%20Fal-ve%20nsan-Kaynakl%20Felaketler-Sonu%20A7lar%20B1-ve-AfetY%20netimi.pdf>

(Erişim Tarihi:12.06.2023)

[16] Aydın, T., Doğal Afet Yönetişimi: Türkiye’de Doğal Afet Yönetimi Uygulamalarının Tarihsel Bağlamda Değerlendirilmesi Tezi, 2014.

[17] <https://docplayer.biz.tr/2436196-T-c-kalkinma-bakanligi-afet-yonetimindeetkinlik.html>

(Erişim Tarihi:09.06.2023)

[18] Dökmeci, H., Toksikolojik Çevresel ve Endüstriyel Afetler, 1. Baskı, Nobel Tıp Kitapevi, Ankara, 2018.

[19] https://www.jcs.mil/Portals/36/Documents/Doctrine/pubs/jp3_11.pdf?ver=2018-12-07-091639-697

(Erişim Tarihi:11.06.2023)

[20] Kabaklarlı, A., Kriz Yönetiminde KBRN Olayları, 1. Uluslararası KBRN Kongresi, Ankara, 2008.

NADİR HASTALIKLARA SAHİP BİREYLERİN YETİM İLAÇLARA ERİŞİMİ ve YETİM İLAÇ KAPSAMI

Prof. Dr. Handan ERTAŞ

Selçuk Üniversitesi, – 0000-0003-1794-0296

Reyhan YETKİN

Selçuk Üniversitesi, - 0009-0002-9429-5008

ÖZET

Nadir hastalıklar, yaşamımızın her alanında ortaya çıkma potansiyelini içerisinde barındıran önemli bir sağlık sorunu olarak irdelenmelidir. Düşük bir prevalansa sahip olsalar da diğer yaygın görülen hastalıklardan ayırt edilmemesi gereken bir hastalık türü olan nadir hastalıkların, tedavi süreci, bireyin psiko-sosyal durumu, ekonomik şartlarını da kapsayan bir biçimde ele alınması gerekmektedir. Nadir hastalıkların tedavilerinde kullanılmakta olan piyasada yüksek maliyet nedeniyle üretimi az olan ve bireyleri katastrofik bir yıkıma uğratmakta olan yetim ilaçların ise üreten firmalarca daha çok ele alınması gerekmektedir. Çünkü sağlık hakkı herkes için eşittir ve bu durum öngörülerek çalışmalar yapılmalı dolayısıyla nadir hastalıklar ve yetim ilaç kapsamında daha belirgin çalışmalar yapılması gerekmektedir. Bu çalışma ile, *nadir hastalıklara sahip bireylerin yetim ilaçlara erişimi, ilaçlara erişim konusunda yaşanan sorunlar, ilaç şirketleri ve yetim ilaçlar için teşvikleri* aynı zamanda *yetim ilaçların durumu, ilaç temin süreci* ve tüm bu süreçlerin mevcut durumu ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yetim İlaç, Nadir Hastalıklar, Yetim İlaç Erişimi, Nadir İlaç

ACCESS TO ORPHAN DRUGS FOR INDIVIDUALS WITH RARE DISEASES AND ORPHAN DRUG COVERAGE

ABSTRACT

Rare diseases should be examined as an important health problem that has the potential to occur in every aspect of our lives. Although they have a low prevalence, rare diseases, which are a type of disease that should not be distinguished from other common diseases, should be handled in a way that includes the treatment process, the psycho-social status of the individual and the economic conditions. Orphan drugs, which are used in the treatment of rare diseases,

are underproduced in the market due to their high cost and cause catastrophic destruction to individuals, need to be addressed more by the companies that produce them. Because the right to health is equal for everyone and studies should be carried out in anticipation of this situation, more specific studies should be carried out within the scope of rare diseases and orphan drugs. With this study, it was tried to reveal the access of individuals with rare diseases to orphan drugs, the problems experienced in accessing drugs, pharmaceutical companies and their incentives for orphan drugs, as well as the status of orphan drugs, the drug procurement process and the current status of all these processes.

Keywords: Orphan Drug, Rare Diseases, Orphan Drug Access, Rare Medicine

GİRİŞ

İnsanların sahip olduğu en önemli haklardan biri olan sağlık hakkı tartışmasız herkesin eşit bir şekilde faydalanabilmesi gereken bir haktır (Köken et al., 2018). Nadir hastalığa sahip bireylerin herhangi bir rahatsızlık durumunda sağlık kurumuna başvurması ve diğer bireyler gibi hastalığa sahip bireylerin de tedavi sürecini etkin ve verimli bir şekilde almaları gerekmektedir (Şencan et al., 2014) .

Nadir hastalıklar, nüfusun küçük bir yüzdesini etkileyen, genellikle genetik kökenli olan hastalıklardır. Bu hastalıkların çoğu için spesifik tedaviler mevcut değildir ve nadir hastalığa sahip olan bireylerin ihtiyaçlarını karşılamak için geliştirilen ilaçlara “yetim ilaçlar” denilmektedir (Dündar & Karabulut, 2010)&(Doğuç, 2017).

Hastalıkların iyileştirilmesinde en önemli ve en çok tercih edilmekte olan yöntem ise ilaçla tedavidir (Doğuç, 2017). Diğer hastalıklara nazaran toplumun belirli ve daha küçük bir bölümünü etkilemekte olan nadir hastalıkların tedavileri için gerekli olan ilaçlara ulaşmak diğer ilaçlara ulaşmak kadar kolay olmamaktadır (Drummond et al., 2007). Hastaların yaşam sürelerini ve yaşam kalitelerini arttırabilmek adına üretilmekte olan yetim ilaçlar, nadir hastalığa sahip kesimin az olması nedeniyle ilaç firmaları bu pazara yönelmeyi tercih etmemektedir (Dear et al., 2006)&(Franco, 2013). Nadir hastalığa sahip bireyler de birçok sorunla karşı karşıya kalmaktadır. Hastalıklar konusunda yaşanan bilgi eksikliği, hekim yetersizliği, yüksek maliyetler, ilaç temininde yaşanan sorunlar gibi sorunlar gözler önüne serilmektedir (Baulac, 2006). Nadir hastalığa sahip bireylerin karşılaştığı en önemli sorun ise tedavi ve bakıma erişmekte yaşanan zorluklardır. Hastalığa sahip bireyin ve yakınlarının

psikolojik, sosyal ve ekonomik durumu da hastalığın durumu ve ilaç temin sürecine göre bireyi yıpratmaktadır (Henrard & Arickx, 2016).

1. NADİR HASTALIKLAR

“Nadir hastalıklar” bazı kaynaklarda da “Yetim hastalıklar” olarak karşımıza çıkabilmektedir. Kavramın tanımı ülkeden ülkeye değişkenlik gösterse de DSÖ’ye göre nadir hastalık; “nadir görülen bir hastalık her 10.000 kişiden en fazla 6.5’ini etkileyen bir hastalıklar” şeklinde tanımlanmaktadır (Griggs et al., 2009).

Avrupa Birliği ise nadir hastalıkların tanımını; büyük bir kısmının genetik kaynaklı olduğunu, prevalansının düşük (20000 kişide 10 kişiden az) olduğunu, bireyin yaşamı için risk barındıran ve bunun sonucunda bireyin sağlık durumunda ileri düzeyde bir kötüleşmeye ya da ölümlere sebep olan ayrıca bireyin yaşam kalitesinde veya sosyo-ekonomik gücünde gözle görülür düşüşler meydana getiren hastalıklar ya da bozukluklar olarak belirtilmektedir (Simone Baldovino et al., 2016). Nadir görülen hastalıkların tedavisi yoktur, ancak nadir hastalığa sahip bireylere uygun tedavi süreci belirlenip, tedavi süresince doğru ve etkin bir tıbbi bakım almaları sonucunda nadir hastalığa sahip bireylerin yaşam kalitelerinin artırılabilceği ve yaşam sürelerinde artış olabileceği öngörülmektedir (Berman, 2014).

Nadir hastalıkların pek çok tanımı bulunmakta ve bu tanımlar ülkeler arasında da çeşitlilik göstermektedir fakat genel olarak tanımlar incelendiğinde görmekteyiz ki bir hastalığın 10.000 kişi içerisinde 5 veya 6 kişiyi ya da daha azını etkileme durumu “nadir” olarak ele alınmaktadır (Scherman, 2021). Literatürde yaklaşık 8000 nadir hastalık tanımlanmıştır ve bu hastalıkların kökeninin yüksek bir oranla (%80) genetik faktörler sonucu meydana geldiği bilinmektedir (*Nadir Hastalıklar Ağı*, 2009). Nadir hastalıklardan etkilenen en yüksek kesim (%75) çocuklardan oluşmaktadır. Bu hastalığı barındıran bireylerin ise çoğu tedavi edilememekte küçük bir kısmı tedaviden yararlanabilmektedir (Scherman, 2021). Kronik hastalıklara oranla görülme sıklıklarının düşük olduğu bilinen nadir hastalıklar dünya nüfusu içerisinde 300 milyon kişi bu hastalığı bünyesinde barındırmaktadır. Ülkemize baktığımızda ise nadir hastalık vakalarının yaklaşık 7 milyonunun ülkemiz üzerinden verilere yansıdığını görmekteyiz bunun sebebinin ise %22 gibi bir oranla yapılmakta olan akraba evliliklerine dayandırmak mümkün gözükmektedir (*KASDER*, 2021).

1.1 DÜNYA'DA ve TÜRKİYE'DE NADİR HASTALIKLARA BAKIŞ

Nadir hastalıklar yalnızca bireyi veya sağlık sektörünü etkileyen bir durum değil bireyin çevresini de önemli derecede etkilemekte olan bir hastalık türüdür (Schieppati et al., 2008). Bakıldığında akraba evlilikleri neticesiyle sık görülmekte olan bu hastalıkların ülkeden ülkeye prevalansları farklılık gösterebilmektedir (Dündar & Karabulut, 2010). Avrupa ve Amerika'nın kuzeyine bakıldığında akraba evliliklerinin oranı %1'den az, Güney Amerika ve Doğu-Batı Afrika'daki evliliklerin ise %10'luk bir kısmı akraba evliliği olarak bilinmektedir (Saad et al., 2014). Ülkemize baktığımızda ise akraba evlilikleri oranı epey yüksek gözükmekte ve bunun sonucunda yaklaşık 5-7 milyon bireyin nadir hastalıklardan etkilenmiş olabileceği öngörülmektedir (Murat & Özçelikay, 2017).

1.1.1 TÜRKİYE'DE NADİR HASTALIKLARDAN BAZILARININ PREVELANSI

	HASTALIK	GÖRÜLME SIKLIĞI
1	Amiyotrofik Lateral Skleroz (Amyotrophic Lateral Sclerosis; ALS, Gehring Hastalığı, Gehring's Disease)	6.000 - 8.000
2	Behçet Hastalığı (Behcet 's Disease: BD)	1/1000
3	Down Sendromu (Down Syndrome)	1/1000
4	Duchenne Müsküler Distrofi (Duchenne Muscular Dystrophy: DMD)	15.000 civarında (1-60 yaş arası)
5	Kistik Fibroz (Cystic Fibrosis: CF)	1/3000
6	Malign Melanom (Malignant Melanoma)	1,5/100.000
7	Marfan Sendromu (Marfan Syndrome; MFS)	1/10.000
8	Mukopolisakkaridozlar (Mucopolysaccharidoses: MPS)	1/25.000
9	Multipl Skleroz Hastalığı (Multiple Sclerosis; MS)	71/100.000 - 75/100.000
10	Sistinozis (Cystinosis)	1/100.000-1/200.000
11	Spinal Müsküler Atrofi (Spinal Muscular Atrophy: SMA, 5qSMA, Proximal SMA, Spinal Amyotrophy)	1/6.000
12	Talasemiler (Thalassemia)	1.300.000 taşıyıcısı ve 4.000 civarında talasemi hastası vardır.
13	Yenidoğan Diyabeti (Neonatal Diabetes Mellitus)	1/300.000-1/400.000

Çizelge 1: ("TÜSEB ", 2019).

1.1.2 ORPHANET

Herhangi bir nadir hastalığın adını aradığımızda sistem bize hastalıkla ilgili olan bazı özellikleri vermektedir bunlar;

1.1.2.1 AİLEVİ AKDENİZ ATEŞİ (FMF)

YETİM:342		
Sınıflandırma düzeyi: Bozukluk		
<i>Eş anlamlı):</i>	<i>Yaygınlık: 1-5 / 10 000</i>	<i>ICD-II: 4A60.0</i>
İyi huylu paroksizmal peritonit	<i>Kalıtım: Otozomal dominant veya Otozomal resesif</i>	<i>OMİM: 134610 249100</i>
İyi huylu tekrarlayan poliserozit		<i>UMLS: C0031069</i>
AAA	<i>Başlangıç yaşı: Bebeklik , Çocukluk , Ergenlik , Yetişkinlik</i>	<i>Kafes: D010505</i>
Ailesel paroksizmal poliserozit		<i>BAHÇE: 6421</i>
periyodik hastalık	<i>ICD-10: E85.0</i>	<i>MedDRA: 10016207</i>

Görsel 1 (Orphanet, 2007).

1.1.2.2 OTOZOMAL DOMİNANT ÇOCUKLUK BAŞLANGIÇLI PROKSİMAL SPİNAL MÜSKÜLER ATROFİ (SMA)

YETİM:363447		
Sınıflandırma düzeyi: Bozukluk		
<i>Eş anlamlı):</i>	<i>Kalıtım: Otozomal dominant</i>	<i>OMİM: 158600 615290</i>
Alt ekstremitte baskın otozomal dominant proksimal spinal müsküler atrofi	<i>Başlangıç yaşı: Bebeklik , Çocukluk , Ergenlik , Antenatal , Neonatal</i>	<i>UMLS: C1834690</i>
SMALED		<i>MeSH: -</i>
	<i>ICD-10: G12.1</i>	<i>GARD: -</i>
<i>Yaygınlık: <1 / 1 000 000</i>	<i>ICD-11: 8B61.Y</i>	<i>MedDRA: -</i>

Görsel 2 (Orphanet, 2007).

1.1.2.3 KİSTİK FİBROZİS

YETİM:586		
Sınıflandırma düzeyi: Bozukluk		
<i>Eş anlamlı):</i>	<i>Başlangıç yaşı: Tüm yaşlar</i>	<i>UMLS: C0010674</i>
CF		<i>Kafes: D003550</i>
mukovisidoz	<i>ICD-10: E84.0 E84.1 E84.8</i>	<i>BAHÇE: 6233</i>
<i>Yaygınlık: 1-5 / 10 000</i>	<i>ICD-11: CA25</i>	<i>MedDRA: 10011762</i>
<i>Kalıtım: Otozomal resesif</i>	<i>OMİM: 219700</i>	

Görsel 3 (Orphanet, 2007).

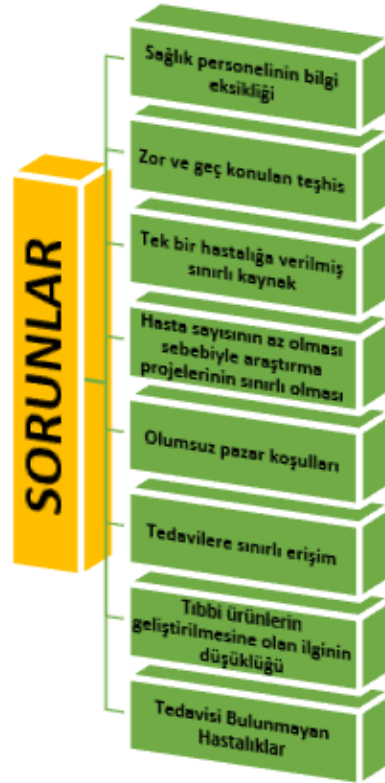
(Orphanet, 2007).

1.2 NADİR HASTALIKLARDA YAŞANAN SORUNLAR

Nadiren görülmekte olan hastalıklara sahip olan bireylerin çoğunun dayandığı temel genetik faktörler olarak ele alınsa da tahmin edilemez biçimlerde meydana gelmiş olmaları sebebiyle teşhis edilmesi de çok zor olmaktadır. Bir diğer sorun ise, bulunan birçok nadir

hastalığın bir teşhis imkanı ve çeşidi bulunmayabiliyor. Bunun yanı sıra hastalıkları tedavi eden hekim sayısı da oldukça sınırlı gözükmektedir. Bireyin psikolojik olarak yüksek düzeyde bir motivasyona sahip olması gerekirken hastalar uygun tedaviyi elde edememekte ve tedavi belirsizliği sebebiyle uzun yıllar sürdürebilirler (Plan, 2011)&(Anderson et al., 2013).

Ciddi bir sorun olan nadir hastalıklar, tedavi edilmesinin zor olmasının yanında bireyin ekonomik koşullarını da zorlayan bir hastalık olarak ele alınabilir. Hastalığın başlangıç döneminde belirti göstermeyebilir, gizlenebilir veya yanlış teşhis durumu bulunabilir (Schieppati et al., 2008)&(Taruscio et al., 2011)&(Duygu & Karaman, 2019). Bireyin hayatını tehdit eden bu hastalık türü, hastalığa sahip bireylerin ve çevresinin yaşam standartlarını da önemli derecede etkilemektedir(*European Commission*, 2011). Bu da beraberinde bazı sorunlar meydana getirmektedir;



Görsel 4: Nadir Hastalıklara Sahip Bireylerin Yaşadığı Sorunlar (Duygu & Karaman, 2019).

2. YETİM İLAÇLAR

Bireye nadir hastalık teşhisinin konulmasının ardından, herhangi bir nadir hastalığa sahip bireyin tedavi süreci içerisinde yer alan ve tedavi için kullanılmakta olan bu ilaç türleri yetim ilaçlar olarak tanımlanmaktadır (Orofino et al., 2010)&(Duygu & Karaman, 2019). Burada literatür incelendiğinde nadir hastalık tanımlarında olduğu gibi yetim ilaçların

tanımında da ülkeler arasında farklılık göstermektedir. Örneğin; ABD’de 200.000’den az insidansa sahip olan nadir hastalıklar için belirlenmektedir. AB’ de ise yetim ilaç tanımına bakıldığında, 10.000 birey içerisinde prevalansı 5’ten az olan nadir hastalığın teşhisi, tedavisi ve önlenmesini hedeflemektedir (Kontoghiorghe et al., 2014).

Bu ilaçların yetim ilaç olarak bilinmesinin sebebi ele alındığında, nadir hastalıkların çok sınırlı sayıda bireyi etkilemesinden kaynaklandığı dolayısıyla ilaç üreten firmaların/şirketlerin pazarın kapsamının düşük ve sınırlı olması nedeniyle yetim ilaçları geliştirme ve pazarlama konusunda isteksiz oldukları görülmektedir. Bu durumun da neden yetim hastalıklar olarak tanımlandığı konusuna açıklık getirdiği görülmektedir (Stolk et al., 2006)&(Liu et al., 2010)&(Moliner, 2010).

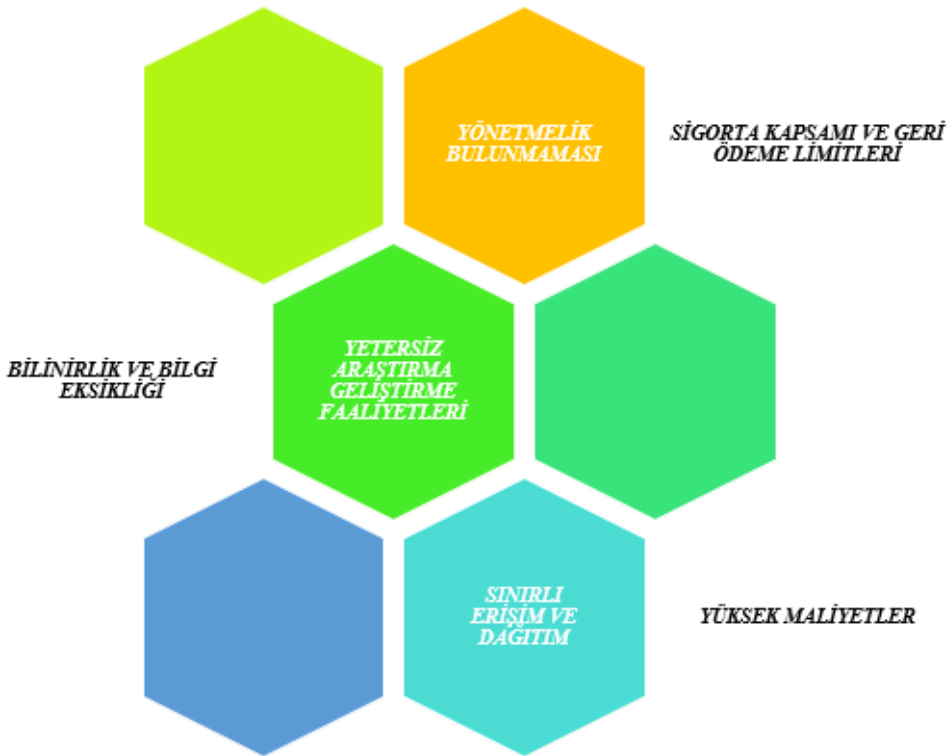
Bu hastalıklar her açıdan yetim olarak ele alınabilir; piyasa ilgisi az ve araştırma odağı konusunda yeterli ilgiyi görememektedir. Bir hastalığın az görülmesi bu hastalığa sahip bireylerin tedavisi için gerekli olan ilaçların keşfi, geliştirilmesi ve test edilmesi süreci uzun, meşakkatli ve ekonomik açıdan yıpratıcı bir süreçtir (Moliner, 2010). Bu sebeple ilaç şirketleri, yapmış oldukları yatırımlardan bir kar ya da getiri elde etmeyeceklerini düşündükleri için ve hitap ettikleri kesimin az sayıda insanı kapsadığını bildiği için yetim ilaçlara yatırım yapmak ilaç şirketlerinin çok değinmediği ve kaçındığı bir konudur. Nadir hastalık tanısı konulan bireyler de ilaç şirketlerinin bu tutumları sonucunda ilaçlara erişim açısından büyük sıkıntılarla karşılaşmaktadır (Haffner, 2006).

Yetim ilaçlar üzerinde klinik araştırma yapılması öngörülse dahi diğer ilaçlar gibi kolay olmamaktadır; bunun sebebi ise hedef hasta popülasyonunun sayısının az olmasıdır. Yetim ilaç geliştirmeyi amaçlamanın ekonomik açıdan maliyeti diğer hastalıklar ile denk gözükse de; düşük hasta kesimi, ilaçların fiyatının artmasına yol açmaktadır (Koçkaya et al., 2014).

2.1 YETİM İLAÇLARA ERİŞİM

Nadir hastalığa sahip olan bireylerin, yetim ilaçlara erişim konusunda birçok problem yaşadığı bilinmektedir. Nadir hastalıklar, toplumun küçük bir kesimini etkileyen, genellikle genetik faktörlerin etkili olduğu hastalıklardır (Julkowska et al., 2017). Bu hastalıkların çoğu için kesin ve belirli tedaviler bulunmamaktadır bu nedenle yetim ilaçlar, nadir hastalıkları olan bireylerin ihtiyaçlarını karşılamak için geliştirilen ve üretilen ilaçlardır. Ancak, yetim ilaçlara erişim konusunda bazı zorluklar vardır:

- ↻ Nadir hastalığa sahip olan bireylerin diğer hasta kesimlere oranla daha düşük bir popülasyonu kapsamı,
- ↻ İlaçların üretimi için maliyetlerin yüksek olması,
- ↻ Tedavi için gerekli ilaç üretimi sağlama aşaması konusunda Ar-ge sağlanamaması,
- ↻ İlaçların bazılarının geri ödeme kapsamına girmemesi,
- ↻ İlacın temininin zaman ve ekonomik açıdan bireyi yıpratması gibi nedenler yer alabilmektedir (Duygu & Karaman, 2019).

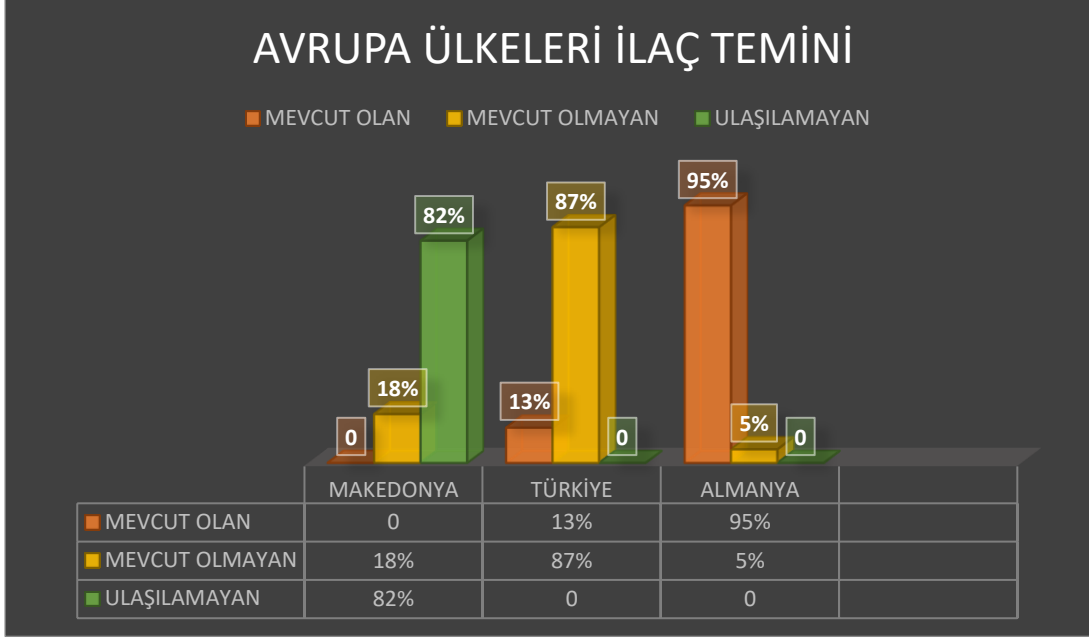


Görsel 5: Yetim İlaçlara Erişim Konusunda Yaşanan Sorunlar (Schieppati et al., 2008).

2.2 YETİM İLAÇ PAZARI

Yetim İlaç Yasası, insanların ve sektörün büyük ölçüde göz ardı etmiş olduğu nadir hastalıklara sahip bireylerin tedavi sürecinde en büyük aktörlerin başında gelmektedir. Bu yasa sayesinde ilaçların geliştirilmesi, üretilmesi ve piyasaya sürülmesi sürecinin kolaylaştırılması adına ABD’ de 1983 yılında kabul edilmiş bir yasa olarak bilinmektedir (Koçkaya et al., 2014). Bu yasa sayesinde ilaçların ruhsatlandırılma süreci hızlanmış ve birçok yeni ilaç piyasaya sürülmüştür (Handfield & Feldstein, 2013). İlaçların ruhsatlandırılması, AB içerisindeki tüm ülkelerde mevcut bulunduğu anlamı taşımamaktadır. Bir ilacın geri ödeme şartları ve ücretini belirlemek için her ülke kendi içerisinde belirli prosedürleri uygulamaktadır. Genel olarak

ilaçlara ulaşabilmek, ülkelerin geri ödeme listesinde ilacın yer alması doğrultusunda bireylerin yetim ilaçlara erişimi sağlanabilmektedir. Fakat temin edilemeyen yetim ilaçların sayısı da oldukça fazla gözükmetedir(*Orphanet Türkiye, 2007*).



Çizelge 2: Avrupa Ülkelerinde Temin Edilemeyen Yetim İlaçların Karşılaştırılması (Koçkaya et al., 2021).

Yukarıda bulunan şekilde de görüldüğü üzere mevcut olan ilaç sayısı oranı en fazla olan ülke “Almanya” olurken ilaç temininde en büyük sorunu yaşayan ülke “Makedonya” olarak ele alınmıştır. Ülkemizdeki duruma baktığımızda mevcut olan ilaç sayısı oranı %13 iken, mevcut bulunmayan ilaç sayısı oranı %87’lik bir oran olarak karşımıza çıkmaktadır (Koçkaya et al., 2021).

2.2.1 TÜRKİYE YETİM İLAÇ PAZARI

Türkiye’de akraba evlilikleri sebebiyle çok sık görülmekte olan nadir hastalıkların tedavi süreci için 2007 yılında “Türkiye’de Sağlık Bakanlığı Beşeri Tıbbi Ürünlerin Fiyatlandırılması Hakkında Tebliğ” oluşturulmuştur(Gazete, 2017) .

Türkiye’de TİTCK (Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu) tarafınca yetim ilaçların takibi sağlanmaktadır. Türkiye’de nadir hastalık ve yetim ilaçlara yönelik bir yönetmelik bulunmamaktadır. TİTCK tarafınca ilaçların fiyatlandırılması yapılmaktadır. Ülkemizde bulunan tüm ilaçlar referans fiyatlandırma politikasına tabii tutulmaktadır ve bu süreç 2006 yılından beri süregelmektedir. Kullandığımız referans ülkeler ise; İtalya, Yunanistan, Portekiz, İspanya ve Fransa olarak bilinmektedir (Dündar & Karabulut, 2010)&(Murat & Özçelikay, 2017).

2018 yılına baktığımızda AIFD üyesi olan firmaların katılımı sonucunda yapılmış olan anket neticeleri değerlendirildiğinde, söz konusu olan firmalara ait dünya çapında ruhsatlı olan 252 yetim ilacın 53 tanesinin Türkiye’de ruhsatlı olduğu sonucu gözler önüne serilmiştir. Bu ilaçlardan ise hastaların erişim sağlayabildiği 226 ürünün sadece 67,8’lik bir bölümüne ülkemizde erişim verilmiştir. Ülkemizde ruhsatı bulunmayan ilaçlar ise; Sağlık Bakanlığı onayı ile reçeteli olarak yurtdışından temin edilebilmektedir(AIFD, 2003).

2.2.1.1 YETİM İLAÇLARIN RUHSATLANDIRMA SÜRECİ

1. İlaç firması ilk olarak ürünün ruhsatını alabilmek için TİTCK başvurmuştur.
2. TİTCK lisans değerlendirmesi sonucunda olumlu veya olumsuz bir karar meydana gelmektedir.
3. Karar olumlu olduysa; Fiyatlandırma komisyonu referans fiyat prosedürlerine bağlı bir biçimde fiyatı belirlemektedir.
4. Daha sonra ürün piyasada karşılıksız bir şekilde dağıtılabilir.
5. İlaç firması ürün iadesi için SGK’ya başvuruda bulunur. Burada iki seçenekle karşılaşılır; jenerik ürün ise fiyat, en ucuz jeneriğin altında mı ? sorusunun yanıtı evet ise ürüne SGK tarafından istenilen indirim oranı ödenecektir. Diğer seçenek olan orijinaler kısmına gelindiğinde ise MEEC başvuruyu değerlendirir ve karar verir ardından geri ödeme komitesi kararı kesinleştirir karar olumlu ise SGK tarafınca istenilen indirim oranı karşılanacaktır; değilse olumsuz karar sonucunda süreç tekrar en başa dönmektedir (Koçkaya et al., 2014).

2.3 DÜNYA’DA YETİM İLAÇLARIN KAPSAMI ve YASAL DÜZENLEMELERİ

Pek çok nadir hastalığa sahip bireyin hastalığının bir tedavisi bulunmamaktadır çünkü ilaç firmaları satış potansiyeli açısından baktığında düşük olan bu kesime yatırım yapmak istememektedir. Fakat sağlığın bir hak olduğu ve herkesin eşit şartlara sahip olması gerektiği düşünüldüğünde diğer kronik hastalara oranla nadir hastalığa sahip bireylere yönelik ilaç üretimi ve erişimi büyük bir sorun teşkil etmektedir (Franco, 2013).

Bu bağlamda ele alındığında yetim ilaç üretimini arttırabilmek ve nadir hastalığa sahip olan bireylerin tedavisi mümkün olan kesiminin yaşam süresini ve kalitesini arttırabilmek adına bazı teşvikler bulunmaktadır. Nadir hastalıkların tedavi sürecinde kullanılacak olan yetim ilaçlarla ilgili ilk yasal düzenlemeyi yapan ülke ABD olmuştur (Drummond et al., 2007). 1983’te yürürlüğe girmiş olan “Yetim İlaç Yasası” (Orphan Drug Act) sayesinde ABD, ilaç şirketlerini yetim ilaca yatırım yapmaları, üretmeleri ve pazarlamaları için bir devlet teşviki

meydana getirmiştir (Liu et al., 2010). Bu teşvik yasası sayesinde iki yüz elliden fazla yetim ilaç geliştirilme fırsatı bulmuştur. Bu teşvikler;



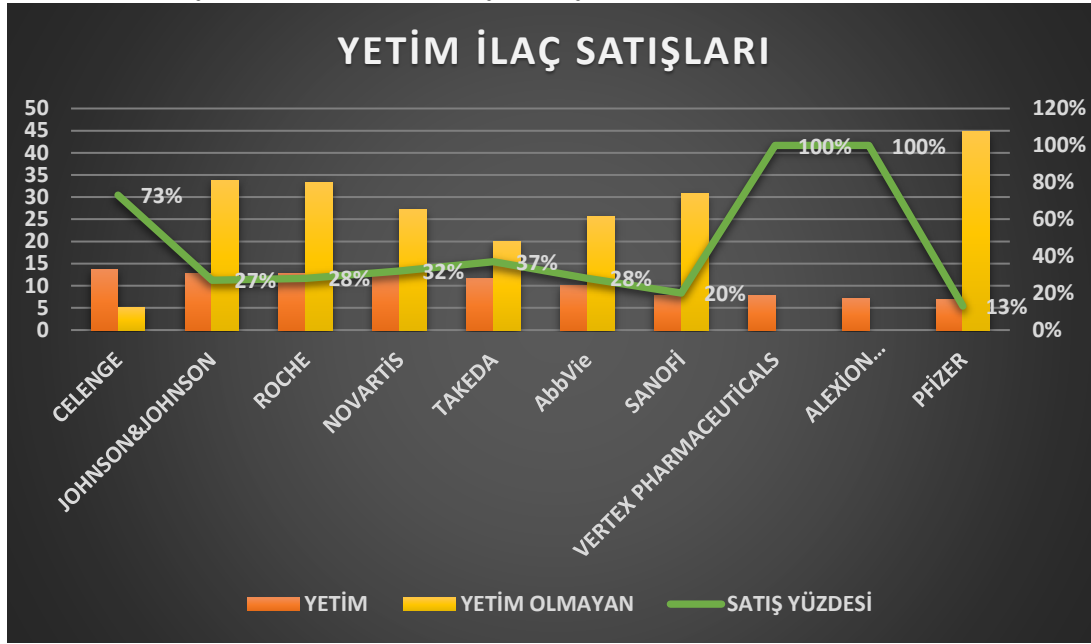
Görsel 6: Yetim İlaçların Geliştirilmesi İçin Bazı Teşvikler (Duygu & Karaman, 2019).

Olarak belirlenmiş olup finansal teşviklerden yararlanabilmektedir (Duygu & Karaman, 2019).

Teşviklerin yanı sıra nadir hastalıklara dair bilincin artırılması ve güçlendirilmesi, hekimler, araştırmacılar, ilaç üreticileri ve ilgili meslek örgütlerinin yararlanabilmesi adına 2007 yılında Türkiye'nin de dahil olduğu “ <http://www.orpha.net> “ adresi bilgi edinebilmek amacıyla kurulmuştur(Orphanet Türkiye, 2007).

Dünyada yetim ilaçların geliştirilmesi adına birçok yasal düzenleme yapılmıştır. İlk kez ABD’de 1983 yılında yapılmış olan yasanın ardından Japonya, Kanada, Avustralya, Çin, Avrupa Birliği, Kolombiya, Şili, Arjantin ve Meksika ile düzenlemeler devam etmiştir (Arnold et al., 2015). Ülkemize baktığımızda ise görmekteyiz ki Türkiye’de yetim ilaçlar üzerine herhangi bir yönetmelik olmadığı görülmektedir. 2014 yılında Antalya’da yapılmış olan “Nadir Hastalıklar ve Yetim İlaç Sempozyumu ve Yetim İlaç Yönetmelik Çalıştayı” sonucunda bir taslak metin ortaya çıkmıştır buna rağmen bir yönetmelik hala bulunmamaktadır (Nadir Hastalıklar ve Yetim İlaç Sempozyumu, 2013-2014) & (Köken et al., 2018).

2.3.1 DÜNYA ÇAPINDA YETİM İLAÇ SATIŞLARI : 2018 – 2024



Çizelge 3: Yetim İlaç Satışları 2018-2024 (EvaluatePharma, 2019).

Çizelge 4: Dünya Genelinde İlk 20 Şirkete İlişkin 2018 Yılı Yetim İlaç Satışları Baz Alınarak 2024 Yılı Yetim İlaç Pazarı Tahminleri (2018-2024) (EvaluatePharma, 2019).

SIRA	ŞİRKET	YETİM ÜRÜN LİDERİ	DÜNYA GENELİNDE YETİM İLAÇ SATIŞLARI (MİLYAR \$)		DÜNYA GENELİ PAZAR PAYI	
			2018	2024	2018	2024
1	Celgene	Revlimid	12,6	13,7	%9,6	%5,6
2	Johnson&Johnson	Darzalex	8,4	12,7	%6,4	%5,2
3	Roche	Hemlibra	10,3	12,7	%7,9	%5,2
4	Novartis	Tafinlar	10,2	12,7	%7,8	%5,2
5	Takeda	Ninlaro	3,8	11,7	%2,9	%4,8
6	Abbvie	Imbruvica	3,7	10,1	%2,9	%4,2
7	Sanofi	Miyozim	5,3	7,8	%4,0	%3,2
8	Vertex Pharmaceuticals	VX-659	3,0	7,8	%2,3	%3,2
9	Alexion Pharmaceuticals	Soliris	4,1	7,2	%3,2	%3,0
10	Pfizer	Vyndaqel	4,5	6,8	%3,4	%2,8
11	Amgen	Kyploris	7,6	6,1	%5,8	%2,5
12	Jiansu Hengrul Medicine	Aitan	0,0	5,3	%0,0	%2,2
13	AstraZeneca	Lynparza	0,8	4,1	%0,6	%1,7
14	BioMarin Pharmaceuticals	Valoctocogene Roxaparvovec	1,3	3,8	%1,0	%1,6
15	Biogen	Spinraza	3,7	3,0	%2,9	%1,2
16	Inctye	Jakafi	1,5	3,0	%1,1	%1,2
17	Bristol-Myers Squibb	Yervoy	3,8	2,9	%2,9	%1,2
18	Eisai	Lenvima	0,9	2,8	%0,7	%1,2
19	CSL	Kcentra	1,9	2,7	%1,4	%1,1
20	Syros Pharmaceuticals	Annolake	3,1	2,7	%2,4	%1,1
TOPLAM İLK 20 DİĞERLERİ			90,4	139,5	%69,2	%57,5
TOPLAM			130,6	242,5	%100	%100

Yukarıda görmekte olduğumuz tablo yetim ilaç üretimi yapan bazı şirketlerden oluşmaktadır. “Celgene” 2024 yılında tahminen %73’lük bir oranla lider şirket olmasının beklendiği görülmektedir. Yetim ilaç satışlarından gelen reçete satışları sebebiyle şirketin pazar payının 2024 yılına kadar %40 oranında azalacağı düşünülmektedir. Ayrıca, 2018 yılında ilk beş firma içerisinde yer alan firmaların 2024’te 60 milyar \$ gibi bir rakamı aşması ve beklenen toplam gelirleriyle de pazara hakim olmayı sürdürürken, pazar payları yaklaşık olarak %25 oranında azaldığı görülmektedir. Yumurtalık kanserinde PARP inhibitörü “Lynparza” penetrasyon ve kullanımında yaşanan artış sebebiyle 2024 yılına kadar Pazar payını iki katından fazla arttıracığı öngörülmektedir. “Eisai” Mart 2018’ de karaciğer kanseri tedavisi için ürettiği “Lenvima” sayesinde pazar payını arttırması ve dünya çapındaki toplam satışların tahmini %63’ünü oluşturacağı düşünülmektedir. Ayrıca tabloda vurgulandığı üzere, yetim ilaç pazarı giderek daha fazla şirketin geliştirme çabalarını daha az endikasyon ve ilaca odaklamayı tercih etmesiyle parçalı bir hal alacağı görülmektedir (EvaluatePharma, 2019) .

SONUÇ

Kronik hastalıklara oranla küçük bir kesimi içerisine alan nadir hastalıklar maalesef ki kronik hastalığa sahip bireyler kadar şanslı olmadıkları görülmektedir. Çoğu nadir hastalığa sahip bireyin hastalığının bir tedavisi bulunmamaktadır. Tedavi seçeneği bulunmakta olan nadir hastalık türlerinde ise ilaç temini ve süreci uzun sürebilmektedir. Nadir bir hastalığı bulunan bireylerin yetim ilaçlara erişim, sağlık politika ve düzenlemeleri hastalığa sahip olan bireylerin düşük bir popülasyona sahip olması sebebiyle çok fazla irdelenememektedir.

Ülkemizde bu durumla ilgili herhangi bir mevzuat veya yönetmelik bulunmamaktadır. Herhangi bir mevzuat bulunmaması önemli bir eksiklik olarak göze çarpmaktadır. Araştırma-geliştirme faaliyetlerini yapabilmek ve yetim ilaç üretimini artırabilmek adına da ilaç firmalarına teşvikler ve bazı destekler oluşturulması gerekmektedir.

Nadir hastalığa sahip bireylerin yaşam sürelerini arttırabilmek ve yaşam kalitelerini yükseltebilmek adına yetim ilaçların erişimi sağlanabilmeli, yetim ilaç düzenlemeleri yapılmalı, bireylerin yetim ilaç maliyetlerini karşılama konusunda destekler verilmesi, nadir hastalığa sahip bireylerin bilinçlendirilmesi, ülkemizde nadir hastalıklar ve yetim ilaçlar hakkında yönetmelik oluşturulması bu konu hakkında daha fazla çalışma yapılması gerektiği görülmektedir. Dolayısıyla bu konu hakkında daha fazla çalışma yapılması ve yapılmış olan çalışmalara öncelik verilmesi konunun daha kapsamlı ele alınmasına sebep olacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] *AİFD*. (2003). <https://www.aifd.org.tr/yenilikcilik/yetim-ilac-nedir/#:~:text=Ortalama%20GMP%20sertifikasyon%20s%C3%BCresi%201.9,4%20y%C4%B1n%20%C3%BCzerinde%20zaman%20alabilmektedir>.
- [2] Anderson, M., Elliott, E. J., & Zurynski, Y. A. (2013). Australian families living with rare disease: experiences of diagnosis, health services use and needs for psychosocial support. *Orphanet journal of rare diseases*, 8(1), 1-9.
- [3] Arnold, R. J., Bighash, L., Nieto, A. B., de Araújo, G. T. B., Gay-Molina, J. G., & Augustovski, F. (2015). The role of globalization in drug development and access to orphan drugs: orphan drug legislation in the US/EU and in Latin America. *F1000Research*, 4.
- [4] Baulac, M. (2006). The concept of rare or orphan diseases in epilepsy. *Epilepsia*,
- [5] Berman, J. J. (2014). *Rare diseases and orphan drugs: keys to understanding and treating the common diseases*. Academic Press.
- [6] Dear, J. W., Lilitkarntakul, P., & Webb, D. J. (2006). Are rare diseases still orphans or happily adopted? The challenges of developing and using orphan medicinal products. *British journal of clinical pharmacology*, 62(3), 264-271.
- [7] Doğuç, E. (2017). Yetim ilaçların (orphan drugs-nadir hastalıklarda kullanılan ilaçlar) Türkiye’de ve dünyadaki durumu. *Sağlık Akademisyenleri Dergisi*, 4(3), 196-201.
- [8] Drummond, M. F., Wilson, D. A., Kanavos, P., Ubel, P., & Rovira, J. (2007). Assessing the economic challenges posed by orphan drugs. *International journal of technology assessment in health care*, 23(1), 36-42.
- [9] Duygu, Ü., & Karaman, S. (2019). ÖNEMLİ BİR HALK SAĞLIĞI SORUNU OLARAK NADİR HASTALIKLAR VE YETİM İLAÇLAR. *Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi*, 22(4), 863-878.
- [10] Dündar, M., & Karabulut, S. Y. (2010). Türkiye’de nadir hastalıklar ve yetim ilaçlar; medikal ve sosyal problemler. *Erciyes Tıp Dergisi*, 32(3), 195-200.
- [11] *European Commission*. (2011).
- [12] EvaluatePharma. (2019). *EvaluatePharma World Preview 2019-Outlook to 2024*.
- [13] Franco, P. (2013). Orphan drugs: the regulatory environment. *Drug Discovery Today*, 18(3-4), 163-172.
- [14] Gazete, R. (2017, Eylül 9). *BEŞERİ TIBBİ ÜRÜNLERİN FİYATLANDIRILMASI HAKKINDA TEBLİĞ*.
- [15] Griggs, R. C., Batshaw, M., Dunkle, M., Gopal-Srivastava, R., Kaye, E., Krischer, J., Nguyen, T., Paulus, K., & Merkel, P. A. (2009). Clinical research for rare disease: opportunities, challenges, and solutions. *Molecular genetics and metabolism*, 96(1), 20-26. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3134795/pdf/nihms-92607.pdf>
- [16] Haffner, M. E. (2006). Adopting orphan drugs—two dozen years of treating rare diseases. *New England Journal of Medicine*, 354(5), 445-447.
- [17] Handfield, R., & Feldstein, J. (2013). Insurance companies’ perspectives on the orphan drug pipeline. *American health & drug benefits*, 6(9), 589.
- [18] Henrard, S., & Arickx, F. (2016). Negotiating prices of drugs for rare diseases. *Bulletin of the World Health Organization*, 94(10), 779.
- [19] Julkowska, D., Austin, C. P., Cutillo, C. M., Gancberg, D., Hager, C., Halftermeyer, J., Jonker, A. H., Lau, L., Norstedt, I., & Rath, A. (2017). The importance of international collaboration for rare diseases research: a European perspective. *Gene therapy*, 24(9), 562-571.
- [20] *KASDER*. (2021). [https://kasder.org.tr/28-subat-dunya-nadir-hastaliklar-gunu-2021/#:~:text=D%C3%BCnyada%20yakla%C5%9F%C4%B1k%20300%20milyon%](https://kasder.org.tr/28-subat-dunya-nadir-hastaliklar-gunu-2021/#:~:text=D%C3%BCnyada%20yakla%C5%9F%C4%B1k%20300%20milyon%20)

[20ki%C5%9Fi,yakla%C5%9F%C4%B1k%207%20milyonu%20%C3%BClkemizde%20bulunuyor.](#)

- [21] Koçkaya, G., Atalay, S., Oğuzhan, G., Kurnaz, M., Ökçün, S., Sar Gedik, Ç., Şaylan, M., & Şencan, N. (2021). Analysis of patient access to orphan drugs in Turkey. *Orphanet journal of rare diseases*, 16, 1-8.
- [22] Koçkaya, G., Wertheimer, A. I., Kilic, P., Tanyeri, P., Vural, I. M., Akbulat, A., Artiran, G., & Kerman, S. (2014). An overview of the orphan medicines market in Turkey. *Value in Health Regional Issues*, 4, 47-52.
- [23] Kontoghiorghes, C. N., Andreou, N., Constantinou, K., & Kontoghiorghes, G. J. (2014). World health dilemmas: Orphan and rare diseases, orphan drugs and orphan patients. *World journal of methodology*, 4(3), 163.
- [24] Köken, A. H., Hayırlıdağ, M., & Büken, N. (2018). Sağlık hakkı bağlamında nadir hastalıklar ve yetim ilaçlar. *Türkiye Klinikleri Journal of Medical Ethics, Law and History-Special Topics*, 4(1), 91-98.
- [25] Liu, B.-c., He, L., He, G., & He, Y. (2010). A cross-national comparative study of orphan drug policies in the United States, the European Union, and Japan: towards a made-in-China orphan drug policy. *Journal of public health policy*, 31, 407-421.
- [26] Moliner, A. M. (2010). Creating a European Union framework for actions in the field of rare diseases. *Rare Diseases Epidemiology*, 457-473.
- [27] Murat, O., & Özçelikay, G. (2017). Ethical overview of pharmaceutical industry policies in Turkey from various perspectives. *Turkish Journal of Pharmaceutical Sciences*, 14(3), 264.
- [28] Nadir Hastalıklar Ağı. (2009). <https://www.nadirhastaliklaragi.org.tr/nadir-hastalik-nedir>
- [29] Nadir Hastalıklar ve Yetim İlaç Sempozyumu. (2013-2014). <https://www.akilciilacdernegi.com/modul/index/kongredetail/NADIR-HASTALIKLAR-VE-YETIM-ILAC-SEMPOZYUMU-VE-YETIM-ILAC-YONETMELIK-CALISTAYI/2>
- [30] Orofino, J., Soto, J., Casado, M. A., & Oyagüez, I. (2010). Global spending on orphan drugs in France, Germany, the UK, Italy and Spain during 2007. *Applied health economics and health policy*, 8, 301-315.
- [31] Orphanet. (2007). https://www.orpha.net/consor/cgi-bin/Disease_Search_Simple.php?lng=EN&diseaseGroup=Search+a+disease
- [32] Orphanet Türkiye. (2007). <http://www.orpha.net/national/TR-TR/index/orphanet-t%C3%BCrkiye/>
- [33] Plan, A. (2011). Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. *European Commission*.
- [34] Saad, H. A., Elbedour, S., Hallaq, E., Merrick, J., & Tenenbaum, A. (2014). Consanguineous marriage and intellectual and developmental disabilities among Arab Bedouins children of the Negev region in southern Israel: a pilot study. In (Vol. 2, pp. 3): Frontiers Media SA.
- [35] Scherman, D. (2021). The dynamic and urgent path of rare disease and orphan drug research. *Rare Disease and Orphan Drugs Journal*, 1(1), 1.
- [36] Schieppati, A., Henter, J.-I., Daina, E., & Aperia, A. (2008). Why rare diseases are an important medical and social issue. *The Lancet*, 371(9629), 2039-2041.
- [37] Simone Baldovino, M., Domenica Taruscio, M., & Dario Roccatello, M. (2016). Rare diseases in Europe: from a wide to a local perspective. *Isr Med Assoc J*, 18, 359-363.
- [38] Stolk, P., Willemsen, M. J., & Leufkens, H. G. (2006). Rare essentials: drugs for rare diseases as essential medicines. *Bulletin of the World Health Organization*, 84(9), 745-751.

- [39] Şencan, N., Kurt, M., Kaspar, Ç., & Wertheimer, A. (2014). Eczacılık fakültelerinde farmakoekonomi eğitimi ve öğrencilerin farmakoekonomi ile ilgili bilgi düzeyleri. *Marmara Pharmaceutical Journal*, 18(1), 5-12.
- [40] Taruscio, D., Capozzoli, F., & Frank, C. (2011). Rare diseases and orphan drugs. *Annali dell'Istituto superiore di sanità*, 47, 83-93.
- [41] TÜSEB (2019). *Nadir Hastalıklar Raporu* <http://www.orpha.net/national/data/TR-TR/www/uploads/T%C3%9CSEB-Nadir-Hastaliklar-Raporu.pdf>

ROLES AND RESPONSIBILITIES OF THE SCHOOL NURSE IN ATTENTION DEFICIT HYPERACTIVITY DISORDER

Assoc. Prof.,Funda ÖZPULAT¹, Assist. Prof.,Melike TAŞDELEN BAŞ²

¹ Selcuk University, Aksehir Kadir Yallagoz Health School, Department of Nursing,

ORCID ID:0000-0002-1789-6216

² Selcuk University, Aksehir Kadir Yallagoz Health School, Department of Nursing,

ORCID ID: 0000-0002-2389-7696

Abstract

Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD) is a neurodevelopmental disorder that begins in childhood and is accompanied by symptoms of inattention, impulsivity and hyperactivity that are inappropriate for children's age and development. ADHD is one of the most common neurodevelopmental disorders of childhood. It is usually first diagnosed in childhood and often persists into adulthood. ADHD can manifest itself when patients experience problems in behavioral, social and psychological areas due to disorders in their cognition, perception and attention capacities. The etiology of the disorder is not yet fully understood, but genetic factors have been shown to play the most important role. Diagnosis is based on the presence of persistent symptoms over a period of time and noticeable within the last six months. Although ADHD can be diagnosed at any age, the disorder begins in childhood. To be diagnosed, symptoms must occur before age 12 and cause difficulty in more than one situation. For example, the symptoms may not occur only at home. ADHD negatively affects children's lives in many areas and reduces their quality of life. Children diagnosed with ADHD experience low school scores, retardation in reading skills, and difficulties in mathematics. It is stated that their motivation for success is less than normal children. School health services include studies carried out to evaluate the health of students, their families and school personnel and to ensure a healthy school life. The school nurse has important roles and responsibilities in the effective execution of school health services. The school nurse is responsible for the emotional and psychosocial care of children. They should provide counseling services, cooperate with the family, promote positive health behaviors, and provide health education. Must plan and implement nursing initiatives aimed at increasing children's academic success, being a good advocate and making decisions according to ethical principles.

Key Words: Attention Deficit Hyperactivity Disorder, School Health Services, School Nurse, Roles and Responsibilities

Introduction

Attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) is one of the most common neurodevelopmental disorders in childhood. It is classified in the Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders of the American Psychiatric Association under the title Neurodevelopmental Disorders (Şahin et al., 2018; CDC, 2023). ADHD manifests when patients have problems in behavioral, social, and psychological domains due to disturbances in cognitive, perceptual, and attentional skills (Goldstein, 2002). The main characteristic of ADHD is impulsivity and agitation, which occur in behavior or cognition due to a short sustained and persistent attention span and lack of inhibitory control (Göl & Bayık, 2013). ADHD was first defined by George Still in 1902 as "an advanced lack of moral control" in children with hyperactivity, concentration and learning difficulties, and behavior problems (Doğanguen & Yavuz, 2011). ADHD is usually first diagnosed in childhood and often persists into adulthood. Children with ADHD may have difficulty paying attention and controlling impulsive behavior (they act without considering the outcome), or they may be overactive (CDC, 2023). Symptoms of ADHD include inattention (inability to concentrate), hyperactivity (excessive movement that does not fit the environment), and impulsivity (rash actions that happen in the moment without thinking) (APA, 2023). ADHD should not be considered a recently defined psychiatric disorder. Rather, it is a neurodevelopmental disorder for which there are numerous definitions in the medical literature and which has survived to the present day (Pallanti & Salerno, 2020).

The concept of ADHD has a long history, beginning with clinical reports from European countries. The clinical significance of the signs and symptoms of the disorder has been known for more than two centuries. Although these early reports did not use the term "ADHD," they described children who exhibited the symptoms and disorders we know today as ADHD (Faraone et al., 2021).

Important points in the history of ADHD:

- 1775: German physician Melchior Adam Weikard writes the first textbook description of a disorder with the characteristics of ADHD.
- 1798: Alexander Crichton of the Royal College of Physicians (United Kingdom) described a similar disorder in a medical textbook.

- 1845: Heinrich Hoffmann, who later became director of the first psychiatric clinic in Frankfurt am Main, Germany, described hyperactivity and attention deficits in a children's book documenting ADHD-like behavior and related disorders.
- 1887-1901: Désiré-Magloire Bourneville, Charles Boulanger, Georges Paul-Boncour, and Jean Philippe described an equivalent of ADHD in French medical and educational writings.
- 1902: George Still, a physician in the United Kingdom, writes the first description of the disorder in a scientific journal.
- 1907: Augusto Vidal Perera wrote the first Spanish compendium of child psychiatry. He described the effects of inattention and hyperactivity in school children.
- 1917: Spanish neurologist and psychiatrist Gonzalo Rodriguez-Lafora described ADHD symptoms in children and explained that they are probably caused by a genetic brain disorder.
- 1932: Franz Kramer and Hans Pollnow of Germany described an ADHD-like syndrome and coin the term "hyperkinetic disorder," which is later adopted as a term by the World Health Organization.
- 1937: Charles Bradley of the U.S. discovered that an amphetamine drug reduces ADHD-like symptoms.
- 1940s: ADHD-like symptoms in children are described as "minimal brain dysfunction"
- 1956–1958: A follow-up study provided the first evidence that behaviors associated with minimal brain dysfunction persist into adulthood.
- 1960s: The U.S. Food and Drug Administration approved methylphenidate (Ritalin) for the treatment of behavioral disorders in children.
- 1970s to present: Based on research showing that diagnosis predicted response to treatment, clinical course, and family history of the disorder, diagnostic criteria for ADHD are developed (Faraone et al., 2021).

The prevalence of ADHD is found to be 5-12% of children, 5.9% of teenagers, and 2.5% of adults worldwide (Çetin & Işık, 2018; Faraone et al., 2021). The rate in Turkey as a whole is reported to be 8% (Şahin et al., 2018). The etiology of the disorder is not yet fully understood, but genetic factors have been shown to play the most important role. Structural and functional abnormalities of the networks between the prefrontal cortex and other brain regions, as well as catecholamine dysregulations, particularly dopaminergic dysfunction and norepinephrine-related abnormalities, play an important role in the etiology (Şahin et al., 2018) (Turkish Psychiatric Association, 2023). ADHD occurs in developed and developing countries and is more common in males than females (Faraone et al., 2021). Although it is more common in

boys than girls, the "inattention" dimension is more common in girls, while problems with impulsivity and aggressive behavior are less common (Kayaalp, 2008). Boys are admitted to clinics more often than girls because the disorder is often accompanied by disruptive behavior problems (Spetic & Arnold, 2007). In addition, individuals whose first-degree relatives have ADHD are 2 to 8 times more likely to develop the disorder compared with individuals who do not have ADHD (Faraone et al., 2021). ADHD is considered a chronic and debilitating disorder and affects individuals in many areas of their lives, including academic and occupational performance, interpersonal relationships, and daily living (Harpin, 2005). Studies of heredity, genetics, and brain imaging of the biological origins have contributed significantly to the understanding of this disorder. Although it is a well-defined psychiatric disorder, both the sociocultural objections to the ADHD diagnosis and the additional psychiatric comorbidities have meant that the disorder remains poorly understood. In addition, different symptoms of the disorder come to the fore at certain times, which can confuse parents, educators, and even physicians (Şahin et al., 2018; Turkish Psychiatric Association, 2023).

According to DSM-5 (Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, 5th edition), widespread observation of at least 6 symptoms in the areas of attention deficit and/or hyperactivity/impulsivity in children and adolescents in at least two different social settings over at least 6 months is a diagnosis if the disorder persists in a manner inconsistent with developmental status, impairs functionality, and these symptoms occur before age 12. For applications aged 17 and over, it is stated that the number of symptoms must be at least 5 in any area (APA 2013).

DSM-V DIAGNOSTIC CRITERIA

1. Inattention: this is a situation in which at least six (or more) of the following symptoms have persisted for at least six months, are inappropriate to the person's developmental level, and directly adversely affect his or her participation in social, school, or work-related activities. For adolescents and adults (17 years and older), at least five symptoms must be present.

a. Often does not pay attention to details or makes careless mistakes in schoolwork (lessons), work, or activities (e.g., overlooks or omits details; work is incorrect).

b. Often has difficulty maintaining attention while working or playing (e.g., has difficulty concentrating while listening to a lecture or completing a long reading lesson).

c. Often does not seem to listen when spoken to directly (e.g., seems to have his mind elsewhere even when there are no obvious external stimuli to distract him).

d. Frequently fails to follow instructions and is unable to complete schoolwork, routine chores, or tasks at work (e.g., begins work but quickly loses concentration and becomes distracted).

e. Often has difficulty organizing tasks and activities (e.g., has difficulty completing sequential tasks; has difficulty organizing equipment and personal belongings; works in a disorganized and disorganized manner; has poor time management; cannot meet time limits).

f. Frequently avoids or does not want to engage in tasks that require sustained mental effort (e.g., schoolwork or homework; for older adolescents and adults, writing reports, filling out forms, writing long papers).

g. Frequently loses items needed for work or activities (e.g., school supplies, pencils, books, everyday items, wallets, keys, writing utensils, eyeglasses, cell phones).

h. Is easily distracted by external stimuli (in older adolescents and adults, this may include irrelevant thoughts).

i. Frequently forgetful of daily activities (e.g., completing common daily tasks, running errands; in older adolescents and adults, returning phone calls, paying bills, keeping appointments, etc.).

2. Excessive activity and impulsivity: this is a situation in which the following six (or more) symptoms persist for at least six months, are inappropriate to the developmental level, and have a direct negative impact on social, school, or work-related activities. For older adolescents and adults (age 17 and older), at least five symptoms must be present.

a. He often fidgets in his seat, shakes, or taps his hands or feet. He cannot remain seated in his seat.

b. Frequently leaves his seat in situations where staying seated is expected (e.g., in class or other situations where staying seated is required).

c. Frequently runs around or climbs in inappropriate environments. (Note: In older teens and adults, may be limited to feeling restless)

d. Often unable to participate quietly in recreational activities or play quietly.

e. Often he or she is “always on the go” (e.g., unable or uncomfortable staying still for long periods of time in places such as restaurants, meetings, etc.; viewed by others as a person who cannot sit still or has difficulty keeping track).

f. Often talks excessively.

g. Often says the answer before the question is finished (e.g., finishes other people's sentences; cannot wait for his turn in the conversation).

h. Often cannot wait his turn (e.g., waiting in line).

i. Frequently interrupts or disturbs others (e.g., disrupts conversations, games, or activities; may start using others' things without asking or asking permission; in teens and adults, interrupts what others are doing or suddenly starts doing what others are doing).

In addition to the above diagnostic criteria in the child; Multiple inattentive or hyperactive-impulsive symptoms before age twelve, multiple inattentive or hyperactive-impulsive symptoms in two or more settings (e.g., home, school, or work; friends or relatives; other events) must have continued within the past six months (Ministry of National Education, 2023).

Children diagnosed with ADHD have a number of difficulties that negatively affect their interpersonal relationships because their ability to communicate is impaired. These difficulties negatively impact the child's quality of life. Families approach the doctor with complaints such as "his hands and feet cannot stay still," "it is impossible to keep him in one place," "he seems to be completely elsewhere in class," "when you say something to him, he feels like he is not there," "he is very forgetful," etc. (Çam & Topcu, 2019). In addition, children and adolescents with ADHD may face many problems, such as emotional and social disorders, accidental injuries, school failure, premature death and suicide, tendency to delinquency, and substance use disorders (Faraone et al., 2021). Psychiatric comorbidities commonly indicated by studies with children and adults are as follows: Oppositional Behaviour Disorder, Conduct Disorder, Anxiety Disorders (panic disorder, obsessive-compulsive disorder, tic disorder), Mood Disorders (depression, dysthymia, bipolar disorder), Learning Disorders, and Alcohol. -Mental illnesses referred to as substance use disorders. The concomitance of other mental disorders can sometimes cause ADHD symptoms to be hidden, go undiagnosed, or cause one disorder to be treated with medication while worsening the other (Turkish Psychiatric Association, 2023).

Pharmacological agents and psychosocial interventions are preferred and recommended treatments, either together or separately, in the management of ADHD. However, it is suggested that the combined use of pharmacological and nonpharmacological methods is effective in the treatment of ADHD. Psychosocial interventions used include parent training and behavioral therapy, cognitive behavioral therapy, and social skills training. For antisocial and criminal behavior, educational and employment problems, and relationship problems, it is also recommended that training be arranged as needed (Çam & Topcu, 2019). A healthy lifestyle,

in addition to behavioral therapy and medication, can make it easier for a child to cope with ADHD symptoms. Healthy lifestyle:

- Developing healthy eating habits such as consuming plenty of fruits, vegetables and whole grains and choosing lean protein sources,
- Participating in age-appropriate daily physical activity,
- Limiting daily screen time spent in front of TV, computer, phone and other electronic devices,
- Getting the recommended amount of sleep each night in accordance with age (CDC, 2023).

ADHD and SCHOOL

Hyperactivity, impulsivity and attention deficit, which are the main symptoms of ADHD, negatively affect children's learning abilities (Yavuzer, 2002). In this case, they begin to perform below their capabilities or fall behind their grade level. The negative behaviors they show, the punishments they receive, and being the target of ridicule by the class also create academic problems (Yavuzer, 2002). Children diagnosed with ADHD experience low school scores, retardation in reading skills, difficulties in mathematics, and it is stated that their motivation for success is less than normal children (Çam & Topcu, 2019). It is reported that the academic functionality of school-age children diagnosed with ADHD is more impaired, their school success is lower, and their rate of grade repetition is higher than those without this diagnosis (Öztürk et al., 2018). There are longitudinal studies (ages 4-14) conducted with children diagnosed with ADHD from preschool through the end of elementary school. In all these studies, a significant difference was found between normal controls (children without ADHD and without other psychopathology) and ADHD children in terms of risk of aggressive behavior, delinquency, and other antisocial behaviors. Attention deficit, which is one of the main symptoms of ADHD, can increase aggressive behavior, and especially this situation can lead to low cognitive abilities (Ulu, 2018). Children with ADHD are frequently scolded by their teachers due to their problematic behavior in the classroom and lower academic achievement, and this negatively affects their self-perception (Göl & Bayık, 2013). Children diagnosed with ADHD spend most of their time at school, just like other children. For this reason, their social relationships at school, academic success, or receiving appropriate feedback and support are important to their development (Çam & Topcu, 2019). When children with ADHD do not receive adequate support from their families and teachers, have adjustment problems in school, and no precautions are taken against them, they are more likely to engage in aggressive behaviors. These aggressive behaviors can manifest as aggression towards people and animals,

threats, disobeying rules, damaging property, lying, running away from home and school (Ulu, 2018).

ADHD and the school nurse's roles and responsibilities

School age is a period of time when children are in a continuous process of growth and development - physically, emotionally, mentally, and socially. This period is also referred to as the active learning phase, in which socialization increases (Akca & Ayaz, 2021). The fact that the student's productivity for society is related to the quality of knowledge and life skills acquired during the school period shows the importance of making this period healthy and eliminating health problems that cause learning disorders (Koçoğlu & Emiroğlu, 2011).

School health services may be the only service approach available to students on a daily basis (Baltag et al., 2015). School health services include all measures to assess and improve the health of students and school staff, to ensure and maintain a healthy school life, and to provide health education to students and thus to society by controlling all kinds of factors that negatively affect health, including the school environment (Aydın & Ekici, 2021). The aim of school health services is to ensure and maintain the best possible physical, mental and social health of all school-aged children in society and to increase the level of health of children and thus society (Altuntaş & Baykal, 2012). School health efforts require teamwork to achieve the goal. The responsibility for a school-aged child cannot rest with a single person or institution. Solving health problems can only be achieved through the combined efforts of team members. One of the most important elements of primary health care is teamwork (Bahar, 1989). A school nurse is a professional member who has knowledge and skills to protect, improve, and maintain the health of the school community (Altuntaş & Baykal, 2012). School nurses are leaders who bridge health and education, coordinate care, advocate for student-centred, quality care, and collaborate with individuals and communities, enabling them to reach their full potential (National Association of School Nurses, 2023).

In general, the procedures of nursing and school nursing are essentially the same. The school nurse first establishes health priorities, just as the community nurse does. So that the school nurse can identify the situation:

- Knows the characteristics of the school student (which age group of the society? Sex discrimination, racial and ethnic group, family characteristics, marriage status, home conditions, environmental conditions, etc.).

- It has information about the health level of society (it uses health indicators such as mortality, morbidity rates, dental health, drug use habits to determine the health level of society).
- Collects data (takes a medical history).
- Performs a complete physical examination and neurological assessment.
- Evaluates laboratory results.
- Based on these results, the nurse makes a diagnosis.
- Prepares the plan of care.
- Implements the plan.
- Evaluates. (Bahar, 1989).

The school nurse fulfills seven basic roles determined to increase children's lifelong health gains and educational success. These roles;

- The school nurse performs seven basic tasks designed to promote lifelong health gains and educational success for children. These tasks;
- Provide direct care,
- Provide leadership in the delivery of health services,
- Providing preventive screenings and counseling on health issues,
- Provide an emotionally safe environment,
- Planning, implementing, and evaluating health promotion and development activities,
- Direct health policies and programs,
- It can be considered as ensuring communication, connection and coordination between staff, family and health professionals in schools (Kabasakal, 2019).

The role of the nurse is of great importance in the treatment of ADHD (Çam & Topcu, 2019). In line with these roles, the school nurse is responsible for children with ADHD and their families;

- Monitoring and supervising the child's medication and psychosocial treatment.
- Monitoring and assessing signs that the child is at risk of harming him/herself or those around him/her.
- The child should be informed about the treatment process and its importance according to his or her age.
- Therapeutic communication techniques that take into account the child's developmental characteristics should be used when informing children. The family should be educated about the disease and should inform the family about the side effects of medications.

- Care should be taken to include the child and the people around him in the treatment process, and ensure that the treatment process is continued in cooperation with the family and the child.
- Must be a good advocate and make decisions according to ethical principles
- It should be a guide for children to cooperate with their families and the families of healthy children.
- Collaborate with teachers to increase children's academic success.
- Plan and implement nursing interventions to address issues facing children's families, ensure family-school collaboration, and provide child health counseling.
- Provide training and counseling services to families on topics such as their children's social adjustment and self-esteem development.
- Plan and implement care initiatives designed to identify children's problems and needs related to school health services and ensure collaboration among students, teachers/school administrators, and staff.
- Must be in constant communication with children's teachers and school administration to ensure that the school becomes a more popular place for children by meeting their needs.
- The physical environment of the school should be evaluated and any inappropriate physical environment should be arranged.
- It should support these children to become members of the class by ensuring cooperation between student and teacher (Yurttutan & Altay, 2018; Çunkuş & Taşdemir, 2018; Göl & Bayık, 2013; Çam & Topcu, 2019). In line with all these roles and responsibilities, school nurses are expected to collect information about children with special health needs, monitor their development, evaluate the process in collaboration with the multidisciplinary school team, and translate these into a routine (Kabasakal, 2019).

Conclusion and recommendations

ADHD is a health problem that affects the child's life and can lead to a decrease in quality of life. School nurses have an important role and responsibility in protecting and improving the health of children. The school nurse should assess children with ADHD, their families, and school life together. At the same time, the child should be viewed, monitored, and evaluated as a whole, including physical, social, and mental aspects.

References

1. Akca A.,& Ayaz-Alkaya S. (2021). Health Literacy in the School-Age Period and the Role of the School Health Nurse. *Hacettepe University Faculty of Nursing Journal*, 8(3), 328-334. DOI: 10.31125/hunhemsire.1050438
2. Altuntaş, S. E.,& Baykal, Ü. (2012). The Opinions of School Nurses About Their Jobs, Job Environments, Roles and Responsibilities. *Koç University Journal of Education and Research in Nursing*, 9(1), 43-50.
3. American Psychological Association (APA). What is ADHD?. <https://www.psychiatry.org/patients-families/adhd/what-is-adhd>. Date of access: 08.10.2023.
4. APA (American Psychiatric Association) (2013) Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders-5th Edition (DSM-5). Washington DC, American Psychiatric Association.
5. Aydın, B.,& Ekici, E. (2021). Role and Responsibilities of School Health Nurses in the COVID-19 Pandemic. *Izmir Katip Çelebi University Faculty of Health Sciences Journal*, 6(3), 193-198.
6. Bahar, Z. (1989). School Health Studies and Nursing. *Ege University Faculty of Nursing Journal*,5(2), 81-95.
7. Baltag, V., Pachyna, A., & Hall, J. (2015). Global overview of school health services: Data from 102 countries. *Health Behavior and Policy Review*, 2, 268–283.
8. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). (2023). What is ADHD. <https://www.cdc.gov/ncbddd/adhd/facts.html#:~:text=ADHD%20is%20one%20of%20the,%2C%20or%20be%20overly%20active>. Date of access: 08.10.2023.
9. Çam, M.O.,& Topcu, E.M. (2019). Childhood Attention Deficit and Hyperactivity Disorder and Mental Health and Psychiatric Nursing, *EGE HFD*, 35 (3),147-154.
10. Çetin, F. H.,& Işık, Y. (2018). Attention Deficit Hyperactivity Disorder and Genetics. *Current Approaches in Psychiatry*,10(1), 19-39.
11. Çunkuş, N.,& Taşdemir Yiğitoğlu, G. (2018). Nursing care for a patient with attention deficit hyperactivity disorder according to peplau's interpersonal relations theory. *Turkiye Clinics J Nurs Sci*, 10(4), 370-80.
12. Doğangün, B.,& Yavuz, M. (2011). Attention Deficit Hyperactivity Disorder. *Turkish Pediatrics Archive*, 46(11), 25-28.
13. Faraone, S. V., Banaschewski, T., Coghill, D., Zheng, Y., Biederman, J., Bellgrove, M. A., . . . Wang, Y. (2021). The World Federation of ADHD International Consensus

- Statement: 208 evidence-based conclusions about the disorder. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. doi:10.1016/j.neubiorev.2021.01.022.
14. Goldstein, S. (2002). Contunity of ADHD in Adulthood: HypothesisandTheoryMeet Realty. Ed: Goldstein S Ellison AT, Clinican’s toAdult ADHD AssesmentandIntervention. Academic Pres, California, USA.
 15. Göl, İ.,& Bayık, A. (2013). The Competency of Primary School Classroom Teachers in the Recognition of the Children with Attention Deficit/Hyperactivity Disorder. *DEUHYO ED*, 6 (4), 207-213
 16. Harpin, V.A. (2005). The effect of ADHD on the life of an individual, their family, and community from preschool to adult life. *Arch Dis Child*, 90 Suppl 1(Suppl 1), i2-7.
 17. Kabasakal, E. (2019). A Nurse for Each School: Inclusive Students and Their Health Needs. *Journal of Contemporary Medicine*, 9(2), 191-195.
 18. Kayaalp, L. (2008). Attention Deficit Hyperactivity Disorder. I.U. Cerrahpaşa Faculty of Medicine Continuing Medical Education Activities. *Common Psychiatric Diseases in Turkey. Symposium Series*, 62, 147 – 152.
 19. Koçoğlu, D.,& Emiroğlu, O. N. (2011). Evaluation of The Role of School Nurse In School Health Screening Program. *Journal of Research and Development in Nursing*,13(3), 5-19.
 20. Ministry of National Education (MEB). Mainstreaming/Integration Practice Recommendations for Individuals with Attention Deficit and Hyperactivity Disorder. https://yeniram.meb.k12.tr/meb_iys_dosyalar/06/25/265407/dosyalar/2021_05/10210611_DYKKAT_EKSYKLYYY_. Date of access: 04.10.2023.
 21. National Association of School Nurses. Education, licensure, and certification of school nurses. 2016. <https://www.nasn.org/advocacy/professional-practice-documents/positionstatements/ps-education>. Date of access: 02.10.2023.
 22. Öztürk, Y., Özyurt, G., Tufan, A. E., & Pekcanlar, A. A. (2018). Emotion Dysregulation in Attention Deficit and Hyperactivity Disorder and its Treatment. *Current Approaches in Psychiatry*, 10(2), 198-211.
 23. Pallanti, S., Salerno, L., Pallanti, S., & Salerno, L. (2020). *The burden of adult ADHD in comorbid psychiatric and neurological disorders* (No. 180345). Springer.
 24. Spetie, L.,& Arnold, E. L. (2007). Attention Deficit Hyperactivity Disorder, In: Martin A, Fred RW (eds), Lewis’s Child and Adolescent Psychiatry, A Comprehensive Textbook, Philadelphia: Williams &Wilkins, 430-54.

25. Şahin, B., Bozkurt, A., & Karabekiroğlu, K. (2018). Sleep Problems in Children with Attention Deficit Hyperactivity Disorder. *Duzce Medical Journal*, 20(3), 81-86.
26. Turkish Psychiatric Association. <https://psikiyatri.org.tr/halka-yonelik/33/eriskin-dikkat-eksikligi-ve-hiperaktivite-bozuklugu>. Date of access: 05.10.2023.
27. Ulu Ercan, E. (2018). Aggression and Attention Deficit and Hyperactivity Disorder in Children and Adolescents. *Sinop University Journal of Social Sciences*, 2(2), 149-164.
28. Yavuzer, H (2002). School Age Child with Educational and Developmental Features. Ankara: Remzi Publishing.
29. Yurttutan, S.,& Altay, N. (2018). Roles of School Health Nurses in Children with Inclusive Education. *J Contemp Med*, 8(1), 78-84.

NURSING STUDENTS' INTEREST IN ART AND PROSOCIAL BEHAVIORS

Assoc. Prof., Funda ÖZPULAT¹, Assist. Prof., Melike TAŞDELEN BAŞ²

¹ Selcuk University, Aksehir Kadir Yallagoz Health School, Department of Nursing,
ORCID ID:0000-0002-1789-6216

² Selcuk University, Aksehir Kadir Yallagoz Health School, Department of Nursing,
ORCID ID: 0000-0002-2389-7696

Abstract

Purpose: The purpose of this study was to examine the relationship between nursing students' interest in art and their prosocial behaviors.

Materials and Methods: This study was conducted between December 29, 2022, and May 31, 2023, in the nursing department of a health school (n = 350). No sample selection was used in the study. All students who agreed to participate were included in the study (n = 235).

Results: 70.6% of nursing students participating in the study were female and 27.2% were freshmen. 79.1% of nursing students indicated an interest in one or more of the arts. Student engagement in one or more arts varied by grade level (p=.023) and whether they had ever received training in one or more arts (p=.005). In addition, whether students had previously received instruction in one or more art forms varied depending on whether the settlement in which they lived for a long time was urban or rural (p = .005). Those who lived in the city received more education. Nursing students' scores of Prosocial Tendencies Measure (PTM) were moderate. PTM total score (p=. 005) and public (p=.031), altruistic (p=.024), urgent (p=.018) subdimensions changed depending on whether they received education in one or more art forms.

Conclusion and Recommendations: In this study, nursing students were found to be interested in art types, and their interest in art types varied by class and location. At the same time, art education of nursing students was found to have a positive influence on their social behavior. These results emphasize the importance of using art education in the nursing profession.

Keywords: Student Nurses, Art, Prosocial Behavior

Introduction

Man, who constantly observes nature and his environment and tries to understand and solve the environment in which he lives, has achieved many successes in science, technology and art since his appearance on the stage of history until today (Yolcu, 2021). Art: The totality of methods used to express an emotion, design, or beauty, or the superior ability that comes from

that expression (Soysaldı, 2018). Indeed, art is one of those fields that, by its very nature, does not lend itself to definitions, classifications, and chronological categorizations. The field of art, which has existed together with man since the earliest known times, has been associated with every field, from magic to religion, from history to philosophy, from technology to mathematics, and together with these associations people have tried to find a definition of art. However, these definitions have always been inadequate and incomplete in the context of the unlimited expressive possibilities and diversity of art (Kuş, 2019).

Art is the effort to create appealing forms (Akkurt & Boratav, 2018). It reflects the individual's repressed and unrecognised emotions, facilitates dialogue between conscious and unconscious aspects of the psyche, and gives concrete form to the unconscious material (Masters, 2005).

People's needs vary depending on the age, and this difference is also reflected in art. In addition, it also causes art to emerge with different methods and techniques. No matter how different areas art appears in, they come together for common purposes (Akkurt & Boratav, 2018). In this existence, various situations and events are brought together with an aesthetic structure, considering the understanding of beauty for a certain purpose. A person who listens to music, reads a novel, or watches a painting can find something of himself in that work by diving into his own imagination. In this case, the person's artistic preference reflects his personality and reveals his aesthetic side (Dinçeli, 2017).

Since art appeals to the soul or psychology of man, the occupation with art relaxes man. A person who becomes happy by engaging in art also attains peace or comes closer to it. Many people go to art primarily in search of peace. This may not be true for real artists. However, if we look at the ratio, we find that a considerable majority of those who engage in art find peace in art, and in this respect they recommend art to their environment (Ayaydın, 2020).

Art is a communication of feelings and thoughts (Soysaldı, 2018). The ability and need to communicate is necessary for human beings, and it is said that art can be used as a method of symbolic communication with the soul in cases where verbal communication is insufficient or problematic (Bostancıoğlu & Kahraman, 2017). However, there are no publications in the literature that establish a connection between art and helping behavior.

In recent studies in the field of social psychology, it has been difficult to find a concept that encompasses all helping behavior. In the research that has been conducted in this context, the concept of "prosocial behavior," also referred to as "good citizenship behavior," which is the opposite of the commonly used antisocial behavior, has come to the forefront (Çekin, 2013). Prosocial behaviors can be defined as "behaviors that may benefit another person/group of people and that a person engages in completely voluntarily and without pressure" (Eisenberg &

Mussen, 1997). Prosocial behaviors, which include behaviors such as helping, sharing, comforting, and cooperating, are also referred to as "positive social behaviors" and "positive interpersonal relationships". This behavior is one of the factors that form the basis of the socialization process of individuals (Karaman et al., 2017). Showing positive social behaviors and avoiding negative social behaviors is important when it comes to the impact of moral values on human behavior. Human behavior can also change depending on the environment one is in and the roles one assumes (Görgülü et al., 2018).

When it comes to helping, the first profession that comes to mind is the nurse. The role and task of the nurse is to take care of the patient physically and mentally in order to provide the best conditions for the patient's health problems. Since the nurses' field of work is to help patients with health problems, they are expected to have prosocial behavior. The decline of nurses' prosocial behavior can cause them to become indifferent to what is going on around them. The prosocial behavior of nurses can effectively influence the image and quality of the services they provide (Dimiyati, 2019). It can be observed that studies on prosocial behavior are mostly conducted on children and adolescents, and relevant studies usually examine the role of variables such as gender, age, educational level, aggression, antisocial behavior, and empathy on prosocial behavior (Yıldız et al., 2012). However, there is no study that examines the relationship between the level of prosocial behavior of nursing students, who represent the workforce of the future, and their interest in art. Due to this lack, the proposed study aimed to determine the relationship between nursing students' interest in art and their prosocial behavior.

Material and Method

This study was conducted in the nursing department of a health school between December 29, 2022, and May 31, 2023 (n = 350). No sample selection was used in the study; all students who agreed to participate were included in the study (n = 235). Criteria for inclusion in the study were that they were nursing students and volunteered to participate. The study is conducted at times requested by students and approved by school administrators. It is planned to collect the surveys distributed to students after 10-15 minutes.

Data Collection Form

In the first part of the data collection form, nursing student; There were 6 questions about age, sex, family type, region and settlement where he spent most of his life, and monthly income of his family. In the second part of the data collection form, there were 5 questions to identify the characteristics of the nursing students regarding their interest in one or more arts. The last

section contained the "Prosocial Tendencies Measure (PTM)" The scale, first developed by Carlo and Randall (2002) for university students, consists of a total of 23 items. Each item is a 5-point scale (1- does not describe me at all; 5). - describes me very well). This measurement instrument consists of 6 dimensions (Carlo, & Randall, 2002). Cronbach Alpha coefficients obtained from the study conducted with young people in the early and mid-adolescence period are as follows in both age groups, respectively; .76-.86 for the public sub-dimension, .86-.82 for the emotional sub-dimension, .59-.80 for the altruist sub-dimension, .80-.75 for the submissive sub-dimension, .76-.84 for stealth sub-dimension, and .71 and .75 for the sub-dimension of prosocial behavior in emergency situations. Furthermore, the 2-week test-retest reliability coefficients of the sub-dimensions ranged from .54 to .82 (Carlo et al., 2003). Adaptation of the scale to the Turkish language was conducted by Kumru, Carlo, and Edwards (2004). In this study, a 23-item scale with a 5-point Likert scale was used. The higher the scores of each sub-dimension, the higher the level of positive social behavior measured by that sub-dimension.

Evaluation of Data

The data obtained in this study were calculated using the SPSS program (IBM SPSS Corp; Armonk, NY, USA, v. 22.0). Kolmogorov-Smirnov and Shapiro-Wilk tests were applied to check for normal distribution. In addition to the calculations of number, percentage, arithmetic mean, and standard deviation, the Independent Sample T test and the One Way Anova test were used to compare the descriptive characteristics and scale scores of the nursing students.

Approval of the ethics committee

The Ethics Committee of Selçuk University (2022/512) approved the conduct of the study and data collection. In addition, the nursing students participating in the study were informed verbally and in writing about the purpose, procedure, and collection method of the study. The study was conducted in accordance with the principles of the Declaration of Helsinki.

Results

26.4% of nursing students who participated in the study were 21 years old, and a similar percentage, 22.6%, were 22 years old; 27.2% were freshmen. 70.6% were female students. 33.2% had spent most of their lives in Central Anatolia, 25.5% in Southeast Anatolia, and 74% in urban areas (Table 1).

Table 1. Sociodemographic characteristics of students

Age (n=235)	n(%)
18 years old	9(3.8)
19 years old	30(12.8)
20 years old	39(16.6)
21 years old	62(26.4)
22 years old	53(22.6)
23 years old	28(11.9)
24 years old	7(3.0)
25 years old	4(1.7)
28 years and above	3(1.2)
Class (n=235)	
First class	64(27.2)
Second class	53(22.6)
third grade	62(26.4)
Fourth grade	56(23.8)
Gender (n=235)	
Woman	166(70.6)
Male	69(29.4)
Family type (n=235)	
Extended family	29(12.3)
Nuclear family	194(82.6)
broken family	12(5.1)
Geographic region (n=235)	
Southeastern Anatolia	60(25.5)
Central Anatolia	78(33.2)
Black Sea	5(2.1)
Eastern Anatolia	25(10.6)
Marmara	14(6.0)
Aegean	34(14.5)
Mediterranean	19(8.1)
Longest lived settlement (n=235)	
Urban	174(74.0)
Rural	61(26.0)
Income status (n=235)	
Income is less than expenses	36(15.3)
Income equals expenses	173(73.6)
Income exceeds expenses	26(11.1)

Table 2. Characteristics of students regarding art types

Interesting in any one or more of the types of art (n=235)	n(%)
Yes	186(79.1)
No	49(20.9)
Interested art type (n=186)	
Picture	88(47.3)
Statue	4(2.2)
Architectural	11(5.9)
Relief	1(.5)
Line	1(.5)
Music	59(31.7)
Dance	5(2.7)
Poem	4(2.2)

Theatre	6(3.2)
Literature	7(3.8)
Receiving education in one or more of the art types (n=235)	
Yes	82(34.9)
No	153(65.1)
Type of art studied (n=112)	
Statue	5(4.5)
Architectural	6(5.4)
Relief	1(.8)
Line	5(4.5)
illumination	2(1.8)
Miniature	1(.8)
Music	46(41.1)
Dance	17(15.2)
Poem	15(13.4)
Theatre	4(3.6)
Literature	10(8.9)
Time of the type of art studied (n=68)	
2022	15(22.1)
2021	4(5.9)
2020	7(10.3)
2019	16(23.5)
2018	2(2.9)
2016	12(17.6)
2015	6(8.8)
2013	1(1.5)
2012	4(5.9)
2010	1(1.5)
Duration of the type of art studied (n=73)	
3 months ago	32(43.8)
1 year ago	25(34.2)
2 years ago	8(11.0)
3 years ago	2(2.8)
4 years ago	4(5.5)
8 years ago	2(2.7)
Currently receiving training in any art form of interest (n=235)	
Yes	12(5.1)
No	223(94.9)
Type of education/course/course currently taken regarding art forms (n=12)	
decorative arts	5(41.7)
Theatre	3(25.0)
painting course	2(16.7)
violin course	1(8.3)
Drama	1(8.3)

79.1% of nursing students indicated an interest in one or more of the arts. 47.3% were interested in painting and 31.7% in music. 41.1% had received music-related training. 5.1% (n=12) were in training for one type of art, 41.7% were in training for decorative arts, and 25% were in training for theater at the time of the study (Table 2).

Table 3. Comparison of students' sociodemographic characteristics and their status of receiving art education

Class (n=235)	Interesting in any one or more of the types of art (n=235)		Receiving education in one or more of the art types (n=235)	
	Yes	No	Yes	No
First class	45(24.2)	19(38.8)	12(14.6)	52(34.0)
Second class	38(20.5)	15(30.6)	17(20.7)	36(23.5)
third grade	54(29.0)	8(16.3)	29(35.4)	33(21.6)
Fourth grade	49(26.3)	7(14.3)	24(29.3)	32(20.9)
<i>p value*</i>	.023		.005	
Gender (n=235)				
Woman	130(69.9)	36(73.5)	60(73.2)	106(69.3)
Male	56(30.1)	13(26.5)	22(26.8)	47(30.7)
<i>p value*</i>	.725		.552	
Family type (n=235)				
Extended family	24(12.9)	5(10.2)	9(11.0)	20(13.1)
Nuclear family	150(80.6)	44(89.8)	66(80.5)	128(83.7)
Broken family	12(6.5)	0(0.0)	7(8.5)	5(3.3)
<i>p value*</i>	.151		.206	
Longest lived settlement (n=235)				
Urban	142(76.3)	32(65.3)	70(85.4)	104(68.0)
Rural	44(23.7)	17(34.7)	12(14.6)	49(32.0)
<i>p value *</i>	.143		.005	
Income status (n=235)				
Income is less than expenses	29(15.6)	7(14.3)	15(18.3)	21(13.7)
Income equals expenses	133(71.5)	40(81.6)	57(69.5)	116(75.8)
Income exceeds expenses	24(12.9)	2(4.1)	10(12.2)	16(10.5)
<i>p value*</i>	.191		.560	

Of those interested in one or more of the arts, 29% were third-year nursing students and 26.3% were fourth-year students. Similarly, 35.4% of those who had previously received training in one or more of the arts were third-year nursing students, and 29.3% were fourth-year students. Students' interest in one or more arts was related to grade ($p=.023$) and whether they had ever received training in one or more arts ($p=.005$). In addition, the extent to which students had received training in one or more of the previous arts varied depending on whether the settlement in which they lived for a long time was urban or rural ($p = .005$), and it was found that those who lived in the city received more training (Table 3).

Table 4. Distribution of students' ASD Scale and sub-dimension scores

PTM Scale sub-dimension (n=235)	Min-Max	X±SS
Public	4-19	8.08±3.56
Emotional	7-20	15.09±3.29
Altruist	5-25	12.60±4.31
Urgent	5-15	10.78±2.41
Submissive	3-10	7.89±1.78
Stealth	7-25	19.77±4.14
Total PTM Scale	38-102	74.19±11.46

PTM scores of nursing students ranged from 38 to 102, and the arithmetic mean was 74.19±11.46. The scores obtained by PTM were moderate (Table 4).

Table 5. Comparison of students' interest in art and PTM and sub-dimension scores

	Public	Emotional	Altruistic	Urgent	Submissive	Stealth	Total PTM Scale
Interesting in any one or more of the types of art							
Yes	8.15±3.57	15.21±3.37	12.59±4.38	10.89±2.42	7.96±1.81	19.83±4.19	74.62±11.35
No	7.82±3.54	14.59±2.99	12.67±4.04	10.35±2.33	7.59±1.67	19.51±3.99	72.53±11.86
<i>p value*</i>	.547	.140	.199	.950	.507	.192	.518
Receiving education in one or more of the art types							
Yes	7.62±3.09	15.39±3.11	11.79±4.22	10.92±2.13	7.95±1.89	20.09±4.11	73.77±9.73
No	8.32±3.77	14.92±3.39	13.04±4.29	10.69±2.55	7.85±1.72	19.59±4.16	74.41±12.32
<i>p value*</i>	.031	.347	.024	.018	.293	.932	.005
Currently receiving training in any art form of interest							
Yes	9.00±3.11	15.92±3.06	12.92±4.17	11.00±2.49	7.92±2.07	20.00±4.59	76.75±13.40
No	8.03±3.58	15.04±3.31	12.59±4.32	10.76±2.41	7.88±1.77	19.75±4.12	74.05±11.37
<i>p value*</i>	.523	.250	.859	.473	.499	.806	.756

PTM total score (p=. 005) and public (p=.031), altruistic (p=.024), urgent (p=.018) sub-dimensions changed depending on whether they received education in one or more art forms. Currently receiving education in any form of art did not affect the PTM scale and its sub-dimensions (p>0.05) (Table 5).

Discussion

Anything that evokes positive reflections in the emotional world of people, such as painting, music, sculpture, theater, and cinema, is art, and there are many types of art (Soysaldı, 2018). Nursing is a profession with theoretical and practical content based on science and art. Although today more emphasis is placed on the scientific aspect of nursing, the artistic aspect of nursing has also been appreciated since Florence Nightingale called nursing "the most beautiful of the fine arts". While nurses protect and improve the physical, mental, and social health of individuals, families, and society, their professional practise is guided by scientific knowledge. Nursing can be a more satisfying profession when the artistic and aesthetic dimension is incorporated (when applied with feelings, emotions, and intuition) (Muslu & Özsoy, 2017), and

more emphasis is placed on the relationship between the nursing profession and art. In this study, 79.1% of nursing students were found to be interested in one or more of the arts. 47.3% of students reported an interest in painting, 31.7% reported an interest in music, and 41.1% have had training in music. 5.1% (n=12) were in training in an art form at the time of the study. While 41.7% of them received training in decorative arts, 25% had training in theater (Table 2). Of those interested in one or more of the arts, 29% were third-year nursing students and 26.3% were fourth-year students. Similarly, 35.4% of those who had previously received training in one or more of the arts were third-year nursing students and 29.3% were fourth-year students. Student interest in one or more of the arts varied by grade level ($p=.023$) and receipt of training in one or more of the arts ($p=.005$) (Table 3). The results show that nursing students are interested in art types and their interest in art types varies by class. This result could be due to the fact that there are elective courses "Decorative Arts I" and "Decorative Arts II" for 3rd and 4th grade students at the school and students' interest in these courses is very high.

One of the professions that cooperate the most with society is nurses. Unfortunately, not all nurses exhibit positive social behaviors in their professional lives, and the decline of positive social behaviors among nurses has been described as a concern (Dimiyati, 2019). In this study, the scores PTM of nursing students ranged from 38 to 102, and the arithmetic mean was 74.19 ± 11.46 . This result revealed that the positive social behaviors of nursing students should be improved. Some studies conducted with nurses (Dimiyati, 2019; Suazo et al., 2020; Wan et al., 2023; Feather et al., 2018; Nesje, 2015) and health care professionals (Sucu, 2021) support this study and emphasize the importance of positive social behaviors and the need to develop positive social behaviors.

The functions of art in human life are aesthetically based, have a social, cultural and educational character, and enable individuals to express their feelings, learn about themselves and the world, and change them when necessary (Akdeniz & Çarıkçı, 2017). With these positive aspects, art has many possibilities to improve and develop physical and mental health.

Art therapy has been shown to reduce pain and anxiety (Shella, 2018), improve awareness in the elderly (Lee et al., 2019), improve coping skills in children undergoing cancer treatment (Aguilar, 2017), and positively affect the hopes of psychiatric patients (Kim et al., 2019). It has been reported to improve psychological outcomes and quality of life, reduce cancer-related fatigue, and improve subjective general health in gynecologic cancer patients (Fu et al., 2020). Positive social behaviors, which have been shown to yield beneficial results in many different areas, are thought to be one of the most valid activities to improve individual well-being (Lyubomirsky et al., 2005).

The importance of positive social behaviors in terms of both patient care and the development of the nursing profession has begun to be emphasized more, and recently, the effect of interaction with art on empathy and prosocial behavior (Konrath & Kisida, 2021; Kou, et al., 2020), has been shown to be effective in art therapy. Its effect on aggressive behavior and prosocial behavior (Köiv & Kaudne, 2015) or the effect of art education on prosocial behavior (Kapıkıran, 2008) has begun to be examined more. The importance of positive social behaviors is now more emphasized in both patient care and nursing profession development, and recently the effect of interaction with art on empathy and prosocial behavior has been studied (Konrath & Kisida, 2021; Kou, et al., 2020). The effect of art therapy on aggressive behavior and prosocial behavior (Köiv & Kaudne, 2015) or the effect of art education on prosocial behavior (Kapıkıran, 2008) is also now being increasingly studied. However, it is considered an important shortcoming that the literature does not examine how interest in art forms or arts education affects the prosocial behavior of nurses and nursing students. In this study, it was found that public ($p = .031$), altruistic ($p = .024$), urgent ($p = .018$), and total PTM scale scores ($p = .005$) changed in nursing students (Table 5). Since there is no similar study, these results can make important contributions to the literature.

Conclusion and recommendations

In this study, it was found that nursing students are interested in art types and that their interest in art types varies according to the class and the place of residence where they have lived for a long time. At the same time, it was found that arts education of nursing students has an impact on their positive social behavior. These findings underscore the importance of using arts education in the nursing profession. Schools of nursing can focus on art courses as well as career-related courses, and nursing students can be helped to improve in these areas.

References

1. Aguilar, B. A. (2017). The Efficacy of Art Therapy in Pediatric Oncology Patients: An Integrative Literature Review. *Journal of Pediatric Nursing*, 36, 173-178.
2. Akdeniz, A., & Çarıkcı, E. (2017). Metaphoric Perceptions of The Conservatory Students About "Art Education". *Mustafa Kemal University Journal of Social Sciences Institute*, 14(40), 59-85.
3. Akkurt, S., & Boratav, O. (2018). Why Art Education?. *International Journal of Educational Researchers*, 1(1), 54-60.

4. Ayaydın, A. (2020). On Psychology and Art İnteraction. *Science, Education, Art and Technology Journal (SEAT Journal)*, 4(1), 8-12.
5. Bostancıoğlu, B., & Kahraman, M. E. (2017). Art Therapy Method and Techniques Health - Effects on Improvement Power. *Beykoz Academy Journal*, 5(2), 150-162. DOI: 10.14514/BYK.m.21478082.2017.5/2.150-162.
6. Carlo, G., & Randall, B. A. (2002). The Development of A Measure of Prosocial Behaviors for Late Adolescents. *Journal of Youth and Adolescence*, 31, 31–44.
7. Carlo, G., Hausmann, A., Christiansen, S., & Randall, B. A. (2003). Socio Cognitive and Behavioral Correlates of A Measure of Prosocial Tendencies for Adolescents. *Journal of Early Adolescence*, 23, 107-134.
8. Çekin, A. (2013). A Quantitative Analyze on Imam Hatip Hıgh School Student’s Prosocial Behavior Tendency. *The Journal of International Social Research*, 6(28), 34-45.
9. Dimiyati, R.W. (2019). Empathy as A Predictor of Prosocialbehavior of Nurses in the Special Region of Yogyakarta. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, 326, 436-440
10. Dinçeli, D. (2017). Art and Design Ethics. *İdil Art and Language Journal*, 6(30), 585-617. doi: 10.7816/idil-06-30-05.
11. Eisenberg, N., & Mussen, P.H. (1997). *The Roots of Prosocial Behavior in Children*. (4th Ed.). Cambridge University Press, U.S.A.
12. Feather, J., McGillis Hall, L., Trbovich, P., & Baker, G. R. (2018). An İntegrative Review of Nurses' Prosocial Behaviours Contributing to Work Environment Optimization, Organizational Performance and Quality of Care. *Journal of Nursing Management*, 26(7), 769-781.
13. Fu, W., Huang, Y., Liu, X., Ren, J., & Zhang, M. (2020). The Effect of Art Therapy in Women with Gynecologic Cancer: A Systematic Review. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2020.
14. Görgülü, R., Adiloğulları, G. E., Tosun, Ö. M. & Adiloğulları, İ. (2018). The Investigation of Prosocial and Antisocial Behaviour and Athlete Identity According to Some Variables. *Journal of Sports and Performance Researches*, 9(3), 147-161.
15. Kapıkıran, N. A. (2008). Moral Behavior and Pro-Social Behaviors: Does Art Education Create A Difference?. *Journal of Human Sciences*, 5(2).
16. Karaman, N. N., Tatlı, S., & Yavuzekinci, M. (2017). An Investigation on the Effect of Communication Courses on Empathic Tendency and Prosocial Behaviors. *ERZSOSDE*, 10 (2), 91-104.

17. Kim, H., Kim, S., Choe, K., & Kim, J. S. (2018). Effects of Mandala Art Therapy on Subjective Well-Being, Resilience, and Hope in Psychiatric Inpatients. *Archives of Psychiatric Nursing*, 32(2), 167-173.
18. Kisida, 2021; Kou, X., Konrath, S., & Goldstein, T. R. (2020). The Relationship Among Different Types of Arts Engagement, Empathy, and Prosocial Behavior. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 14(4), 481.
19. Kõiv, K., & Kaudne, L. (2015). Impact of Integrated Arts Therapy: An Intervention Program for Young Female Offenders in Correctional Institution. *Psychology*, 6(01), 1.
20. Konrath, S., & Kisida, B. (2021). Does Arts Engagement Increase Empathy and Prosocial Behavior. *Engagement in the City: How Arts and Culture Impact Development in Urban Areas*. Rowman & Littlefield, 7-38.
21. Kou, X., Konrath, S., & Goldstein, T. R. (2020). The Relationship Among Different Types of Arts Engagement, Empathy, and Prosocial Behavior. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 14(4), 481.
22. Kumru, A., Carlo, G., & Edwards, C. P. (2004). Relational, Cultural, Cognitive, and Affective Predictors of Prosocial Behaviors. *Turkish Journal of Psychology*, 19(54), 109-125.
23. Kuş, M. Postmodern Art and Today. *İdil Art and Language Journal*, 60 (August 2019). 1003-1010. doi: 10.7816/idil-08-60-06.
24. Lee, R., Wong, J., Shoon, W. L., Gandhi, M., Lei, F., Kua, E. H., ... & Mahendran, R. (2019). Art Therapy for the Prevention of Cognitive Decline. *The Arts in Psychotherapy*, 64, 20-25.
25. Lyubomirsky, S., Sheldon, K. M. & Schkade, D. (2005). Pursuing Happiness: The Architecture of Sustainable Change. *Review of General Psychology*, 9(2), 111–131. <https://doi.org/10.1037/1089-2680.9.2.111>.
26. Masters, C. L. (2005). Clay Sculpture within an Object Relational Therapy: A Phenomenological - Hermeneutic Case. Study. Rhodes University, Department of Psychology. Thesis for The Master of Arts Degree in Clinical Psychology.
27. Muslu, L., & Özsoy, S. A. (2017). Nursing, Aesthetics and Art. *Journal of Education & Research in Nursing*, 14(4), 287-291.
28. Nesje, K. (2015). Nursing Students' Prosocial Motivation: Does It Predict Professional Commitment and Involvement in The Job?. *Journal of Advanced Nursing*, 71(1), 115-125.

29. Shella, T. A. (2018). Art Therapy Improves Mood, and Reduces Pain and Anxiety When Offered at Bedside During Acute Hospital Treatment. *The Arts in Psychotherapy*, 57, 59-64.
30. Soysaldı, A. (2018). The Relationship of Art, Humanity and Culture. *Art and Design Journal*, (22), 305-315. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/sanatvetasarim/issue/41779/504098>.
31. Suazo, I., Pérez-Fuentes, M. D. C., Molero Jurado, M. D. M., Martos Martínez, Á., Simón Márquez, M. D. M., Barragán Martín, A. B., ... & Gázquez Linares, J. J. (2020). Moral Sensitivity, Empathy and Prosocial Behavior: Implications for Humanization of Nursing Care. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(23), 8914.
32. Sucu, M. (2021). A Research to Explore The Relationship Between The Emotional Intelligence and Prosocial Behaviors of Healthcare Employees During The Pandemic Period. *Journal of Management Sciences*, 19(41), 665-698. DOI: 10.35408/comuybd.791517.
33. Wan, X., Huang, H., Zhang, Y., Peng, Q., Guo, X., Wu, S., ... & Chen, C. (2023). The effect of prosocial behaviours on Chinese undergraduate nursing students' subjective well-being: The mediating role of psychological resilience and coping styles. *International Journal of Mental Health Nursing*, 32(1), 277-289.
34. Yıldız, S., Taştan B. İ., & Yıldırım, F. (2012). The Relationship Between Personality Type and Positive Social Behavior: A Research on Marmara University Students. *Atatürk University Journal of Economics and Administrative Sciences*, 26 (1), s. 215-233.
35. Yolcu, E. (2021). Art Education Theories and Methods. Pegem Academy. 4th Edition: November 2021.

HASTALIKLAR İÇİN BİYOBELİRTEÇ KEŞFİNDE MULTI OMİK YAKLAŞIMLAR

Dr. Şeyma YAŞAR

İnönü Üniversitesi, - 0000-0003-1300-3393

ÖZET

Çeşitli hastalıkların erken tanı ve teşhisinde kullanılan biyobelirteçlerin keşfinde multiomik yaklaşımlar, modern tıp ve bilimsel araştırmaların temel bir bileşeni haline gelmiştir. Bu yaklaşım, hastalıkların tanısını, tedavisini ve önlenmesini geliştirmeyi amaçlamaktadır. Multi omik yaklaşımlar, genomik, transkriptomik, proteomik ve metabolomik gibi farklı omik disiplinlerin bir araya getirilmesini içerir. Bu, bir hastalığın altında yatan biyolojik süreçleri daha ayrıntılı bir şekilde anlamamıza yardımcı olur. Genomik, hastaların genetik profillerini inceleyerek genetik yatkınlıkları ve genetik değişiklikleri belirlememize yardımcı olur. Transkriptomik, gen ifadesi düzeyindeki değişiklikleri izleyerek hastalıkların moleküler mekanizmalarını anlamamıza yardımcı olur. Proteomik, organizmaların tüm proteinlerini analiz ederek hastalıkla ilişkilendirilen belirli proteinleri tanımlamamıza yardımcı olurken, metabolomik, metabolitlerin izlenmesiyle hastalıkların metabolik değişikliklerini anlamamıza yardımcı olur. Bu multidisipliner yaklaşım, hastalıkların daha erken teşhis edilmesine, kişiselleştirilmiş tedavi yaklaşımlarının geliştirilmesine ve hastalık yönetiminin daha etkili bir şekilde yapılmasına yardımcı olabilir. Sonuç olarak, hastalıklar için biyobelirteç keşfinde multi omik yaklaşımlar, tıp dünyasında büyük bir potansiyele sahip ve hastalıkların daha etkili bir şekilde yönetilmesine katkıda bulunabilir.

Abstract

Multiomics approaches in the discovery of biomarkers used in the early diagnosis and diagnosis of various diseases have become an essential component of modern medicine and scientific research. This approach aims to improve the diagnosis, treatment and prevention of diseases. Multi-omics approaches involve bringing together different omics disciplines such as genomics, transcriptomics, proteomics and metabolomics. This helps us to understand the biological processes underlying a disease in more detail. Genomics helps us identify genetic predispositions and genetic alterations by analysing patients' genetic profiles. Transcriptomics helps us understand the molecular mechanisms of diseases by monitoring changes at the level of gene expression. Proteomics helps us identify specific proteins associated with disease by analysing all proteins of organisms, while metabolomics helps us understand the metabolic changes of diseases by monitoring metabolites. This multidisciplinary approach can help to diagnose diseases earlier, develop personalised treatment approaches and manage disease more effectively. In conclusion, multi omics approaches in biomarker discovery for diseases have great potential in the medical world and can contribute to more effective management of diseases.

Anahtar Kelimeler: Multi-omik, Genomik, Transkriptomik, Proteomik, Biyobelirteç.

1. Giriş

Son yıllarda, özellikle yirminci yüzyılın sonlarına yaklaşırken ve yirmibirinci yüzyılın başlarında biyoloji bilimleri büyük gelişmelere tanık oldu. Bu yenilikler, biyolojik işlevleri ve süreçleri düzenleyen sistemlerin daha iyi anlaşılmasına katkı sağladı. Biyolojik ve genomik araştırmaların tarihindeki en büyük atılım, 2003 yılında tam insan genomunun diziliminin kamuya açıklanması oldu. Bu olay, genomik araştırmalar için yeni bir dönemin kapısını aralayarak biyomedikal incelemelerde "postgenomik çağ" adı verilen bir dönemin başlangıcını işaret etti [1]. Makro moleküllere ilişkin temel bilgilerin sağlanmasıyla, genomik araştırmaların bu yeni dönemi, farklı hücrelerin ve organizmaların biyolojik işlevlerini anlama olasılığını engelleyecek tüm sınırlayıcı faktörleri ortadan kaldırdı. Bu kadar büyük bir verinin madenciliği ancak genom ve proteom analizi, klinik veri yönetimi, yeni nesil dizileme (NGS), öğrenme algoritmaları ve makine öğrenimi ile mümkün oldu [2-5]. Omics, farklı hücrel moleküllerin rolünü ve eylemini araştırmamıza yardımcı olan farklı teknolojilerin koleksiyonunu temsil eder. Omics teknolojileri arasında genomik (genler), transkriptomik (mesajcı RNA), proteomik (proteinler) ve metabolomik (metabolitler) yer alır. Genomik, organizmaların tam DNA dizilimini inceleyen bir bilim dalıdır ve tüm genetik bilgiyi anlamamıza yardımcı olur. Transkriptomik, bir organizmanın belirli bir zamanda ne kadar gen ifadesi yaptığını inceleyen bir alandır ve bu, genlerin RNA ürünlerini analiz ederek gerçekleştirilir. Proteomik, bir organizmanın tüm proteinlerini inceleyen bir bilim dalıdır ve organizmanın işlevlerini ve biyokimyasal süreçlerini daha iyi anlamamıza yardımcı olur. Son olarak metabolomik, bir organizmanın metabolitlerini (metabolizma ürünleri) inceleyen bir alandır ve organizmanın metabolik aktivitesini anlamamıza ve metabolik değişiklikleri izlememize yardımcı olur. Tüm bu omics teknolojileri biyobelirteç tanımlama ve tedavide, yani aşı geliştirme ve ilaç yönetiminde hayati bir rol oynamıştır. Bu teknolojiler yüksek verimli tekniklerdir ve bu teknikler sayesinde tek bir deneyde belirli bir molekül türüyle ilgili büyük miktarda veri toplanabilmektedir. Örneğin, belirli bir dokuda bulunan çok sayıda protein veya geniş bir metabolit koleksiyonu gibi verilerin toplanması ancak omik teknikler sayesinde mümkündür. Genomik ve transkriptomik çalışmalarda NGS kullanılırken, proteomik ve metabolomik çalışmalarda kütle spektrometrisi (MS) kullanılır.

Omics teknikleri ilaçların keşfi, etkinliği ve hücrel toksisitesinde yaygın olarak kullanılmaktadır [6-8]. Bu tekniklerden toplanan bu veriler, hastalıkla ilişkili çok sayıda farklılık sağlar. Bu veriler hem hastalık belirteçlerinin tanımlanmasında hem de hastalıklı ve kontrol gruplarında zenginleştirilmiş farklı biyolojik yollara/süreçlere ilişkin öngörü sağlanmasında çok yararlı olabilir. Farklı omik teknolojilerinden elde edilen verilerin entegrasyonu, hastalığa yol açan potansiyel değişikliklerin aydınlatılmasında veya moleküler çalışmalarda daha fazla test edilebilecek tedavi hedeflerinin belirlenmesinde yardımcı olabilir [9]. Omics verilerinin biyoinformatik analizi yoluyla tanısal biyobelirteçler, potansiyel hedefler ve bir hastalıkla ilgili anahtar yollar gibi faydalı bilgiler keşfedilebilir. Omics verilerinin işlenmesi için başka bir hayati araç olan ağ biyolojisi (moleküler ağ gibi), biyolojik bir süreci kapsamlı bir şekilde anlamak için farklı fonksiyonel moleküller arasındaki ilişkileri ortaya çıkarabilir.

2. Hastalık Biyobelirteçlerinin Tanımlanması İçin Omik Yaklaşımlar

Biyobelirteçler, Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından vücutta (veya vücut ürünlerinde) bulunan, hastalığın görülme sıklığını veya sonucunu etkileyebilen veya tahmin edebilen ölçülebilir herhangi bir madde, yapı veya süreç olarak tanımlanmaktadır (10). Hastalık sürecinin tüm aşamalarında, yani hastalık tanısı, hastalık alt tiplerinin tanımlanması ve terapötik düzenlemeye yönelik prognozda, bir hastalık biyobelirteçi tıbbi açıdan değerli olma potansiyeline sahiptir. Biyobelirteçlerin tanımlanmasına yönelik omics moleküler profillemeye genellikle hastanın hastalık duyarlılığını, tanısını ve tedaviye yanıtını tahmin etmek amacıyla yapılır [11]. Omics teknolojileri, neoplazi ile ilişkili genetik risk faktörlerini ve mutasyonları incelemek için yoğun bir şekilde kullanılmıştır. Genetik risk faktörlerini tanımlamak için kullanılan yaklaşım, genom çapında ilişkilendirme çalışmasını (GWAS) içerir. GWAS çalışmalarında ortak değişkenlerin çok sayıda kontrol ve vakadaki dağılımı karşılaştırılmıştır. Neoplazide (yeni büyüme) mutasyon profili çalışması için tüm genomun, transkriptomun, ekzomun veya neoplazide önemli rolü olduğu bilinen belirli bir gen grubunun NGS'si gerçekleştirilir. Sonuç olarak, NGS kullanılarak tümör mutasyon profilinin çıkarılması birden fazla hedef kümesini içerecektir. Örneğin, belirli bir neoplazide, hem bir gen panelinin DNA dizisi hem de tümör transkriptomu aynı anda incelenebilir. Farklı düzeylerden alınan biyolojik verilerin kolektif olarak farklı biyolojik süreçleri etkilediği ve kontrol ettiği, dolayısıyla farklı karmaşık hastalıkların ilerlemesini incelemek için güvenilir bilgiler sağladığı köklü ve kabul edilen bir gerçektir [12]. Transkriptomik veya gen ekspresyon profili oluşturma, belirli bir biyolojik örnekte eksprese edilen tüm genlerin kantitatif çalışmasını ifade eder [13]. Bu çalışmalar ya mRNA ekspresyon mikrodizileri kullanılarak ya da belirli bir numune setinde eksprese edilen tüm transkriptlerin miktarının belirlenmesi için RNA dizilimi kullanılarak gerçekleştirilir. Transkriptomiklerin ana uygulaması, hastalıklı ve normal dokular arasındaki gen ekspresyonunun karşılaştırmalı olarak incelenmesidir. Karşılaştırmalı çalışmayla, belirli genlerin değiştirilmiş ifadesi hakkında bilgi sahibi oluyoruz ve hastalıklı durumda büyük ifade değişiklikleri gösteren genleri belirliyoruz. Bu tür bulgular yalnızca hastalığın patogeneziyle ilişkin ileri düzeyde anlayış sağlamakla kalmıyor, aynı zamanda yeni biyobelirteçler olarak kullanılacak önemli transkriptleri de ortaya çıkarıyor. Klinik uygulamalar için, transkriptom değerlendirme için yaygın olarak kullanılan yöntemler, kantitatif gerçek zamanlı polimeraz zincir reaksiyonu (qRT-PCR veya qPCR), mikrodiziler ve RNA dizilimidir. Kantitatif gerçek zamanlı PCR, belirli bir biyolojik örnekte bilinen transkriptleri çoğaltmak için bir dizi primer (kısa DNA dizileri) kullanır [14]. Otomasyon, yalnızca ilgili transkriptlerin dizileri biliniyorsa, qPCR kullanarak transkriptlerin daha hızlı bir şekilde ölçülmesini sağlamıştır. Bu transkriptomik yöntemler uygun maliyetlidir, çok sayıda biyolojik numunenin test edilmesi için uygundur ve gen ekspresyonu değerlendirmesi çok doğrudur. Bu yöntemlerin birincil sınırlaması, sınırlı aday transkriptlerine odaklanma gerekliliğidir. Proteomik, bir hücre, doku veya organizmada ifade edilen tüm proteinlerin ve etkileşim halindeki protein ailesi ağlarının incelenmesidir. Protein/peptitlerin kesin sayısı bilinmemekle birlikte sayının birkaç yüz bin civarında olduğu tahmin edilmektedir [15]. Proteomik çalışmaları, farklı proteinlerin kapsamlı tespitini, tanımlanmasını ve karakterizasyonunu içerir, dolayısıyla biyobelirteç keşfi için umut verici bir teknik haline gelir [16]. Kontroller ve vakalar arasında değişken bolluk gösteren proteinleri izole etmek için en yaygın kullanılan proteomik yaklaşım, 2 boyutlu elektroforez (2-DE) ve kütle spektrometrisinin bir kombinasyonunu içerir. Protein 2-DE ile izole edildikten sonra kütle spektrometresi, "yüzey geliştirilmiş lazer desorpsiyonu/ionizasyon ışık süresi" (SELDI-TOF)

veya "matris destekli lazer desorpsiyonu" gibi teknikleri kullanarak proteinleri daha da tanımlayabilir. İyonizasyon kapanma ışığı' (MALDI-TOF). Proteinler peptitlere parçalanır, kütle-yük oranları bir elektrik alanının varlığında 'uçuş sürelerine' göre belirlenir ve son olarak peptit kütle imzaları daha sonra orijinal proteini tanımlamak için bilinen proteinlerden oluşan bir veri tabanı ile karşılaştırılır. Kantitatif proteomik hayati bir husustur çünkü proteomik çalışmalarda aday biyobelirteç seçiminin temel kuralı, kontroller ve vakalar arasındaki bolluk farklılıklarının tespit edilmesine bağlıdır. Kütle spektrometresi doğası gereği temelde niceliksel olmasa da, niceliksel veri elde etmek için birçok yeni yöntem geliştirilmiştir [17, 18]. Kantitatif bir teknik olan çoklu reaksiyon izleme, mutlak bir kantitasyon elde edebilir ve düşük bolluktaki peptidlerin tespitinde nispeten yüksek hassasiyete sahiptir, bu da onu proteomik biyobelirteç tanımlama çalışmaları için daha uygun hale getirir. Metabolomik, hücreler, biyolojik sıvılar, dokular veya organizma içindeki metabolomun incelenmesini ifade eder. Metabolom, küçük moleküller ve bunların belirli bir biyolojik sistem içindeki belirli bir beslenme, genetik ve çevresel koşullar altında etkileşimleri olarak tanımlanabilir. Metabolom son alt ürün olduğundan, gen ekspresyonu protein ekspresyonu ile çevre arasındaki etkileşimler ve değişiklikler metaboloma doğrudan yansıtılır ve bu da onu diğer 'om'lardan daha karmaşık (hem fiziksel hem de kimyasal olarak) hale getirir. Tüm omik yaklaşımlar arasında metabolom fenotipe en yakın olanıdır. Bu nedenle metabolomik, hastalıklı ve sağlıklı durumun moleküler fenotipinin en iyi modülatörü ve temsilcisidir. Yukarıdaki bağlamda metabolomikler hastalıkla ilişkili belirteçler için mükemmel bir kaynaktır [19]. Hastalık biyobelirteçlerinin tanısı, önlenmesi ve doğrulanması için bütünleştirici omik yaklaşımın kullanımını gösteren grafiksel gösterim verilmiştir. Farklı genomik verilerin kullanılmasına yönelik güçlü, değerli ve hassas bir yaklaşım olan çoklu omik verilerin entegrasyonu, biyoinformatik alanında geniş bir ilgi odağı haline gelmiştir.

Sonuç ve Öneriler

Hastalık patogenezinde yer alan farklı moleküler mekanizmaların, biyolojik ve patolojik süreçlerin daha iyi anlaşılması için multi-omik tekniklerin kullanılmasında çok büyük bir potansiyel vardır. Entegre omik teknolojileri, hem sağlıklı hem de hastalıklı durumda temel biyolojinin anlaşılmasına yönelik daha derin bilgiler sağlayabilir. Birlikte ele alındığında bu teknolojiler, çeşitli yeni hastalık biyobelirteçlerinin tespitine, erken teşhisine, önlenmesine, hastalığın izlenmesine ve keşfedilmesine yardımcı olabilir.

KAYNAKÇA

1. Collins, F. S., Morgan, M., & Patrinos, A. (2003). The Human Genome Project: lessons from large-scale biology. *Science*, 300(5617), 286-290.
2. Hossain MU, Bhattacharjee A, Emon MTH, et al. Recognition of plausible therapeutic agents to combat COVID-19: an omics data based combined approach. *Gene* 2021;771:145368.
3. Overmyer KA, Shishkova E, Miller IJ, et al. Large-scale multiOmic analysis of COVID-19 severity. *Cell Syst* 2021;12:23–40.e7.
4. Kumar R, Sharma A, Haris Siddiqui M, Kumar Tiwari R. Prediction of metabolism of drugs using artificial intelligence: how far Have we reached? *Curr Drug Metab* 2016;17:129–41.
5. Mann, M., Kumar, C., Zeng, W. F., & Strauss, M. T. (2021). Artificial intelligence for proteomics and biomarker discovery. *Cell systems*, 12(8), 759-770.

6. Horgan RP, Kenny LC. Omic technologies: genomics, transcriptomics, proteomics and metabolomics. *Obstet Gynaecol* 2011;13:189–95.
7. Matthews, H., Hanison, J., & Nirmalan, N. (2016). “Omics”-informed drug and biomarker discovery: opportunities, challenges and future perspectives. *Proteomes*, 4(3), 28.
8. Paananen, J., & Fortino, V. (2020). An omics perspective on drug target discovery platforms. *Briefings in bioinformatics*, 21(6), 1937-1953.
9. Labory, J., Fierville, M., Ait-El-Mkadem, S., Bannwarth, S., Paquis-Flucklinger, V., & Bottini, S. (2020). Multi-omics approaches to improve mitochondrial disease diagnosis: challenges, advances, and perspectives. *Frontiers in Molecular Biosciences*, 7, 590842.
10. Ferreira de Lima RLL, Moretti-Ferreira D, Richieri-Costa A, et al. Identity by descent and candidate gene mapping of RichieriCosta and Pereira syndrome. *Am J Med Genet A* 2003;122:56–8.
11. Olivier, M., Asmis, R., Hawkins, G. A., Howard, T. D., & Cox, L. A. (2019). The need for multi-omics biomarker signatures in precision medicine. *International journal of molecular sciences*, 20(19), 4781.
12. Shi Q, Zhang C, Peng M, et al. Pattern fusion analysis by adaptive alignment of multiple heterogeneous omics data. *Bioinformatics* 2017;33:2706–14.
13. Kori, M., & Yalcin Arga, K. (2018). Potential biomarkers and therapeutic targets in cervical cancer: Insights from the meta-analysis of transcriptomics data within network biomedicine perspective. *PLoS One*, 13(7), e0200717.
14. Mayer G, Muller J, Lunse CE. Rna diagnostics: real-time rt-pcr strategies and promising novel target rnas. *Wiley Interdiscip Rev RNA* 2011;2:32–41.
15. Nalbantoglu S, Karadag A. Introductory chapter: insight into the OMICS technologies and molecular medicine. *Mol Med* 2019;1:1–10.
16. Vaiopoulou A, Gazouli M, Theodoropoulos G, et al. Current advantages in the application of proteomics in inflammatory bowel disease. *Dig Dis Sci* 2012;57:2755–64.
17. Ong SE, Mann M. Mass spectrometry-based proteomics turns quantitative. *Nat Chem Biol* 2005;1:252–62.
18. Bachi A, Bonaldi T. Quantitative proteomics as a new piece of the systems biology puzzle. *J Proteomics* 2008;71:357–67.
19. Guijas C, Montenegro-Burke JR, Warth B, et al. Metabolomics activity screening for identifying metabolites that modulate phenotype. *Nat Biotechnol* 2018;36:316–20.

KANSERDE MULTİ OMİK YAKLAŞIMLAR

Dr. Şeyma YAŞAR

İnönü Üniversitesi, - 0000-0003-1300-3393

ÖZET

Kanser, genetik değişikliklerin neden olduğu bir dizi hastalık grubunu içeren ölümcül bir sağlık sorunudur. Bu nedenle kanserle mücadelede daha etkili ve kişiye özgü tedaviler geliştirmek için multidisipliner yaklaşımlara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu bağlamda, multi-omik yaklaşımlar, kanserin daha iyi anlaşılmasını ve kişiselleştirilmiş tedavilerin geliştirilmesini sağlayan önemli bir araç haline gelmiştir. Multi-omik yaklaşımlar, genetik, genomik, proteomik, transkriptomik, metabolomik ve epigenetik verileri entegre ederek kanserin temel biyolojik süreçlerini daha kapsamlı bir şekilde analiz eder. Bu, kanserin nedenleri, ilerlemesi ve yayılması hakkında daha fazla bilgi sağlar ve hastaların özelleştirilmiş tedavilerle daha iyi yanıt verme olasılığını artırır. Bu yaklaşımlar, kanser tanısını iyileştirmek, tedavi seçeneklerini optimize etmek ve hastaların izlenmesini geliştirmek için kullanılır. Ayrıca, kanser araştırmalarında büyük veri analizi, makine öğrenimi ve yapay zekâ gibi gelişmiş teknolojiler de multi-omik yaklaşımların etkinliğini artırır. Sonuç olarak, multi-omik yaklaşımlar, kanserle mücadeledeki gelecekteki önemli adımlardan birini temsil ediyor. Bu yaklaşımlar, kanseri daha iyi anlama ve bireyselleştirilmiş tedaviler geliştirme konusundaki potansiyeli ile kanser hastalarının yaşam kalitesini artırmaya ve hastalıkla mücadelede önemli ilerlemelere yol açabilir.

Abstract

Cancer is a deadly health problem that includes a number of disease groups caused by genetic changes. Therefore, multidisciplinary approaches are needed to develop more effective and personalised treatments in the fight against cancer. In this context, multi-omics approaches have become an important tool to better understand cancer and develop personalised treatments. Multi-omics approaches analyse the fundamental biological processes of cancer more comprehensively by integrating genetic, genomic, proteomic, proteomic, transcriptomic, metabolomic and epigenetic data. This provides greater insight into the causes, progression and spread of cancer and increases the likelihood that patients will respond better with customised treatments. These approaches are used to improve cancer diagnosis, optimise treatment options and enhance monitoring of patients. In addition, advanced technologies such as big data analysis, machine learning and artificial intelligence in cancer research also increase the effectiveness of multi-omics approaches. In conclusion, multi-omics approaches represent one of the key future steps in the fight against cancer. With the potential to better understand cancer and develop individualised treatments, these approaches can lead to improved quality of life for cancer patients and significant advances in the fight against the disease.

Anahtar Kelimeler: Multi-omik, Genomik, Transkriptomik, Proteomik, Kanser.

1. Giriş

Kanser, insan sağlığını ciddi şekilde tehdit eden ve dünya genelinde büyük bir sağlık sorunu haline gelen ölümcül bir hastalıktır. Her yıl milyonlarca insan kansere yakalanmakta ve birçok kişi bu hastalık nedeniyle hayatını kaybetmektedir. Kanser, hücresel düzeydeki genetik değişikliklerin sonucunda normal hücrelerin kontrolsüz büyümesi ve çoğalmasıyla karakterizedir. Bu nedenle kanserin nedenleri, ilerlemesi ve tedavi seçenekleri büyük ölçüde genetik ve moleküler faktörlere bağlıdır [1]. Geleneksel kanser araştırmaları ve tedavi stratejileri, kanserin temel biyolojisini anlama ve tedavi etme amacıyla büyük ilerlemeler kaydetmiş olsa da, kanseri daha iyi anlamak ve tedavi etmek için daha kapsamlı bir yaklaşım gerekmektedir. İşte bu noktada, multi-omik yaklaşımlar devreye girmektedir. Multi-omik yaklaşımlar, kanseri daha kapsamlı bir şekilde incelemek ve tedavi etmek için genetik, genomik, proteomik, transkriptomik, metabolomik ve epigenetik verileri bir araya getirir. Bu yaklaşım, kanser biyolojisinin karmaşıklığını ve çeşitliliğini daha iyi anlamamıza yardımcı olurken, kişiselleştirilmiş tıp ve tedavi seçeneklerinin geliştirilmesine olanak sağlar. Multi-omik yaklaşımların temel amacı, kanser hastalığını sadece tıbbi bir problem olarak değil, aynı zamanda moleküler ve genetik bir problem olarak ele almak ve bu kompleks yapının ardındaki mekanizmaları çözmektir. Bu yaklaşım, kanserin sadece doku seviyesinde değil, aynı zamanda hücresel düzeyde nasıl geliştiğini anlama fırsatı sunar. İşte bu ayrıntılı ve çok katmanlı yaklaşım, kanser araştırmacılarına daha derinlemesine bilgi sunarak yeni hedeflerin keşfedilmesine ve daha etkili tedavilerin geliştirilmesine yol açar. Multi-omik yaklaşımların bir diğer önemli yönü, kanser heterojenitesini ve kişiselleştirilmiş tıp uygulamalarını desteklemesidir. Her bireyin kanserle mücadelesi farklıdır ve her tümör farklı genetik değişikliklere sahip olabilir [2]. Multi-omik veriler, hastaların spesifik tümör profillerini anlamalarına ve buna dayalı olarak en uygun tedavi seçeneklerini seçmelerine yardımcı olur. Bu, birçok kanser türünde daha iyi hasta sonuçlarına ve daha az yan etkiye yol açabilir. Ayrıca, multi-omik yaklaşımlar kanser tanısında da devrim yaratmaktadır. Geleneksel kanser tanısı, genellikle histopatoloji ve görüntüleme yöntemleri ile sınırlıdır. Ancak multi-omik veriler, kanser türlerini daha hassas bir şekilde tanımlamamıza ve erken teşhis edebilmemize olanak tanır. Bu, kanserin erken aşamalarında daha etkili müdahalelerin yapılmasına ve hastalığın ilerlemesinin engellenmesine yardımcı olabilir. Multi-omik yaklaşımların kanser araştırmalarına ve tedaviye getirdiği bir diğer önemli katkı, büyük veri analizi ve yapay zekâ kullanımınıdır. Multi-omik verilerin karmaşıklığı ve büyüklüğü, geleneksel analiz yöntemlerinin ötesine geçen yeni yaklaşımları gerektirir. Makine öğrenimi ve yapay zekâ, bu verileri işlemek, desenleri tanımak ve potansiyel tedavi stratejilerini önermek için kullanılır. Bu, hızlı bir şekilde büyük veri havuzlarından anlamlı bilgiler çıkarmamıza ve yeni tedavi yöntemlerinin hızla geliştirilmesine yardımcı olabilir [3]. Sonuç olarak, multi-omik yaklaşımlar, kanser araştırmaları ve tedavi stratejilerinde devrim niteliğinde bir ilerleme sağlamıştır. Kanserle mücadelede daha iyi anlayış, daha iyi tanı yöntemleri ve kişiselleştirilmiş tedavi seçenekleri sunarak hastaların yaşam kalitesini artırmaya ve hastalıkla mücadelede önemli ilerlemelere yol açmıştır. Bu yaklaşım, kanserle savaşta yeni bir dönemin başlangıcını temsil ediyor ve gelecekte daha etkili tedavilerin ve hastalığın daha iyi anlaşılmasının kapılarını açabilir.

2. Kanserde Omik Yaklaşımlar

Kanser tüm dünyada bir halk sağlığı sorunu olarak kabul edilmektedir. Yapılan çalışmalara göre kanserin 2030 yılına kadar her yıl yaklaşık 13 milyon ölüme neden olacağı öngörülmektedir [4]. Kanser karmaşık bir hastalık olarak kabul edilir ve patolojik bir fenotipin tanımlanması ancak birbirine bağlı farklı biyolojik moleküllerin ve bunların çevreleriyle etkileşimlerinin doğru ve yoğun bir şekilde araştırılmasıyla mümkündür [5]. Normal bir hücre kanser özelliklerini kazandıktan sonra kötü huylu hücreye geçiş gerçekleşir. Belirgin özellikleri arasında kontrolsüz ve sürekli hücre proliferasyonu, hücre apoptozuna direnme, büyüme baskılayıcı genlerden kaçınma, sürekli replikasyonla ölümsüzlük, metastaz ve anjiyogenez gibi karmaşık fenotipik ve moleküler değişiklikler yer alır [6]. Belirgin özelliklere ancak hücresel mekanizmadaki bir dizi değişiklikten sonra ulaşılır. Kanserli hücre/doku içindeki bu değişiklikler, genom, transkriptom, epigenom, proteom ve metabolomdaki anormalliklerden kaynaklanmaktadır. Örneğin, kanserli hücre genomlarının yeni nesil sekanslaması (NGS), kontrolsüz hücre çoğalmasına yol açan mitojeni aktive eden bir protein kinaz (MAPK) sinyal yolunu aktive eden B-raf gibi mutasyona uğramış proliferatif genin rolünü ortaya çıkarmıştır [7]. Araştırmalar, kanserli bir hücrenin malignite dönüşümünün, tümör baskılayıcı genlerdeki ve onkogenlerdeki mutasyonlar nedeniyle meydana geldiğini göstermiştir. Ayrıca kanserlerin çoğu farklı moleküler, yol ve ağ belirteçleri tarafından sinyellenir. Bu biyobelirteçler kanserli hücrelerin/dokuların veya bireylerin tanımlanmasına yol açar. Bu nedenle bu biyobelirteçlerin yoğun olarak araştırılması kanserin teşhisinde, ilerlemesinde, prognozunda, tedaviye yanıtta ve tedavinin geliştirilmesinde yardımcı olabilir. Kanser biyobelirteçlerinin keşfinde karşılaşılan zorluklar, hastalık gelişiminin tam olarak anlaşılmasındadır.

Bu zorluklar, yüksek verimli omics teknolojilerinin ortaya çıkmasıyla en aza indirilmiştir. Omics teknolojileri, kanser gelişimine yol açan mekanizmanın daha derinlemesine incelenmesine yol açan büyük miktarda moleküler profil oluşturulmasına yol açmıştır. Yüksek verimli teknolojilerin sürekli gelişmesi ve maliyetlerindeki düşüşle birlikte “Kanser Genom Atlası (TCGA)”, “Uluslararası Kanser Genomu Konsorsiyumu (ICGC)” ve “Kanser Hücre Hattı Ansiklopedisi Veri Uygulaması (CCLE)” gibi farklı uluslararası projeler aynı kanser hasta grubundan çok büyük miktarda omics verisi (genom, transkriptom, epigenom, proteom ve metabolom dahil) toplamış ve üretmişlerdir [8]. Hem insan genom projesinin tamamlanması hem de ICGE, CCLE ve TCGA'ya erişim, kanserin genom düzeyinde detaylı çalışılmasına fırsat sağlamıştır [9, 10]. Normal ve kanserli hücrelerin karşılaştırmalı çalışması, kanser genomunun daha derinlemesine anlaşılmasına yol açtı. Gen ekspresyonu profillemesinin kapsamlı kullanımı, çeşitli kanser türlerinde prognostik işaretlerin elde edilmesinde yardımcı olmuştur. Bununla birlikte, bu prognostik imzaların türetilmesi için yalnızca tek tip omics verileri (mRNA, lncRNA, miRNA, vb.) kullanılır. Bu nedenle, bir kanserin biyolojik temelini daha iyi anlamak ve yansıtmak için, farklı bilgi düzeylerine sahip farklı, çok yönlü veri sayfalarının entegrasyonu uygun görünmektedir. Sonuç olarak, yapay zekayı kullanan çoklu omikler ve entegre genom çapında epigenetik analiz, son yıllarda üretilen verilerin patlamasıyla hassas tıp çağına girdi [11]. Aşağıda bazı kanser türleri ve bunların tedavisinde multi-omik yaklaşımların önemi tartışılmaktadır.

Meme kanseri

Meme kanseri (BC), tüm dünyada kadınlarda açık ara en yaygın görülen kanserdir. BC genetik yatkınlığını, risk faktörlerini, tanısal tanımlamayı ve tedavileri araştırmak için farklı omics teknikleri kullanılmıştır. BC alt tipleri yeniden tanımlanmış, mutasyonel manzaralar belirlenmiş ve genomik yaklaşımlar kullanılarak BC duyarlılığının bir biyobelirteci olarak tek nükleotid polimorfizmleri (SNP'ler) tanımlanmıştır [12]. BC sürücü mutasyonları, tümör çeşitliliği ve metastatik hastalığıdaki potansiyel terapötik yaklaşımların tümü NGS sayesinde keşfedilmiştir. Öte yandan, doğru genomik analiz, hem maliyet hem de zaman gerektiren yüksek sayıda dizi okuması gerektirir. Bu çalışmalar, genomik yöntemler kullanılarak BC tedavisinde devrim yaratma potansiyeline işaret etmektedir [13]. Mikrodiziler, transkriptomiklerde önceden tanımlanmış dizileri değerlendirmek için kullanılırken, RNA dizilimi (RNA-Seq), tüm dizileri elde etmek için yüksek verimli dizileme kullanarak bir transkriptomun miktarını ölçmek için kullanılır [14]. Bu yöntemler, hücre çizgilerindeki ve hastadan türetilmiş örneklerdeki BC moleküler alt kümelerini kategorize etmek, birincil BC ile metastazlarını ilişkilendirmek ve 3 boyutlu kültürde BC hücrelerinin morfolojik yönlerini görselleştirmek için kullanılmıştır [15]. Ayrıca transkriptomik, hem normal hem de BC dokusundaki bağışıklık hücresinin karakterizasyonuna izin verir, böylece immünoterapötik stratejileri bilgilendirmek için bir yöntem sunar [16]. Ancak transkriptomik, protein ekspresyonu, translasyon sonrası modifikasyonlar veya aktivasyon durumu hakkında bilgi sağlamadığından yeni terapötik hedeflerin bulunmasında proteomiklerden daha az öğreticidir. Tek hücre izlemedeki son gelişmeler, BC araştırmalarında yeni seviyelere ulaşabilir ve araştırmacıların yeni itici güçleri, teşhisleri ve terapötik hedefleri keşfetmesine olanak tanıyabilir [17]. Hücre çizgilerini analiz etmek ve farklı BC sınıflandırma seviyelerini ortaya çıkarmak için MS bazlı proteomik uygulanmıştır [18]. Son zamanlarda, MS bazlı proteomikler, bir tümör içindeki hücre tiplerini ve immünolojik infiltrasyonu tespit etmek için BC araştırmalarında kullanılmıştır [19]. Ancak antikörlerin mevcudiyeti bu prosedürü sınırlandırmaktadır. Transkriptomiklere benzer şekilde, fosfoproteomikler taze dondurulmuş dokunun mevcudiyeti ile sınırlıdır ve FFPE'nin korunması fosfoproteomu önemli ölçüde değiştirir. Son olarak, BC'nin çeşitli aşamalarındaki hastaların proteom ve fosfoproteomunun incelenmesi, ideal olarak sıvı biyopsileriyle başlaması gereken hedefe yönelik tedaviler için biyobelirteçlerin tanımlanmasına yardımcı olacaktır. Gelecekte, tedavi planını ayarlamak amacıyla proteomlarındaki değişiklikleri inceleyerek hastanın tedaviye tepkisini izlemek için proteomik kullanılabilir. Metabolomik, BC hücrelerinde metabolik değişiklikleri hücre proliferasyon hızıyla karşılaştırmak için, tümör alt gruplarını düzenlemek için, BC hücrelerindeki lipid profilini incelemek ve besinleri BC riskiyle ilişkilendirmek için kullanıldı [20]. Bu yöntem, BC tanısı için metabolik duruma özgü belirteçlerin keşfinin yolunu açmaya yeni başlamıştır. Sonuç olarak metabolomik, BC'nin ilerlemesi ve tedavisinin yanı sıra metabolik, epigenetik ve proteomik değişiklikler arasındaki ilişki hakkında daha fazla bilgi sağlayacaktır.

Kolorektal kanser

Kolorektal kanser (CRC), dünya çapında en sık görülen üçüncü kanserdir ve yılda yarım milyon ölüme neden olur. CRC tespiti ve tedavisi için daha yeni teknolojilerle birlikte mekanik çalışmalar oluşturulmuştur. Genomik, transkriptomik, proteomik ve metabolomik dahil

teknolojiler, rektum ve kolonda üretilen DNA belirteçlerini, RNA transkriptlerini, protein ve metabolitleri aydınlatır [21]. Transkriptomik, araştırmacılara çeşitli zamanlarda ve çeşitli koşullar altında çeşitli organlardaki RNA bolluğuna benzeri görülmemiş bir erişim sağlar. Biyoenformatik araçları, RNA dizilimi gibi son zamanlardaki ileri teknolojiler tarafından üretilen verileri inceler. MRNA'lar, mikro RNA (miRNA), uzun kodlamayan RNA (lncRNA) ve dairesel RNA (cirRNA) dahil olmak üzere çeşitli RNA türlerinin kolorektal kanserde (CRC) değiştirilmiş konsantrasyonlarda rapor edildiği ve dolayısıyla bunların CRC biyobelirteçleri olarak aday olduklarını göstermektedir [22]. Bununla birlikte, proteinlerin oluşumuna katılmayan kodlamayan RNA'ların sayısı çok az olduğundan, RNA profili oluşturmayla oluşturulan transkriptomik veriler, protein miktarına eşit değildir. Yüksek verimli bir yöntem olan proteomik, bir organizmanın toplam proteinindeki belirli bir proteinin, o andaki hücre/doku fonksiyonel durumuna karşılık gelen seviyesini belirleyebilir. İzotopik kodlu afinite etiketleme-MS (ICAT-MS), bağıl ve mutlak kantitasyon için izobarik etiketler-MS (iTRAQMS), sıvı kromatografi-kütle spektrometrisi (LC-MS) ve seçici reaksiyon izleme/çoklu reaksiyon izleme-MS (SRM/MRM- MS) hepsi proteinleri tanımlamak ve karakterize etmek için kullanılır. Proteomik verilerini değerlendirmek için GO ontoloji analizi, Evrimsel İlişkiler Yoluyla Protein Analizi (PANTHER), yapay sinir ağı ve destek vektör makinesi gibi teknolojiler sıklıkla kullanılmaktadır. CRC ile ilişkili epigenetik ve translasyon sonrası değişikliklere ilişkin bilgiler proteomiklerle ortaya çıkarılabilir. Biyobelirteçler, hem teşhis hem de tedavi amaçlı olarak kullanılabilen sağlıklı ve KRK hastalarındaki proteinleri ayırt etmeye yardımcı olabilir.

Karaciğer kanseri

Dünyanın birçok yerinde karaciğer kanseri, kansere bağlı ölümlerin önemli bir nedenidir. Erken teşhis ve gözetim, potansiyel olarak iyileştirici bir tedavi şansını artırır [23]. Karaciğer kanseri, 2025 yılına kadar yıllık 1 milyondan fazla vakanın beklenen insidansı ile küresel bir sağlık sorunu olmaya devam etmektedir [24]. Şimdiye kadar hepatoselüler karsinom (HCC) hastalarında hiçbir mutasyon hedeflenmemiştir ve karaciğer kanseri için yalnızca daha az sayıda etkili tedavi mevcuttur. HCC dahil çoğu kanser türünde mevcut tedavilerin etkisiz olmasının ana nedeni intratümöral heterojenitedir. Bu nedenle, karaciğer kanserinin bireyselleştirilmiş tanısı ve tedavisi için, etkili prognostik moleküler belirtecin tanımlanmasıyla birlikte HCC mekanizmasının aydınlatılması gerekmektedir. Yakın zamanda yapılan bir çalışmada, karaciğer kanseri olan hastaların sağkalımını güçlü bir şekilde tahmin etmek için TCGA'dan RNA-seq, miRNA-seq ve metilasyon verilerini entegre eden bir derin öğrenme çoklu omik modeli rapor edilmiştir [25]. Karaciğer kanseri hastalarında biyobelirteçleri tanımlamak için yapılan yol analizi, hastaların hayatta kalma oranlarındaki farklılıklarla birlikte orta ve agresif risk gruplarına etkili bir şekilde sınıflandırılmasına yol açmıştır [26].

Sonuç

Kanser araştırmalarında multi-omik çalışmaların sonuçları ve önerileri, hastalığın daha iyi anlaşılmasına ve daha etkili teşhis ve tedavi stratejilerinin geliştirilmesine katkıda bulunacak önemli bir rol oynamaktadır. Multi-omik yaklaşımlar, genetik, transkriptomik, proteomik,

epigenetik ve metabolomik verileri birleştirerek kanser biyolojisini daha ayrıntılı ve kapsamlı bir şekilde inceleme fırsatı sunar. Bu yaklaşımlar, kanserin altında yatan moleküler mekanizmaları ve genetik değişiklikleri daha iyi anlamamıza yardımcı olur. Bu çalışmaların sonuçları, kanserli hücrelerin ve dokuların moleküler profillerini belirlememize ve hastalığın alt türlerini daha iyi tanımlamamıza olanak tanır. Multi-omik çalışmaların sonuçları aynı zamanda kişiselleştirilmiş tıp yaklaşımlarını destekler. Her hastanın kanseri farklı olabilir ve multi-omik veriler, hastaların genetik, moleküler ve metabolik özelliklerine dayalı olarak özelleştirilmiş tedavi stratejilerinin geliştirilmesine yardımcı olabilir. Bu, hasta odaklı tıbbın önemli bir adımıdır ve yan etkileri en aza indirmek ve tedavi başarısını artırmak için büyük potansiyele sahiptir. Ayrıca, multi-omik çalışmaların kanserin erken teşhisi ve prognostik değerlendirmeleri için önemli bir rol oynayabileceğine dikkat çekmek önemlidir. Kanserinin erken aşamalarında tespit edilmesi, daha etkili tedavi şansları sunabilir. Multi-omik veriler, hastaların kanser riskini daha iyi anlamamıza ve kişiselleştirilmiş tarama stratejileri geliştirmemize yardımcı olabilir.

KAYNAKÇA

1. B. Klopfer, "Psychological variables in human cancer," in *Personality Assessment in America*, ed: Routledge, 2019, pp. 58-67.
2. W. C. Cho, "Omics approaches in cancer research," *An omics perspective on cancer research*, pp. 1-9, 2010.
3. B. C. Yoo, K.-H. Kim, S. M. Woo, and J. K. Myung, "Clinical multi-omics strategies for the effective cancer management," *Journal of proteomics*, vol. 188, pp. 97-106, 2018.
4. Coulouarn C. Artificial intelligence and omics in cancer. *Artif Intell Cancer* 2020;1:1–7.
5. Cho, W. C. (2010). Omics approaches in cancer research. An omics perspective on cancer research, 1-9. Sayama H. Introduction to the Modeling and Analysis of Complex Systems. Geneseo, NY: Milne Open SUNY Textbooks, 2015.
6. Davies MA, Samuels Y. Analysis of the genome to personalize therapy for melanoma. *Oncogene* 2010;29:5545–55.
7. Subramanian I, Verma S, Kumar S, et al. Multi-omics data integration, interpretation, and its application. *Bioinform Biol Insights* 2020;14:117793221989905.
8. Vucic EA, Thu KL, Robison K, et al. Translating cancer ‘omics’ to improved outcomes. *Genome Res* 2012;22:188–95.
9. Verhaak RG, Hoadley KA, Purdom E, et al. Integrated genomic analysis identifies clinically relevant subtypes of glioblastoma characterized by abnormalities in PDGFRA, IDH, EGFR, and NF1. *Cancer Cell* 2010;17:98–110.
10. Hamamoto R, Komatsu M, Takasawa K, et al. Epigenetics analysis and integrated analysis of multiomics data, including epigenetic data, using artificial intelligence in the era of precision medicine. *Biomolecules* 2019;10:62.
11. Haddad CF. Hereditary breast cancer: review and current approach. *Age* 2020;46:50.
12. Kus T, Aktas G, Kalender ME, et al. Polymorphism of CYP3A4 and ABCB1 genes increase the risk of neuropathy in breast cancer patients treated with paclitaxel and docetaxel. *Oncol Targets Ther* 2016;9:5073–80.
13. Curtis C, Shah SP, Chin SF, et al. The genomic and transcriptomic architecture of 2,000 breast tumours reveals novel subgroups. *Nature* 2012;486:346–52.

14. Bergom C, West CM, Higginson DS, et al. The implications of genetic testing on radiotherapy decisions: a guide for radiation oncologists. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2019;105:698–712.
15. Jiang YZ, Ma D, Suo C, et al. Genomic and transcriptomic landscape of triple-negative breast cancers: subtypes and treatment strategies. *Cancer Cell* 2019;35:428.
16. Varelija D, Priedigkeit N, Fagan A, et al. Transcriptome characterization of matched primary breast and brain metastatic tumors to detect novel actionable targets. *J Natl Cancer Inst* 2018;111:388–98.
17. Chung W, Eum HH, Lee HO, et al. Single-cell RNA-seq enables comprehensive tumour and immune cell profiling in primary breast cancer. *Nat Commun* 2017;8:15081.
18. Hong SP, Chan TE, Lombardo Y, et al. Single-cell transcriptomics reveals multi-step adaptations to endocrine therapy. *Nat Commun* 2019;10:3840.
19. Huang FK, Zhang G, Lawlor K, et al. Deep coverage of global protein expression and phosphorylation in breast tumor cell lines using TMT 10-plex isobaric labeling. *J Proteome Res* 2017;16: 1121–32.
20. Jerby L, Wolf L, Denkert C, et al. Metabolic associations of reduced proliferation and oxidative stress in advanced breast cancer. *Cancer Res* 2012;72:5712–20.
21. Haukaas TH, Euceda LR, Giskeodegard GF, et al. Metabolic clusters of breast cancer in relation to gene- and protein expression subtypes. *Cancer Metab* 2016;4:12.
22. Dalal N, Jalandra R, Sharma M, et al. Omics technologies for improved diagnosis and treatment of colorectal cancer: technical advancement and major perspectives. *Biomed Pharmacother* 2020;131:110648.
23. Yang S, Sun Z, Zhou Q, et al. MicroRNAs, long noncoding RNAs, and circular RNAs: potential tumor biomarkers and targets for colorectal cancer. *CMAR* 2018;10:2249–57.
24. Llovet JM, Montal R, Sia D, et al. Molecular therapies and precision medicine for hepatocellular carcinoma. *Nat Rev Clin Oncol* 2018;15:599–616.
25. Liu Z, Lin Y, Gao X, et al. Construction of a comprehensive multiomics map of hepatocellular carcinoma and screening of possible driver genes. *Front Genet* 2020;11:634.
26. Chaudhary K, Poirion OB, Lu L, et al. Deep learning-based multiomics integration robustly predicts survival in liver cancer. *Clin Cancer Res* 2018;24:1248–59.

VÜCUT KOMPOZİSYONU VE İZOMETRİK KUVVET İLİŞKİSİ: SEDANTER YETİŞKİN BİREYLERE YÖNELİK BİR DEĞERLENDİRME

Doç. Dr. UMUT CANLI¹

¹ Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, 0000-0001-8603-3492

ÖZET

Kuvvet ve vücut kompozisyonu tüm popülasyonlarda en önemli fiziksel uygunluk unsurları olarak kabul edilmektedir. Kuvvet düzeyi yaş düzeyi artışı ile beraber düşüş eğilimi gösterirken, vücut kompozisyonun da özellikle sedanter bir yaşam tarzı ile değişiklikler meydana gelmektedir. Araştırmada sedanter yetişkin bireylerin izometrik kuvvet düzeyleri ile vücut kompozisyon değerleri arasındaki ilişkinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmaya gönüllü olarak (erkek = 67; kadın = 53) toplam 120 yetişkin birey katılmıştır. Katılımcıların vücut kompozisyonuna ait değerler biyoelektriksel impedans analizi (BİA) cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Katılımcıların izometrik kas kuvvetini belirlemek için (Lafayette Manual Muscle Test System, Model 01165) ekipman kullanılmıştır. Bu sistemi, kas gücünü objektif olarak ölçmek için kullanılan ergonomik bir elde tutulan cihazdır. Değişkenler arasında ilişkinin belirlenmesinde Pearson Sıra Korelasyon analizinden yararlanılmıştır. Katılımcıların omuz fleksiyon, ekstansiyon, abduksiyon, addüksiyon izometrik kuvvet değerleri ile kas kütlesi değerleri arasında pozitif yönlü iyi düzeyde ilişkiler olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Aynı şekilde kalça ve diz fleksiyon ve ekstansiyon izometrik kuvvet değerleri ile kas kütlesi arasında pozitif yönlü orta ve iyi düzeyde ilişkiler olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Aynı zamanda alt ve üst ekstremitayı temsil eden izometrik kuvvet parametrelerinin vücut yağ yüzdesi ile negatif yönlü orta düzeyde zayıf ilişkiler olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak, araştırmadan elde edilen bulguların literatürde bulunan çalışma sonuçları ile benzerlik gösterdiği, sedanter yaşam tarzına sahip bireylerin de kuvvet ve vücut kompozisyonu parametreleri arasındaki ilişkilerin beklenen değerler ile benzer olduğu ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Kuvvet, vücut yağı, kas kütlesi

1. GİRİŞ

Bilinmesi gereken bir diğer önemli konu, düşük ve azalan kas gücünün, fiziksel aktivite ve kas kütlesi ile bağımsız olarak artan ölüm riski ile ilişkilendirildiğidir (Metter ve ark., 2002). Yaşlanmanın kas gücünde önemli bir azalmaya neden olduğu iyi bilinmektedir (Larsson ve Karlsson, 1978). Yaşlanma, vücut kompozisyonunda değişikliklerle ilişkilidir; vücut yağ

yüzdesinde artış ve aynı anda kas kütlelerinde azalma görülür (Young, Stokes ve Crowe, 1984). Bu nedenle yaşlanma, vücut kompozisyonunda önemli değişikliklere neden olur ve iskelet kas kütlelerinde belirgin bir azalma meydana gelir. Kas gücünün kaybı, kemik sağlığındaki yaşa bağlı kaybın bir nedeni olabilir ve aynı zamanda sandalyeye oturma veya tuvalete gitme gibi basit görevleri yerine getirme yeteneğini etkileyebilir (Rantanen ve ark., 1999). Daha önce 20-79 yaşları arasındaki kişilerin kas gücünü değerlendirilmiş ve yaşa bağlı kas gücü değişikliklerinin olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, obeziteye sahip kişilerde vücut ağırlığına göre düşük bacak kuvvetinin temel bir özellik olduğu belirlenmiştir (Miyatake ve ark., 2000). Bu bağlamda, gelecekteki kas gücü kaybını önlemek için ergenlerin kas gücünün değerlendirilmesi önemlidir. Bununla birlikte, kas gücü, özellikle bacak gücü ile antropometrik ve vücut kompozisyon parametreleri arasındaki ilişki hala araştırılmayı beklemektedir. Araştırmada sedanter yetişkin bireylerin izometrik kuvvet düzeyleri ile vücut kompozisyon değerleri arasındaki ilişkinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. METOT

2.1. Araştırmanın Modeli

Araştırma nicel araştırma yöntemlerinden biri olan betimsel yöntem ve nedensel karşılaştırma yöntemi birlikte kullanılmıştır. Betimsel yöntemler, ilgilenilen ve araştırılmak istenen problemin mevcut var olan durumunu ortaya koymaya yöneliktir.

Bu yöntemlerin en temel özelliği, mevcut hâlihazır durumu kendi koşulları içerisinde ve olduğu gibi çalışmaktır. Betimsel araştırma, çalışılan konunun mevcut durumuna ilişkin hipotezler test etmek için veya sorulara cevap bulmak için veriler toplamayı gerektirir. Deneysel olmayan bir araştırma türü olan, araştırmacının iki ya da daha fazla grubu, henüz ortaya çıkmış bir sebep (ya da bağımsız bir değişken) açısından karşılaştırdığı yöntem ise nedensel-karşılaştırma araştırması olarak tanımlanır (Creswell, 2012).

2.2. Araştırma Grubu

Araştırmaya Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesinde görev yapan akademik ve idari personel ile beraber üniversitede eğitim gören toplam 120 katılımcı gönüllü olarak katılmıştır. Araştırmaya dahil edilme kriterleri arasında; düzenli olarak bir fiziksel aktivite programına katılmamak, kardiyolojik ve ortopedik bir hastalığının olmaması gerekmektedir. Araştırmaya dahil edilmeme kriterleri arasında önceki 6 ay içinde kronik ayak bileği instabilitesi ve alt ekstremitte kas-iskelet sistemi yaralanmasının olmasıdır.

2.3. Boy uzunluğu ölçümü

Katılımcıların boy uzunluğu ölçümleri; ayaklar çıplak ve bitişik, dizler düz, topuklar, kalça ve kürek kemikleri cihaza temas edecek şekilde, baş Frankfort düzleminde (göz üçgeni ve kulak kepçesi üstü aynı hizada, yere paralel) olacak şekilde duruş sağlanarak, derin bir nefes alınması sırasında alınmıştır. Boy uzunluğu ölçümünde Mesilife 13539 marka portatif stadiometre kullanılmıştır.

2.4. Vücut kompozisyonu ölçümü

Katılımcıların vücut ağırlığı, vücut yağ yüzdesi ve beden kütle indeksi değerleri biyoelektrik impedans analiz (BİA) cihazı kullanılarak belirlenmiştir. BİA cihazı; 8 elektrotlu, 50 kHz sabit akımla (hand to hand, foot to foot) çalışan, 5 ayrı akım dalgası ile beş ayrı bölge için (sağ ve sol kol, sağ ve sol bacak, gövde) yağ oranı, kas kütle ve yağsız kütle değerlerini ölçen bir

cihazdır. Ölçümler, BİA cihazının çalışma prensipleri dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir (Sarıtaş ve ark., 2011). Ölçümlerde, Tanita Fast marka BİA cihazı kullanılmıştır.

2.5. İzometrik Kas Kuvveti Ölçüm Protokolü

Katılımcıların izometrik kas kuvvetini belirlemek için (Lafayette Manual Muscle Test System, Model 01165) ekipmanı kullanılmıştır. Lafayette Manuel Kas Test Cihazı (MMT) Sistemi, kas gücünü objektif olarak ölçmek için kullanılan ergonomik bir elde tutulan cihazdır. Test, klinisyenin hastanın uzuvlarına kuvvet uygulamasıyla gerçekleştirilir. Testin amacı, klinisyenin hastanın direncini yenmesi veya "kırmasıdır". MMT, güvenilir, doğru ve kararlı kas gücü okumaları sağlayarak "kırılma" elde etmek için gereken tepe kuvveti ve zamanı kaydeder. MMT ayrıca veri depolama, önceden ayarlanmış test süreleri ve uygulanacak kuvvet eşikleri gibi çok çeşitli seçeneklere izin veren etkileşimli menülere sahiptir. Ergonomik tasarımı, manuel kas testi protokollerine kolayca uyum sağlarken hem hasta hem de test cihazı konforu sağlar (Lafayette Manual Muscle Test System User, Instructions, 2023).

Manuel kas testi (MMT), tıp, osteopatik, kayropratik, fizik tedavi, rehabilitasyon, nörolojik ve atletik eğitim uzmanları tarafından sağlık hizmetlerinde çeşitli amaçlar için kullanılır ve klinik açıdan faydalı bir araçtır (Cuthbert ve Goodheart, 2007; Haas ve diğ., 2007; Conable ve Rosner, 2011). Kas gücü, en temel fiziksel unsurlardan biridir. Günlük fiziksel aktivitelerde ve sporcuların atletik performansında hareketi oluşturma ve yürütme kalitesi ile ilişkilidir. Güç seviyelerini ölçmek ve sınıflandırmak, fiziksel egzersiz reçetesi ve tedavisinde karar vermek için çok önemlidir (Wikholm ve Bohannon, 1991; Drummond ve Soares, 2016).

2.6. İstatistiksel Analiz

Araştırmada elde edilen veriler SPSS 18.0 programına aktarılarak ve analizler bu istatistik programı kullanılarak yapılmıştır. Verilerin analizinde araştırma grubunun özelliklerinin tanımlanması için tanımlayıcı istatistikler (ortalama, standart sapma, medyan, min-maks değer, oran, frekans vb.) kullanılacak, grafik ve tablolar yardımıyla ifade edilmiştir. Değişkenlerin karşılaştırmalarına geçilmeden önce normallik ve homojenlik varsayımların karşılanıp karşılanmadığı incelenmiştir (Tabachnick ve Fidell, 2001). Ölçümsel değişkenler arasındaki ilişkiler için Pearson korelasyon analizi kullanılmıştır. İstatistiksel olarak $p < 0,05$ değeri anlamlı kabul edilmiştir.

3. BULGULAR

Çizelge 1. Katılımcıların yaş ve cinsiyetlerine ait tanımlayıcı veriler

Değişkenler	Ortalama	Ss
Yaş (yıl)	34.62	11.82
Cinsiyet	f	%
Erkek	67	55.8
Kadın	53	44.2

Katılımcıların yaş düzeylerine ilişkin ortalama ve standart sapma değerleri ve cinsiyete ilişkin frekans ve yüzdeler Çizelge 1’de detaylı olarak gösterilmiştir.

Çizelge 2. Katılımcıların izometrik kuvvet değerlerine ait tanımlayıcı veriler

Değişkenler	Ortalama	Ss
Shoulder flexion (peak)	20.87	7.96
Shoulder extension (peak)	16.38	6.20
Shoulder abduction (peak)	18.45	6.74
Shoulder adduction (peak)	15.72	5.67
Hip flexion (peak)	23.65	8.07
Hip extension (peak)	23.93	9.48
Hip abduction (peak)	26.24	9.11
Hip adduction (peak)	17.45	6.84
Knee flexion (peak)	17.22	6.74
Knee extension (peak)	20.23	6.48

Çizelge 3. Katılımcıların izometrik ve vücut kompozisyonu değerlerine ait ilişkisel veriler

Değişkenler		BKİ	Vücut yağ %	Kas kütlesi
Shoulder fleksiyon	r	0.110	-0.410**	0.776**
	p	0.233	0.000	0.000
Shoulder ekstansiyon	r	-0.014	-0.495**	0.696**
	p	0.877	0.000	0.000
Shoulder abdüksiyon	r	0.149	-0.365**	0.772**
	p	0.105	0.000	0.000

Shoulder addüksiyon	r	0.043	-0.399**	0.713**
	p	0.645	0.000	0.000
Hip fleksiyon	r	0.008	-0.459**	0.698**
	p	0.935	0.000	0.000
Hip ekstansiyon	r	-0.193*	-0.602**	0.545**
	p	0.034	0.000	0.000
Hip abdüksiyon	r	0.011	-0.385**	0.545**
	p	0.908	0.000	0.000
Hip addüksiyon	r	-0.107	-0.456**	0.478**
	p	0.244	0.000	0.000
Knee fleksiyon	r	-0.062	-0.494**	0.675**
	p	0.504	0.000	0.000
Knee ekstansiyon	r	0.107	-0.347**	0.680**
	p	0.245	0.000	0.000

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Jurimae ve ark. (2009) kavrama gücü için temel antropometrik değişkenler arasında en önemli tahmin edici değerin vücut boyu olduğunu bildirmişlerdir ve deri katı kalınlıklarının kavrama gücü ile ilişkili olmadığını belirtmişlerdir. Ayrıca, el yüzey kas kütlelerinin erkeklerde el kavrama gücünü yüksek derecede etkilediğini ve kızlarda ise orta derecede ama anlamlı bir etkisi olduğunu rapor etmişlerdir. Koley ve ark. (2009), özellikle sağ elin el hakimiyetinin, 303 sağlıklı öğrencide üst ekstremitelerle ilgili antropometrik değişkenlerle yakın ilişkili olduğunu göstermişlerdir (erkeklerde boy: $r = 0.275$, kadınlarda boy: $r = 0.200$) [13]. Luna-Heredia ve ark. (2005), vücut boyunun kavrama gücü ile doğrudan ilişkili olduğunu açıklamışlardır, muhtemelen bu faktörün ince vücut kütlesi ile daha yakından ilişkili olmasından dolayı kaynaklanmaktadır (Kigawa ve ark., 1987).

Miyateke ve ark. (2012), boyun ve ince vücut kütlelerinin özellikle erkeklerde kavrama ve bacak kuvveti için önemli faktörler olduğunu belirlemiştir. Ancak, vücut ağırlığına göre bacak kuvveti, vücut yağ yüzdesi ile negatif bir ilişki göstermiştir. Bu nedenle, vücut ağırlığına göre daha düşük bacak kuvvetine sahip Japon ergenlerin tüm vücut ağırlığını desteklemesi zor olabilir; ayrıca, vücut ağırlığına göre daha düşük bacak kuvvetine sahip olan bireylerin yürüme ve koşma gibi aerobik egzersizleri gerçekleştirilmesi de zor olabilir.

Aerobik egzersizin yağ kütlelerini azaltmak ve aerobik egzersiz seviyesini artırmak için en uygun olanı olarak önerilmesine rağmen, vücut ağırlığına göre daha düşük bacak kuvvetine sahip bireyler için Japon ergenlerinde yağ kütlelerini azaltmak ve aerobik egzersiz seviyesini artırmak amacıyla aerobik egzersiz yapmanın yanı sıra alt ekstremita kas kuvvetini korumak veya en üst düzeye çıkarmanın önemli olduğu ifade edilmiştir.

KAYNAKÇA

Metter, E.J., Talbot, L.A., Schrager, M. and Conwit R. (2002) Skeletal muscle strength as a predictor of all-cause mortality in healthy men. *The Journals of Gerontology: Series A*, 57, B359-B365. [Citation Time(s):1]

Larsson, L. and Karlsson, J. (1978) Isometric and dynamic endurance as a function of age and skeletal muscle characteristics. *Acta Physiologica Scandinavica*, 104, 129- 136. doi:10.1111/j.1748-1716.1978.tb06259.x

Young, A., Stokes, M. and Crowe, M. (1984) Size and strength of the quadriceps muscles of old and young women. *European Journal of Clinical Investigation*, 14, 282-287. doi:10.1111/j.1365-2362.1984.tb01182.x

Rogers, M.A. and Evans, W.J. (1993) Changes in skeletal muscle with aging: Effects of exercise training. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 21, 65-102. doi:10.1249/00003677-199301000-00003 [Citation Time(s):1]

Rantanen, T., Guralnik, J.M., Sakari-Rantala, R., Leveille, S., Simonsick, E.M., Ling, S. and Fried, L.P. (1999) Disability, physical activity, and muscle strength in older women: The women's health aging study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 80, 130-135. doi:10.1016/S0003-9993(99)90109-0 [Citation Time(s):1]

Miyatake, N., Fujii, M., Nishikawa, H., Wada, J., Shikata, K., Makino, H. and Kimura, I. (2000) Clinical evaluation of muscle strength in 20-79-years-old obese Japanese. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 48, 15-21. doi:10.1016/S0168-8227(99)00132-1 [Citation Time(s):1]

(2005) Definition and the diagnostic standard for metabolic syndrome—Committee to Evaluate Diagnostic Standards for Metabolic Syndrome. In Japanese. *Nippon Naika Gakkai Zasshi*, 94, 794-809. doi:10.2169/naika.94.794 [Citation Time(s):1]

Miyatake, N., Nonaka, K. and Fujii M. (1999) A new air displacement plethysmograph for the determination of Japanese body composition. *Diabetes, Obesity and Metabolism*, 1, 347-351. doi:10.1046/j.1463-1326.1999.00064.x

Mccrory, M.A., Gomez, T.D., Bernauer, E.M. and Mole, P.A. (1995) Evaluation of a new air displacement plethysmograph for measuring human body composition. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 27, 1686-1691. doi:10.1249/00005768-199512000-00016

Miyatake, N., Wada, J., Nishikawa, H., Saito, T., Takenami, S., Miyachi, M., Makino, H. and Numata, T. (2007) Comparison of muscle strength between Japanese men with and without metabolic syndrome. *Acta Med Okayama*, 66, 99-102.

Kigawa, A., Yamamoto, T., Koyama, Y., Kageyama, S. and Arima, K. (1987) Evaluation of knee extensor strength for prevention of sports injury. In Japanese, *Japanese Orthopaedic Society of Sports Medicine*, 6, 141-145. [Citation Time(s):2]

Jurimae, T., Hurbo, T. and Jurimae, J. (2009) Relationship of handgrip strength with anthropometric and body composition variables in prepubertal children. *Homo*, 60, 225- 238. doi:10.1016/j.jchb.2008.05.004 [Citation Time(s):2]

Koley, S. and Singh, A.P. (2009) An association of dominant hand grip strength with some anthropometric variables in Indian collegiate population. *Anthropologischer Anzeiger*, 67, 21-28. doi:10.1127/0003-5548/2009/0003 [Citation Time(s):1]

Luna-Heredia, E., Martin-Pena, G. and Ruiz-Galiana, J. (2005) Handgrip dynamometer in healthy adults. *Clinical Nutrition*, 24, 250-258. doi:10.1016/j.clnu.2004.10.007 [Citation Time(s):1]

SEDANTER POPÜLASYONDA EKLEM HAREKET AÇIKLIĞI VE VÜCUT KOMPOZİSYONU ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ

Doç. Dr. UMUT CANLI¹

¹ Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, 0000-0001-8603-3492

ÖZET

Eklem hareket açıklığı ile ilişkili esneklik ve mobilizasyon yaş düzeyinin artışı ile birlikte azalmaktadır. Bu fizyolojik sürecin hızı ve etkisinin en aza indirilmesindeki en önemli strateji doğru planlanmış bir egzersiz rutini içerisinde yer almaktadır. Bu noktada, vücut kompozisyonu ve eklem hareket açıklığının geliştirilmesinde belirtilen değişkenlerin birbirleri ilişkisinin ortaya konması kaliteli egzersiz programlarının tasarlanmasına katkı sağlayacaktır. Araştırmada sedanter yetişkin bireylerin eklem hareket açıklığı düzeyleri ile vücut kompozisyon değerleri arasındaki ilişkinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmaya gönüllü olarak (erkek = 67; kadın = 53) toplam 120 yetişkin birey katılmıştır. Katılımcıların vücut kompozisyonuna ait değerler biyoelektriksel impedans analizi (BİA) cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Katılımcıların eklem hareket açıklıklarını ölçmek için Dualer IQ Pro Eğimölçer (J-TECH Medical, Salt Lake City, UK, USA) ekipmanı kullanılmıştır. Dualer İQ Pro Dijital İnklinometre ile çift sensörlü ölçüm sayesinde kolay ve güvenilir veri toplanarak eklem hareket açıklığı değerlendirilmesi yapılabilmektedir. Katılımcıların tanımlayıcı verilerinin ortaya konmasında ortalama ve standart sapma değerleri ile frekans ve yüzdelik değerleri kullanılmıştır. Değişkenler arasında ilişkinin belirlenmesinde Pearson Sıra Korelasyon analizinden yararlanılmıştır. Katılımcıların omuz fleksiyon, omuz ekstansiyon, diz fleksiyon, kalça fleksiyon ve kalça addüksiyon eklem hareket açıklığı ile yağ yüzdesi değerleri arasında negatif yönlü ilişkilerin olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Aynı zamanda, omuz ekstansiyon, diz fleksiyon, kalça fleksiyon, kalça abdüksiyon ve addüksiyon eklem hareket açıklığının beden kütle indeksi değeri ile negatif yönlü ilişkilerin olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak, vücut yağ yüzdesindeki artışın eklem hareket açıklığında sınırlamalara neden olabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Esneklik, vücut yağı, kas kütlesi

1. GİRİŞ

Eklem hareket açıklığı (EHA) vücut eklemine mevcut belirli bölümler arasında bir hareket ölçüsünü ifade etmektedir (Park, 2010). Statik ve dinamik, pasif ve aktif insan hareketlerinde

eklem hareket açıklığının ölçümü, eklem işlevini incelemek, eklemi tespit etmek için fizyoterapistler ve bazı kuvvet ve kondisyon antrenörleri tarafından yaygın olarak gerçekleştirilen kas-iskelet değerlendirmelerinde temel bir beceridir (Keogh, 2019).

Bir eklemdeki hareket açıklığının değerlendirilmesi, ortopedik cerrahlar ve fizyoterapistler tarafından tedavi ve eklem iyileşmesinin seyrini belirlemek için kullanılan yöntemler arasındadır (Ndou, 2018). Kardiyorespiratuar, direnç, esneklik ve nöromotor egzersiz uygulamalarını içeren düzenli egzersiz programları günlük yaşam aktivitelerinin yerine getirilmesinin ötesinde fiziksel zindeliği ve sağlığı iyileştirmek ve sürdürülebilmek adına çoğu yetişkin için gereklidir. Benzer şekilde eklem hareket açıklığını korumak için de her bir ana kas-tendon grubu için esneklik egzersizlerinin hafta da 2 gün ve üzerinde yapılması büyük bir öneme sahiptir (Garber, 2011). Çünkü EHA insan sağlığı açısından önemli bileşenlerden bir tanesidir. EHA egzersizleri; uygulandıkları eklem esnekliğini ve hareketliliğini korumayı amaçlayan aktivitelerdir. Kendine güveni artırma, yaşam kalitesini geliştirme, eklem esnekliğini artırma ve kaygı düzeyini azaltma gibi yararları da bulunmaktadır (Tseng, 2007).

Bir çalışmada gövde EHA açısından, gövde fleksiyonu, ekstansiyonu ve rotasyonlarının hafif ve orta dereceli parkinson hastalarında yaşam kalitesi ile ilişkili olduğu tespit edilmiştir (Cano-de-la-Cuerda, 2020). Özellikle, yaşlı insanlarda ayak bileği eklem hareket açıklığının artırılması için fiziksel terapiler gibi programların uygulanmasının onların yaşam kalitelerini arttırmak adına dengelerini korumak ve geliştirmek için faydalı olacağı belirtilmektedir (Lee, 2012). EHA, performansın ve hareket genişliğinin artırılmasının yanı sıra yaralanmaların önlenmesinde de önemlidir (Marek, 2005; Bieze, 2006). Bu noktada, EHA hem yaşam kalitesi hem de genel sağlık açısından önemli bir yere sahiptir. Günlük aktivitelerin arzu edilen seviyede, tatminkâr bir şekilde yapılabilmesi için EHA olmazsa olmaz bir bileşendir. İnsanların günlük yaşam aktivitelerinin ötesinde ise eklem hareket açıklığının sportif performans ile olan etkileşiminin de dikkate değer bir öneme sahip olabileceği aşikardır. Bu sebeple eklem hareket açıklığının iyileştirilmesi gerek sağlık gerek performans açısından önem arz etmektedir. Bu noktada, EHA'yı etkileyebilecek birçok faktörü dışında özellikle EHA'nın geliştirilmesi sürecinde vücut kompozisyonu ve EHA ilişkisinin ortaya konulması önemli görülmektedir.

2. METOT

2.1. Araştırmanın Modeli

Araştırma nicel araştırma yöntemlerinden biri olan betimsel yöntem ve nedensel karşılaştırma yöntemi birlikte kullanılmıştır. Betimsel yöntemler, ilgilenilen ve araştırılmak istenen problemin mevcut var olan durumunu ortaya koymaya yöneliktir.

Bu yöntemlerin en temel özelliği, mevcut hâlihazır durumu kendi koşulları içerisinde ve olduğu gibi çalışmaktır. Betimsel araştırma, çalışılan konunun mevcut durumuna ilişkin hipotezler test etmek için veya sorulara cevap bulmak için veriler toplamayı gerektirir. Deneysel olmayan bir araştırma türü olan, araştırmacının iki ya da daha fazla grubu, henüz ortaya çıkmış bir sebep (ya da bağımsız bir değişken) açısından karşılaştırdığı yöntem ise nedensel-karşılaştırma araştırması olarak tanımlanır (Creswell, 2012).

2.2. Araştırma Grubu

Araştırmaya Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesinde görev yapan akademik ve idari personel ile beraber üniversitede eğitim gören toplam 120 katılımcı gönüllü olarak katılmıştır.

Araştırmaya dahil edilme kriterleri arasında; düzenli olarak bir fiziksel aktivite programına katılmamak, kardiyolojik ve ortopedik bir hastalığının olmaması gerekmektedir. Araştırmaya dahil edilmeme kriterleri arasında önceki 6 ay içinde kronik ayak bileği instabilitesi ve alt ekstremitte kas-iskelet sistemi yaralanmasının olmasıdır.

2.3. Boy uzunluğu ölçümü

Katılımcıların boy uzunluğu ölçümleri; ayaklar çıplak ve bitişik, dizler düz, topuklar, kalça ve kürek kemikleri cihaza temas edecek şekilde, baş Frankfort düzleminde (göz üçgeni ve kulak kepçesi üstü aynı hizada, yere paralel) olacak şekilde duruş sağlanarak, derin bir nefes alınması sırasında alınmıştır. Boy uzunluğu ölçümünde Mesilife 13539 marka portatif stadiometre kullanılmıştır.

2.4. Vücut kompozisyonu ölçümü

Katılımcıların vücut ağırlığı, vücut yağ yüzdesi ve beden kütle indeksi değerleri biyoelektrik impedans analiz (BİA) cihazı kullanılarak belirlenmiştir. BİA cihazı; 8 elektrotlu, 50 kHz sabit akımla (hand to hand, foot to foot) çalışan, 5 ayrı akım dalgası ile beş ayrı bölge için (sağ ve sol kol, sağ ve sol bacak, gövde) yağ oranı, kas kütlesi ve yağsız kütle değerlerini ölçen bir cihazdır. Ölçümler, BİA cihazının çalışma prensipleri dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir (Sarıtaş ve ark., 2011). Ölçümlerde, Tanita Fast marka BİA cihazı kullanılmıştır.

2.5. Eklem Hareket Açıklığı (Range Of Motion) Ölçüm Protokolü

Katılımcıların eklem hareket açıklıklarını ölçmek için Dualer IQ Pro Eğitimölçer (J-TECH Medical, Salt Lake City, UK, USA) ekipmanı kullanılacaktır. Dualer IQ Pro Dijital İnklinometre ile çift sensörlü ölçüm sayesinde kolay ve güvenilir veri toplanarak eklem hareket açıklığı değerlendirilmesi yapılabilmektedir. Cihaz Amerikan Tabipler Birliği (AMA) tarafından önerilmektedir (AMA Guides 5th edition). Klinikte eklem hareket açıklığı ölçümünde kullanılan, hata payı 1 derece olan ve kalibre edilebilen bir cihazdır. Bilgisayar olmadan omurga ve ekstremitte hareket aralıklarını ölçmek için iki uçbaşı arasındaki potansiyel farkı belirler ve bu potansiyel farkı ilgili eklem açısına çevirir. 20 ölçüme kadar sonuçları kaydettiği için, klinisyenlere veri kaybetmeden ölçüm yapma imkanı sunar ve böylece verilere rahat ulaşılır. Klinisyenlerin eklem açısını dinamik çift inklinometre ve statik tek inklinometre (goniometre kullanmaya benzer şekilde) kullanarak değerlendirmelerine olanak tanır. Ölçümler alınmadan önce, kullanım talimatlarındaki adımlar takip edilerek cihaz kalibre edilecektir (Dualer IQ Pro Manual, 2023).

Dijital inklinometre sagittal, frontal, transversal ve rotasyonel dahil olmak üzere her yönde eklem hareket açıklığı ölçmek için kullanılan standart bir yöntem aracı olarak kabul edilir (Reddy, R. S., ve Diğerleri, 2022). Eklem hareket açıklığının belirlenmesi ile hekimler ve fizyoterapistler, kas-iskelet fonksiyonunu teşhis etmek, bir müdahalenin ilerleyişini izlemek, verileri kaydetmek veya gelecekteki takibi yapmak ve uygulanabilir olduğunda, bozulma derecelendirmesi ve sakatlık belirlemeleri için yasal ve yasal gereklilikleri karşılamak için yararlı bir yöntem sağlar (Youdas J.W., ve Diğerleri, 1991). Ayrıca spor bilimcilerin profesyonel sporcularda atletik performanslarının belirlenmesi ve bireysel olarak egzersiz programları hazırlanırken fiziksel performansın belirlenmesinde önemli bir rolü vardır (Özer, 2009; Şentürk, 2022). Normal eklem hareketi ölçümünde en yaygın olan kullanılan kriterlerden biri olan Amerikan Ortopedik Cerrahlar Derneğinin (AAOS) belirlediği ortalama değerler dikkate alınarak ölçümler yapılacaktır. (American Academy of Orthopaedic Surgeons, 1965).

2.6. İstatistiksel Analiz

Araştırmada elde edilen veriler SPSS 18.0 programına aktarılarak ve analizler bu istatistik programı kullanılarak yapılmıştır. Verilerin analizinde araştırma grubunun özelliklerinin tanımlanması için tanımlayıcı istatistikler (ortalama, standart sapma, medyan, min-maks değer, oran, frekans vb.) kullanılacak, grafik ve tablolar yardımıyla ifade edilmiştir. Değişkenlerin karşılaştırmalarına geçilmeden önce normallik ve homojenlik varsayımların karşılanıp karşılanmadığı incelenmiştir (Tabachnick ve Fidell, 2001). Ölçümsel değişkenler arasındaki ilişkiler için Pearson korelasyon analizi kullanılmıştır. İstatistiksel olarak $p < 0,05$ değeri anlamlı kabul edilmiştir.

3. BULGULAR

Çizelge 1. Katılımcıların yaş ve cinsiyetlerine ait tanımlayıcı veriler

Değişkenler	Ortalama	Ss
Yaş (yıl)	34.62	11.82
Cinsiyet	f	%
Erkek	67	55.8
Kadın	53	44.2

Katılımcıların yaş düzeylerine ilişkin ortalama ve standart sapma değerleri ve cinsiyete ilişkin frekans ve yüzdeler Çizelge 1’de detaylı olarak gösterilmiştir.

Çizelge 2. Katılımcıların eklem hareket açıklığı kuvvet değerlerine ait tanımlayıcı veriler

Değişkenler	Ortalama	Ss
Shoulder flexion	170.00	14.09
Shoulder extension	61.80	18.60
Shoulder abduction	174.92	20.50
Shoulder adduction	25.01	14.18
Knee flexion	118.76	17.23
Hip flexion	105.13	30.38
Hip extension	50.02	26.74
Hip abduction	32.20	15.28
Hip adduction	32.85	11.30
Dorsiflexion	27.29	7.06
Plantarflexion	52.86	10.90

Çizelge 3. Katılımcıların eklem hareket açıklığı ve vücut kompozisyonu değerlerine ait ilişkisel veriler

Değişkenler		BKİ	Vücut yağı %	Kas kütlesi
Shoulder fleksiyon	r	-,144	-,269**	,076
	p	,116	,003	,407
Shoulder ekstansiyon	r	-,241**	-,187*	-,104
	p	,008	,041	,259
Shoulder abdüksiyon	r	-,105	-,144	,008
	p	,255	,117	,930
Shoulder addüksiyon	r	-,017	,011	,020
	p	,852	,904	,825
Knee fleksiyon	r	-,484**	-,454**	-,014
	p	,000	,000	,879
Hip fleksiyon	r	-,287**	-,247**	-,147
	p	,001	,007	,110
Hip ekstensiyon	r	-,080	-,150	,165
	p	,387	,102	,071
Hip abdüksiyon	r	-,248**	,041	-,356**
	p	,006	,657	,000
Hip addüksiyon	r	-,475**	-,352**	-,123
	p	,000	,000	,181
Dorsi fleksiyon	r	,039	,028	,082
	p	,675	,765	,376
Plantar fleksiyon	r	-,036	,103	-,279**
	p	,693	,263	,002

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Araştırmada eklem hareket açıklığı ve vücut kompozisyonunu temsil eden parametreler arasındaki ilişkinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

Araştırma bulgularından elde edilen sonuçların yorumlanması aşamasında; alt ve üst ekstremitte uzuvlarının eklem hareket açıklığı değerleri ile genel olarak BKİ ve vücut yağ yüzdesi değerleri arasında düşük ve orta düzeyde negatif yönlü ilişkilerin olduğu ortaya konulmuştur. Katılımcıların kas kütlesi ve eklem hareket açıklığı değerleri arasında ise kalça abdüksiyon ve plantar fleksiyon hariç diğer tüm parametreler arasında bir ilişki belirlenmemiştir. Bu noktada, özellikle vücut yağ yüzdesi artışı ve onla beraber BKİ değerlerinde artışın özellikle sedanter bireylerin eklem hareket açıklıklarını olumsuz yönde etkileyebileceği düşünülmektedir.

Sedanter davranış gösteren bireyler ve sporcu olan bireyler dahil eklem hareket açıklığının gelişimi için kullanılan birçok farklı stratejinin olduğu bilinmektedir. Günümüzde hala optimal

EHA arttırma stratejilerinin neler olduğu ve yeni metotların geliştirilmesine yönelik araştırmalar devam etmektedir. Bu konuda yapılmış olan bir araştırmada kronik bel ağrısı olan hastalara 4 hafta boyunca haftada 3 gün uygulanan core egzersizlerinin ağrıyı azalttığı ve eklem hareket açıklığını arttırdığı ifade edilmiştir (Cho, 2014). Akut olarak uygulanan statik ve dinamik germelerin EHA zerine etkisini inceleyen bir çalışmada ise dinamik germe egzersizlerinin kas kuvvetini azaltmadan EHA arttırmak için statik germelerden daha fazla uygulanabilir olduğu belirtilmektedir (Kimoto, 2015). Bu sonucu destekler nitelikte başka bir araştırmada yine dinamik germe modellerinin yaşlılarda kalça ekstansiyonunu etkili bir şekilde geliştirebileceği ifade edilmiştir (Zhou, 2019). Düzenli olarak uygulanan statik germelerin pre-adölesan cimmastikilerde eklem hareket açıklığında önemli artışlar sağladığı rapor edilmiştir (Donti, 2021). Statik ve dinamik germelerin kombine olarak uygulanmasının da dikey sıçrama, denge ve eklem hareket açıklığında akut olarak önemli artışlar sağladığı bildirilmektedir (Morris, 2013). Akuatik egzersiz terapisinin EHA üzerinde etkisini araştıran bir çalışmada 8 hafta boyunca, haftada 3 gün ve günde 45-60 dk süren egzersizlerin hemofili hastalarının günlük işlevselliklerini ve yaşam kalitelerini arttırmak için eklemlerin kuvvetini ve hareket açıklığını iyileştirmede faydalı bir yöntem olabileceği belirtilmiştir (Kargarfard, 2013).

KAYNAKÇA

Bieze A, Gnacinski M, Rouse A, et al. (2006). Effects of a chronic Pnf stretching program on speed and explosiveness in division 3 collegiate athletes. *J Undergraduate Kin Res*, 2(1):21-25.

Cano-de-la-Cuerda R, Vela-Desojo L, Moreno-Verd M, et al. (2020). Trunk range of motion is related to axial rigidity, functional mobility and quality of life in Parkinson's Disease: an exploratory study. *Sensors*, 20(9): 2482.

Cho HY, Kim EH, Kim J. (2014). Effects of the core exercise program on pain and active range of motion in patients with chronic low back pain. *J Phys Ther Sci*, 26(8):1237-1240

Donti O, Papia K, Toubekis A, et al. (2021). Acute and long-term effects of two different static stretching training protocols on range of motion and vertical jump in preadolescent athletes. *Biology of Sport*, 38(4): 579-586.

Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, et al. (2011). American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc*, 43(7):1334-1359

Kargarfard M, Dehghadani M, Ghias R. (2013). The effect of aquatic exercise therapy on muscle strength and joint's range of motion in hemophilia patients. *Int J Prev Med*, 4(1):50-56.

Keogh JW, Cox A, Anderson S, et al. (2019). Reliability and validity of clinically accessible smartphone applications to measure joint range of motion: A systematic review. *PLoS One*, 14(5):e0215806

Kim SG ve Kim WS. Effect of ankle range of motion (ROM) and lower-extremity muscle strength on static balance control ability in young adults: a regression analysis.(2018). *Med Sci Monit*, 24:3168-75.

Kimoto Y, Wakasa M, Shuit, C, et al. (2015). Acute effects of static stretching and dynamic stretching on range of motion and isometric muscle strength of the quadriceps. *Physiotherapy*,101:e753-e754.

Laughton CA, Slavin M, Katdare K, Nolan L, Bean JF, Kerrigan DC ve ark. (2003). Aging, muscle activity, and balance control: physiologic changes associated with balance impairment. *Gait Posture*, 18(2):101-8.

Lee JW, Yoon SW, Kim JH, et al. The effect of ankle range of motion on balance performance of elderly people. *Journal of Physical Therapy Science*. 2012;24(10):991-994.

Marek MS, Cramer TJ, Fincher LA, et al. (2005). Acute effects of static and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on muscle strength and power output. *J Athlet Train*, 40(2):94-103.

Morrin N, Redding E. (2013). Acute effects of warm-up stretch protocols on balance, vertical jump height, and range of motion in dancers. *J Dance Med Sci*, 17(1):34- 40.

Ndou R. (2018). The significance of the supratrochlear aperture (STA) in elbow range of motion: an anatomical study. *Anatomical Science International*, 93(1):88-97.

Park W, Ramachandran J, Weisman P, et al. (2010). Obesity effect on male active joint range of motion. *Ergonomics*, 53(1):102-108.

Teixeira-Machado L, DeSantana JM. (2019). Effect of dance on lower-limb range of motion in young people with cerebral palsy: a blinded randomized controlled clinical trial. *Adolesc Health Med Ther*, 10:21-28.

Tseng CN, Chen CCH, Wu SC, et al. (2007). Effects of a range-of-motion exercise programme. *J Adv Nurs*, 57(2):181-191.

Zhou WS, Lin JH, Chen S. (2019). Effects of dynamic stretching with different loads on hip joint range of motion in the elderly. *J Sports Sci Med*,

DİABETES MELLİTUS, KARDİYOVASKÜLER HASTALIKLAR VE ÇİNKO

Öğr. Gör, Burcu YÖN

Düzce Üniversitesi, SHMYO, İlk ve Acil Yardım Programı,

-ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5717-3637>

ÖZET

Kardiyovasküler hastalıklar (KVH), dünya genelindeki ölüm nedenlerine bakıldığında ilk sıralarda yer almaktadır. Diabetes Mellitus (DM), KVH'a zemin hazırlayan başlıca faktörlerdendir. Kronik hastalıklar grubunda yer alan bu hastalıklar, aynı zamanda bireylerin yaşam kalitelerini, sosyal ve ekonomik refahlarını olumsuz etkilemekte olup bireysel ve toplumsal maddi/ manevi yük oluşturmaktadır. Çinko, tüm vücut metabolizmasının, büyümenin ve bağışıklık sisteminin düzenlenmesi gibi yaşamsal faaliyetlerde rol almaktadır. Çinko insülin sinyal iletiminde, glikoz metabolizmasında ve hücresele antioksidatif savunmada da etkili olması ve diyabetle yakın ilişkisi bulunan bir element olması yönüyle de oldukça önemlidir. Bu derlemenin amacı, diyabet ve kardiyovasküler hastalıklarda çinkonun önemini ortaya koyarak bu hastalıklardan korunmada veya hastalıkların semptom yönetiminde çinko kullanımını konusunda bireylere farkındalık kazandırmaktır.

Anahtar Kelimeler: Diyabet, kardiyovasküler hastalıklar, çinko, insülin

ABSTRACT

Cardiovascular diseases (CVD) are among the top causes of death worldwide. Diabetes Mellitus (DM) is one of the main factors that predisposes to CVD. These diseases, which are in the group of chronic diseases, also negatively affect individuals' quality of life, social and economic well-being, and create an individual and social material/moral burden. Zinc plays a role in vital activities such as regulating whole body metabolism, growth and the immune system. Zinc is also very important as it is effective in insulin signal transmission, glucose metabolism and cellular antioxidative defense and is an element closely related to diabetes. The aim of this review is to reveal the importance of zinc in diabetes and cardiovascular diseases and to raise awareness among individuals about the use of zinc in the prevention of these diseases or in the symptom management of diseases.

Keywords: Diabetes, cardiovascular diseases, zinc, insulin

1. GİRİŞ

Dünya genelinde başlıca ölüm nedenleri arasında yer alan ve kardiyovasküler hastalıklar (KVH), önemli bir halk sağlığı sorunudur ve Diabetes Mellitus' un (DM) KVH' a zemin hazırladığı da bilinmektedir (Fishman ve ark., 2018). Uluslararası Diyabet Federasyonu verilerine göre, 2019 yılı itibariyle dünya genelinde 463 milyon olan diyabetli birey sayısının, 2030 yılında 578 milyona, 2045 yılında ise bu sayının 700 milyona ulaşacağı düşünülmektedir.

Diyabet pankreas hasarı sonucu insülin hormonu salınımındaki yetersizlik veya bu hormona spesifik yanıt oluşturacak hücre reseptörlerindeki bozukluğa bağlı ortaya çıkan hiperglisemi, karbonhidrat, yağ ve protein metabolizmasında bozuklarla karakterize bir hastalıktır (Cosentino ve ark., 2020). Diyabetik hastalarda kardiyovasküler olaylardaki artışın nedeni olan fizyopatolojik bağlantılar son derece karmaşık bir yapıya sahiptir ve tam olarak anlaşılammıştır. Bununla birlikte diyabetik hastalarda oluşan endotel disfonksiyonu ve hızlanmış aterosklerozun kardiyovasküler komplikasyonların oluşumunda anahtar rol oynadığı düşünülmektedir (Hirano, 2018).

Ateroskleroz, arter duvarının kronik inflamatuvar dejenerasyonu olup bireyi ölüme götürebilmektedir. Son aşamalarında ateroskleroz, arter duvarının intimal tabakasının lezyonu ve plak birikimi olarak kendini göstermektedir. Aterosklerotik plakların zamanla erozyonu veya yırtılmasıyla, potansiyel olarak ölümcül olabilecek trombotik olaylar tetiklenir. Aterosklerozun karmaşık bir patogenezi olduğu ifade edilse de arterlerde kronik inflamasyon ve lipid birikimi ile karakterize olup sonuçta artere giden kan akışını kısıtlayarak kalp krizi ve iskemiye yol açmaktadır (Miname ve Santos, 2019).

2. DİABETES MELLİTUS VE KARDİOVASKÜLER HASTALIKLARDA ÇİNKO'NUN ÖNEMİ

Çinko, hücre farklılaşması ve çoğalmasının yanı sıra hücrelerin temel metabolik fonksiyonlarının düzenlenmesinde 2000'den fazla transkripsiyon faktörü ve 300 enzim için hayati bir kofaktördür. Sağlıklı yetişkinlerde çinkonun plazma konsantrasyonu 14–23 $\mu\text{mol/L}$ 'dir (0,9–1,5 $\mu\text{g/mL}$). Kırmızı et, tavuk, balık, deniz ürünleri, yağlı tohumlar, baklagiller, tahıllar ve süt ürünleri önemli çinko kaynaklarıdır (Mammodova ve Braun, 2019).

Çinko, tüm vücut metabolizmasının, büyümenin ve bağışıklık sisteminin düzenlenmesinde hayati rol oynayan bir mikro besindir. Çinko tüm vücut dokularında geniş bir dağılıma sahiptir ve çinkonun yaklaşık %85'i kas ve kemik dokularındadır. Diğer kısmı ise karaciğer, deri, kan ve kan damarlarında bulunmaktadır. Pankreas β hücrelerinin diğer vücut hücreleriyle karşılaştırıldığında çok yüksek konsantrasyonlarda çinko içerdiği bilinmektedir. Özellikle insülin salgılayan β hücreleri yüksek çinko içeriğine sahiptir (Fukunaka ve Fujitani, 2018). Çinko eksikliği, büyüme geriliği, bağışıklık bozukluklarına neden olmakla birlikte DM ve kalp hastalıkları riskini de artırmaktadır (Choi ve ark., 2018).

İnsülin, pankreas β hücrelerinde iki çinko iyonu ve altı insülin molekülünden oluşan bir heksamer olarak bulunmaktadır. İnsülin, iskelet kası, karaciğer ve yağ dokuları gibi insüline duyarlı organlara glikoz alımını teşvik ederek, karaciğerde glikojen sentezini uyararak ve glikoneojenezi baskılayarak kan glikoz seviyelerini kontrol eder. Normal insülin sekresyonu için çinkonun gerekli olduğu ve pankreas β hücrelerindeki çinko eksikliğinin anormal insülin sekresyonunda rol oynadığı yapılan çalışmalarda ortaya koyulmuştur (Fukunaka ve Fujitani, 201; Zhao ve ark., 2019; McKenzie ve Bergdahl, 2022).

Vasküler endotel hücrelerden üretilen nitrik oksit (NO), damar düz kaslarında vazodilatasyona yol açarak kan basıncını düşürücü etki göstermektedir. NO trombosit agregasyonunu da tetiklemektedir. NO, endotelial NO sentazın (eNOS) katalitik etkisi ile argininden üretilir. eNOS ekspresyonu veya aktivitesindeki azalmanın neden olduğu NO üretimindeki yetersizlik, ateroskleroz gelişiminde oldukça önemli rol oynamaktadır (Kietadisorn ve ark., 2012). Yapılan bazı araştırmalarda T1P1 ve T1P2 diyabet dahil olmak üzere çeşitli metabolik bozuklukların azalmış eNOS aktivitesi ve NO üretimiyle birlikte endotel disfonksiyonuna neden olduğu ortaya koyulmuştur (Katakami, 2018; Rahadian ve ark., 2020).

Vasküler endotel disfonksiyonu, bozulmuş endotel bağımlı vazodilatasyon, artan oksidatif stres, kronik inflamasyon, lökosit yapışması ve aşırı geçirgenlik ve endotel hücre yaşlanması ile karakterize bir tablodur. Endotel disfonksiyonu kapiller geçirgenlikte artışa bağlı ödem ve doku perfüzyonunun bozulmasına yol açar. Bununla birlikte aterosklerozun başlatılmasını destekleyen koşullar olan glikolitik enzimleri aktive ederek endotel hücre proliferasyonunu ve inflamasyonu uyaran hipoksi ile indüklenebilir faktör 1 a'yı (HIF-1 a) aktive ederek endotel hücre metabolizmasını değiştirir ve bireyde kalp yetmezliğini tablosunun görülmesini destekleyebilmektedir (Daiber ve Chlopicki, 2020).

Endotel disfonksiyonu aort sertliğinin artması, vasküler tonusun değişmesi (vazokonstriktör/vazodilatör faktörlerin dengesiz üretimi), oksidatif ve nitrostatif stresin artması, inflamatuvar yanıtların artması gibi mekanizmaları tetikleyerek hipertansiyona da katkıda bulunmaktadır (Chatterjee, 2018).

İnsülin direnci de dahil olmak üzere diyabetin birçok özelliğinin, endotel üzerinde patolojik etki yaparak belirgin endotel disfonksiyonuna neden olduğu ve aterosklerozu hızlandırdığı bilinmektedir. NO sentezini olumsuz yönde etkileyen hipergliseminin, vazodilatör kapasitenin azalmasına ve endotelial fonksiyon bozukluğuna neden olan yüksek oksidatif stres ve inflamasyon ile ilişkili olduğu bildirilmiştir (Gimbrone ve Garcia, 2016).

NO' nun hücre içi metalloproteinine bağlı çinkoyu serbest bıraktığı ve serbest çinkoyu endotel hücrelerinin sitoplazmasına mobilize ettiği ifade edilmiştir. Bu bilgiden yola çıkarak NO, vasküler endotel hücrelerinde serbest çinko konsantrasyonunu artırabilir ve eNOS aktivitesinin çinko tarafından artırılması sayesinde NO üretiminin pozitif feedback yoluyla artırabileceği fikri ortaya atılmıştır (Baltacı ve ark., 2018).

Bir çalışmada çinko takviyesinin, toplam kolesterol, düşük yoğunluklu lipoprotein kolesterol ve trigliserit düzeylerinde kayda değer bir azalmaya yol açarken, aynı zamanda hastalar arasında yüksek yoğunluklu lipoprotein kolesterolünde artışa neden olduğu raporlanmıştır (Olechnowicz ve ark., 2018). Toplam 20 randomize kontrollü çalışmayı analiz eden bir meta-analiz çalışmasında, çinko takviyesinin plazma trigliserit düzeylerini, çok düşük yoğunluklu lipoprotein kolesterol ve toplam kolesterolün yanı sıra açlık plazma glikozu ve HbA1c düzeylerini azalttığı bilgisi paylaşılmıştır (Khazdouz ve ark., 2020).

3. SONUÇ

Bulaşıcı olmayan hastalıklar grubunda yer alan diyabet ve KVH, gerek başı çeken ölüm nedenleri arasında olmaları gerekse birey, toplum ve devlet açısından maddi/manevi yük oluşturmaları nedeniyle son derece önemlidir. Birey ve toplum sağlığını destekleyen devlet politikalarının geliştirilmesi, sağlık okur yazarlığının yaygınlaşması, sağlık sektöründeki teknolojik gelişmeler gibi olumlu değişiklikler sayesinde, bireyler sağlıklı yaşlanma veya geçirilen yaşam süresinde optimum dengede olma fikrini benimseye başlamışlardır. Bu amaçla egzersiz, meditasyon, reiki, akupunktur, terapiler gibi uygulamaların yanında gıda takviyelerine başvurmaktadırlar. Eğitici rolü hemşirelerin en önemli rolleri arasındadır. Hemşireler, hasta bireylerin yanı sıra sağlıklı bireylere karşıda eğitici rolünü aktif olarak kullanmaktadır. Bu derleme çalışmasında, DM ve KVH’de Çinko’nun önemli bir rol oynadığı görülürken, hastalıklardan korunmada veya bu hastalıkların semptom yönetiminde Çinko’ dan yararlanılabileceği düşünülmektedir. Bu amaçla Çinko’nun güvenle kullanılabilmesi için yapılacak yeni araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

KAYNAKÇA

- Baltacı, A. K., Yuce, K., & Mogulkoc, R. (2018). Zinc Metabolism and Metallothioneins. *Biological trace element research*, 183(1), 22–31. <https://doi.org/10.1007/s12011-017-1119-7>
- Chatterjee, S. (2018). Endothelial mechanotransduction, redox signaling and the regulation of vascular inflammatory pathways. *Frontiers in physiology*, 9, 524.
- Choi, S., Liu, X., & Pan, Z. (2018). Zinc deficiency and cellular oxidative stress: prognostic implications in cardiovascular diseases. *Acta pharmacologica Sinica*, 39(7), 1120–1132. <https://doi.org/10.1038/aps.2018.25>
- Cosentino, F., Grant, P. J., Aboyans, V., Bailey, C. J., Ceriello, A., Delgado, V., Federici, M., Filippatos, G., Grobbee, D. E., Hansen, T. B., Huikuri, H. V., Johansson, I., Jüni, P., Lettino, M., Marx, N., Mellbin, L. G., Östgren, C. J., Rocca, B., Roffi, M., Sattar, N., ... ESC Scientific Document Group (2020). 2019 ESC Guidelines on diabetes, pre-diabetes, and cardiovascular diseases developed in collaboration with the EASD. *European heart journal*, 41(2), 255–323. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehz486>
- Daiber, A., & Chlopicki, S. (2020). Revisiting pharmacology of oxidative stress and endothelial dysfunction in cardiovascular disease: Evidence for redox-based therapies. *Free Radical Biology and Medicine*, 157, 15-37.
- Fishman, S. L., Sonmez, H., Basman, C., Singh, V., & Poretsky, L. (2018). The role of advanced glycation end-products in the development of coronary artery disease in patients with and without diabetes mellitus: a review. *Molecular medicine (Cambridge, Mass.)*, 24(1), 59. <https://doi.org/10.1186/s10020-018-0060-3>

- Fukunaka, A., & Fujitani, Y. (2018). Role of Zinc Homeostasis in the Pathogenesis of Diabetes and Obesity. *International journal of molecular sciences*, 19(2), 476. <https://doi.org/10.3390/ijms19020476>
- Gimbrone Jr, M. A., & García-Cardena, G. (2016). Endothelial cell dysfunction and the pathobiology of atherosclerosis. *Circulation research*, 118(4), 620-636.
- Hirano T. (2018). Pathophysiology of Diabetic Dyslipidemia. *Journal of atherosclerosis and thrombosis*, 25(9), 771–782. <https://doi.org/10.5551/jat.RV17023>
- Katakami N. (2018). Mechanism of Development of Atherosclerosis and Cardiovascular Disease in Diabetes Mellitus. *Journal of atherosclerosis and thrombosis*, 25(1), 27–39. <https://doi.org/10.5551/jat.RV17014>
- Khazdouz, M., Djalalinia, S., Sarrafi Zadeh, S., Hasani, M., Shidfar, F., Ataie-Jafari, A., Asayesh, H., Zarei, M., Gorabi, A. M., Noroozi, M., & Qorbani, M. (2020). Effects of Zinc Supplementation on Cardiometabolic Risk Factors: a Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *Biological trace element research*, 195(2), 373–398. <https://doi.org/10.1007/s12011-019-01870-9>
- Kietadisorn, R., Juni, R. P., & Moens, A. L. (2012). Tackling endothelial dysfunction by modulating NOS uncoupling: new insights into its pathogenesis and therapeutic possibilities. *American journal of physiology. Endocrinology and metabolism*, 302(5), E481–E495. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.00540.2011>
- MacKenzie, S., & Bergdahl, A. (2022). Zinc Homeostasis in Diabetes Mellitus and Vascular Complications. *Biomedicines*, 10(1), 139. <https://doi.org/10.3390/biomedicines10010139>
- Mammadova-Bach, E., & Braun, A. (2019). Zinc Homeostasis in Platelet-Related Diseases. *International journal of molecular sciences*, 20(21), 5258. <https://doi.org/10.3390/ijms20215258>
- Miname, M. H., & Santos, R. D. (2019). Reducing cardiovascular risk in patients with familial hypercholesterolemia: Risk prediction and lipid management. *Progress in cardiovascular diseases*, 62(5), 414–422. <https://doi.org/10.1016/j.pcad.2019.10.003>
- Olechnowicz, J., Tinkov, A., Skalny, A., & Suliburska, J. (2018). Zinc status is associated with inflammation, oxidative stress, lipid, and glucose metabolism. *The journal of physiological sciences : JPS*, 68(1), 19–31. <https://doi.org/10.1007/s12576-017-0571-7>
- Rahadian, A., Fukuda, D., Salim, H. M., Yagi, S., Kusunose, K., Yamada, H., Soeki, T., & Sata, M. (2020). Canagliflozin Prevents Diabetes-Induced Vascular Dysfunction in ApoE-Deficient Mice. *Journal of atherosclerosis and thrombosis*, 27(11), 1141–1151. <https://doi.org/10.5551/jat.52100>
- Zhao, T., Huang, Q., Su, Y., Sun, W., Huang, Q., & Wei, W. (2019). Zinc and its regulators in pancreas. *Inflammopharmacology*, 27(3), 453–464. <https://doi.org/10.1007/s10787-019-00573-w>

KURAK KOŞULLARDA YETİŞTİRİLEN MAKARNALIK BUĞDAY GENOTİPLERİNİN VERİM VE KALİTE PERFORMANSININ İNCELENMESİ

Dr. Seval ELİŞ¹

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü

Orcid ID: 0000-0001-6708-5238

Prof. Dr. Mehmet Yıldırım²

²Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü,

Orcid ID: 0000-0002-6953-4479

Dr. Ferhat KIZILGEÇİ³

³Mardin Artuklu Üniversitesi, Kızıltepe Meslek Yüksekokulu,

Orcid ID: 0000-0002-7884-5463

ÖZET

İnsan beslenmesinde önemli bir yere sahip olan makarnalık buğday dünya çapında gıda güvenliği bakımından stratejik bir bitki konumundadır. Makarnalık buğdayda kurak koşullarda yüksek verim ve kalite potansiyeline sahip genotiplerin belirlenmesi amacıyla CIMMYT tarafından temin edilen 110 genotip ile kurulan denemede tane verimi, protein içeriği, nişasta içeriği, gluten içeriği, yağ içeriği, parlaklık *L* ve renk *b** parametreleri incelenmiştir. Denemede elde edilen sonuçlara göre; tane verim değeri 49,6-246,4 kg/da, protein içeriği %11,8-15,4, nişasta içeriği %82,3-86, yağ içeriği 2,0-2,7, gluten içeriği %24-32,5, *L* değeri 54,75-61,22, *b** değeri 24,37-27,87 aralığında değişim göstermiştir. Frekans dağılım grafiğine göre tane veriminde 51, protein içeriğinde 47, nişasta içeriğinde 59, gluten içeriğinde 50, *L* değerinde 59 ve *b** değerinde 55 genotip ortalama değerlerin üzerinde yer almıştır. Seleksiyon başarısını artırmak için yapılan Cluster analizine göre genotipler 12 grup altında ve özellikler ise 2 büyük grup altında toplanmıştır. Bu grupta 19 ile 104 nolu genotipler birbirine en uzak, 13 ile 43 no'lu genotipler en yakın benzerliğe sahip olmuştur. İncelenen özellikler arasındaki korelasyon analizi sonuçlarına göre tane verimi ve kalite değerleri arasında ilişki bulunmazken, protein ve gluten içeriği arasında önemli doğrusal ilişki bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Makarnalık buğday, Protein içeriği, Renk değeri, Tane verimi

Investigation of Yield and Quality Performance of Durum Wheat Genotypes Grown in Arid Conditions

ABSTRACT

Durum wheat, which is important in human nutrition, is a strategic plant for global food security. Grain yield, protein content, starch content, gluten content, oil content, brightness *L*, and color *b** parameters were investigated in an experiment carried out with 110 genotypes provided by CIMMYT in order to increase the amount and quality of durum wheat production and to identify genotypes suitable for arid conditions. Grain yield values range from 49.6 to 2464 kg/ha, protein contents range from 11.8 to 15.4%, starch contents from 82.3 to 86%, fat

contents from 2.0 to 2.7, and gluten contents from 24 to 32%, the range of values for L and b* was 54.75-61.22 and 24.37-27.87, respectively. The frequency distribution graph, 51 genotypes were above the average value in grain yield, 47 in protein content, 59 in starch content, 50 in gluten content, 59 in L value and 55 in b* value. To improve selection success, genotypes were divided into 12 groups and traits were divided into two large groups in the Cluster analysis. Among this group, genotypes 19 and 104 were the most distant, and genotypes 13 and 43 were the closest. According to the results of the correlation analysis between the examined traits, grain yield was found to be insignificantly related to quality values, but inversely related to protein, gluten, and L value, and linearly related to starch, oil, and b* value.

Key Words: durum wheat, grain yield, protein content, color value

GİRİŞ

Dünyada insan beslenmesinde en fazla payı olan serin iklim tahıl grubu içinde ilk sırada yer alan buğday, geçmişten günümüze kadar halen değerini korumaktadır. Dünya buğday üretimi 2020-2021 üretim sezonunda 774 milyon ton, makarnalık buğday üretimi 33,8 milyon tondur (Anonymous 2023). Makarnalık buğday makarna, kuskus, bulgur ve birçok yerel gıda kullanımıyla üretime ve tarımsal gelire önemli ölçüde katkı sağlamaktadır. Dünyada makarnalık buğday üretiminde en büyük üretici ülkeler Kanada, İtalya ve Türkiye'dir (Anonymous 2023).

Türkiye makarnalık buğday üretimi 2020-2021 üretim sezonunda bir önceki sezona göre %25 artış göstererek 4,0 milyon ton olmuştur (Anonymous 2023). Makarnalık buğdayın gen merkezi oluşu ve uygun çevre şartlarına sahip olması nedeniyle en yoğun yetiştiriciliği yapılan bölge Güneydoğu Anadolu Bölgesidir (Ozkan ve ark., 2011, Tekdal ve Yıldırım, 2017).

Giderek artan nüfus ve değişen iklim şartları yeterli ve dengeli besin üretimi ve tüketimi için ciddi risk oluşturmaktadır. Dolayısıyla buğday üretimi her geçen gün talebi karşılayamama sorunuyla yüz yüzedir. Küresel iklim değişikliği nedeniyle verim ve kalitede ciddi kayıplar yaşayan buğdayda gerek dünyada gerekse ülkemizde mücadele etmeye yönelik çalışmalar hız kazanmıştır. Bu çalışmaların başında seleksiyon ve ıslah yöntemleri yer almaktadır. Çok sayıda genotipin belirli bir bölgede denenerek seleksiyon ıslah yöntemiyle üstün performans gösteren genotiplerin büyük önem arz etmektedir.

Kurak koşullarda verim potansiyeli ve tane kalitesinin devamlılığını sağlayabilen makarnalık buğday genotiplerini belirlemek amacıyla 110 genotip tane verimi, protein, nişasta gluten, yağ, parlaklık L ve renk b* parametrelerindeki değişim yönünden incelenmiştir.

MATERYAL VE METOD

Çalışma Diyarbakır ilinde faaliyet gösteren Teknobiltar Ar-Ge şirketine ait deneme alanında (37°55'34.24"K; 40°15' 27.34"D), 2021-2022 üretim sezonunda yağışa dayalı koşullarda yürütülmüştür. Çalışmada materyal olarak CIMMYT'ten temin edilen 110 adet makarnalık buğday genotipi kullanılmıştır. Deneme her parsel iki sıra halinde 2 m uzunluğunda oluşturulmuş ve tohumlar elle ekilmiştir.

Ekim ile birlikte dekara saf halde 6 kg N ve 6 kg fosfor içeren 20-20 kompoze gübresi ve sapa kalkma döneminde 6 kg saf azot üre formunda uygulanmıştır. Çalışmanın yürütüldüğü

yetiştirme dönemi boyunca deneme sahasına toplam 260 mm yağış düşmüştür. Deneme sahasında görülen yabancı otlar elle uzaklaştırılmış ve hastalıklara karşı kimyasal ilaç uygulaması yapılmıştır. Araştırmada tane verimi, protein içeriği, nişasta içeriği yağ içeriği, gluten içeriği, *L* parlaklık değeri ve *b** renk değeri özellikleri incelenmiştir. Tane verimi, hasat sonunda her parselden elde edilen tane ürünü 0.01 g hassas terazide tartılarak belirlenmiş ve elde edilen rakamlar kg/da'a çevrilmiştir. Taneler öğütme işlemine tabi tutulmadan, her parselden alınan örneklerin protein, nişasta, yağ ve gluten oranı GrainSense cihazında % olarak tespit edilmiştir. Buğdayda *L* rengin parlaklığını, *b** ise rengin sarılığını ifade eden kalite parametrelerindedir. *L* bir parlaklık ölçüsüdür; 0 (tamamen yansıtıcı olmayan veya siyah) ve 100 (mükemmel beyaz veya tam yansıma) arasında değişen değer aralığındadır. *b** değeri mavi-sarı renklilik koordinatıdır ve -60 (saf mavi) ile +60 (saf sarı) arasında değişen renk değeri aralığındadır. *b** değeri ne kadar yüksek olursa sarılık da o kadar fazla olur. *L* ve *b** değerleri HunterLab ColorFlex cihazı ile ölçülmüştür.

Elde edilen sonuçlara ait verilere ait Dendrogram hiyerarşik küme analizi ve frekans dağılımı JMP Pro-17 istatistik paket programı ve Biplot grafikleri GenStat 12th paket programı kullanılarak analiz edilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Çalışmada kullanılan makarnalık buğday genotiplerinde incelenen özelliklere ait değişim değerleri Çizelge 1' de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde tane verim değerinin 49,6-246,4 kg/da, protein içeriği %11,8-15,4, nişasta içeriği %82,3-86, yağ içeriği 2,0-2,7, gluten içeriği %24-32,5, *L* değeri 54,75-61,22, *b** değeri 24,37-27,87 aralığında değişim göstermiştir. Tüm genotiplere ait ortalama tane verimi, protein, nişasta, yağ, gluten, *L* ve *b** değerleri sırasıyla, 129,57 kg/da, %13,16, %84,5, %2,37, %27,15, 57,76, 26,23 olarak tespit edilmiştir. Tane verimi ve kalite özellikleri bitkinin genetik potansiyeli, çevre faktörleri ve yetiştirme tekniklerinin ortak etkileşimi sonucu ortaya çıkmaktadır. İrmik rengi ve parlaklığı yüksek miktarda bitkinin genetik potansiyelinden kaynaklanmakla beraber düşük oranlarda çevreden de etkilenmektedir. Buğday genotiplerinin yetiştirme sezonun kurak geçen bir yıl olması bulgularımız arasında geniş varyasyonun ortaya çıkmasına neden olmuştur.

Çizelge 1. Çalışmada incelenen özelliklerin en düşük ve en yüksek değerleri ile Standart sapma ve standart ortalamaları

Kaynak	Tane Verim (kg/da)	Protein (%)	Nişasta (%)	Yağ (%)	Gluten (%)	<i>L</i>	<i>b*</i>
Std Dev.	49,26	0,79	0,81	0,15	1,87	1,34	0,77
Std Error	4,69	0,075	0,077	0,0144	0,178	0,128	0,073
En Düşük	49,6	11,8	82,3	2	24	54,75	24,37
En Yüksek	246,4	15,4	86	2,7	32,5	61,22	27,87
Ortalama	129,57	13,16	84,5	2,37	27,15	57,76	26,23

İncelenen 110 adet genotipe ait tane verimi, protein, nişasta, yağ, gluten, *L* ve *b** değerleri genotip bazında Çizelge 2' de verilmiştir. Tane verimi yönünden 4 genotip (69, 80, 43, 94 no'lu), protein bakımından 3 genotip (74, 90, 11 no'lu), nişasta değeri bakımından 2 genotip (9,19), gluten değeri bakımından 2 genotip (74, 90 no'lu), *L* değeri bakımından 1 genotip (45 no'lu), *b** değeri bakımından 11 genotip diğer genotiplere göre yüksek pik değerlere ulaşmıştır. Tekdal ve Yıldırım (2015)'in yaptıkları çalışmada makarnalık buğday genotiplerinde elde ettikleri

ortalama b* renk değeri ve protein oranı bulgularımızla benzer, Tekdal ve Yıldırım (2021)'in çalışmasındaki protein değeri bulgularımızla benzer ve b* renk değeri bulgularımızdan düşük değerdedir. Kızılgeçi ve ark. (2016)'ya göre protein oranı bulgularımız aralığında, fakat L ve b* değeri bulgularımızdan düşük seviyededir. Kızılgeçi ve Yıldırım (2019)'ın tane verim değeri, protein oranı bulgularımızdan yüksek, nişasta ve b* renk değeri bulgularımızdan düşüktür. Kurak koşullarda tane verimi bakımından ortalamanın çok üstünde değere sahip olan 11 ve 82 genotipleri protein, gluten ve b* renk değeri bakımından da iyi kabul edilir değerler olarak hem verim hem de kalite bakımından önerilebilecek genotipler arasında yer almaktadır.

Çizelge 2. Araştırmada incelenen genotiplere ait tane verimi, protein, nişasta, yağ, gluten L ve b* değerleri

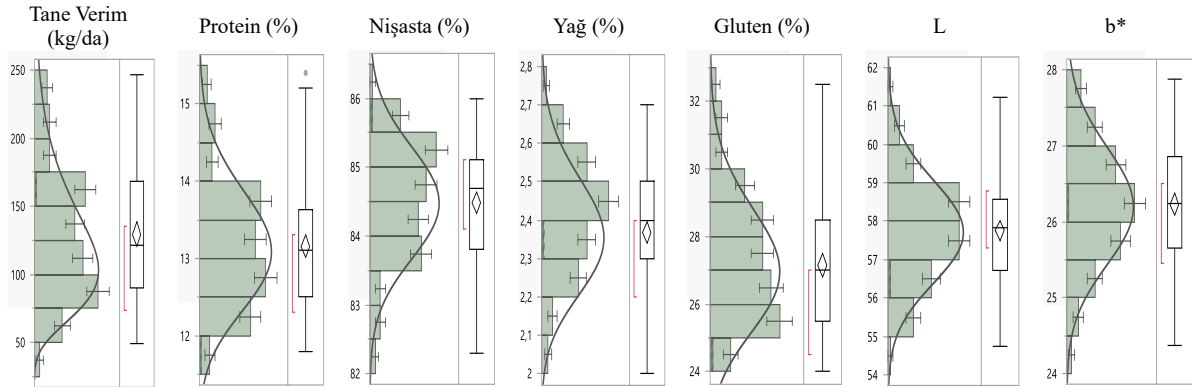
No	Pediğri	Tane Verim (kg/da)	Protein (%)	Nişasta (%)	Yağ (%)	Gluten (%)	L	b*
1	MXI19-20\DWTEST1	216,8	13,2	84,5	2,3	27,5	57,26	24,96
2	MXI19-20\DWTEST2	170,4	12,9	85,1	2,0	26,5	57,00	24,78
3	MXI19-20\DWTEST4	102,4	12,3	85,3	2,3	25,0	58,03	26,28
4	MXI19-20\C53IDYN\180003	67,2	12,9	84,7	2,3	26,5	57,54	26,46
6	MXI19-20\C53IDYN\180013	80,8	12,4	85,4	2,2	25,5	57,96	27,53
9	MXI19-20\C53IDYN\180032	169,6	11,8	86,0	2,2	24,0	58,38	27,28
10	MXI19-20\C53IDYN\180037	103,2	13,9	83,8	2,3	29,0	56,83	25,77
11	MXI19-20\C53IDYN\180039	173,6	15,0	82,8	2,2	31,5	57,82	25,06
12	MXI19-20\C53IDYN\180042	190,4	13,9	83,8	2,2	29,0	55,58	25,19
13	MXI19-20\C53IDYN\180066	226,4	13,1	84,4	2,5	27,0	58,53	26,43
14	MXI19-20\C53IDYN\180076	149,6	13,8	83,8	2,3	28,5	55,41	25,18
15	MXI19-20\C53IDYN\180077	98,4	12,2	85,7	2,2	25,0	58,29	27,09
16	MXI19-20\C53IDYN\180079	128,0	14,1	83,5	2,4	29,5	58,64	25,33
17	MXI19-20\C53IDYN\180081	161,6	12,1	85,5	2,4	25,0	57,64	26,86
18	MXI19-20\C53IDYN\180082	172,0	12,1	85,5	2,4	25,0	58,56	26,38
19	MXI19-20\C53IDYN\180083	168,0	11,9	85,9	2,3	24,0	56,58	26,12
20	MXI19-20\C53IDYN\180087	74,4	13,5	84,1	2,4	28,0	55,29	26,85
21	MXI19-20\C53IDYN\180088	152,0	13,4	84,0	2,6	28,0	58,04	25,65
22	MXI19-20\C53IDYN\180089	116,0	11,9	85,7	2,4	24,5	59,98	27,63
23	MXI19-20\C53IDYN\180091	170,4	13,8	83,8	2,4	29,0	56,25	24,37
24	MXI19-20\C53IDYN\180094	107,2	12,4	85,3	2,4	25,5	59,17	25,50
25	MXI19-20\C53IDYN\180095	159,2	12,4	85,1	2,5	25,5	57,55	25,59
26	MXI19-20\C53IDYN\180096	180,0	12,3	85,5	2,2	25,0	58,43	27,12
27	MXI19-20\C53IDYN\180097	131,2	12,1	85,7	2,2	24,5	58,58	25,75
28	MXI19-20\C53IDYN\180098	113,6	12,6	85,1	2,3	26,0	58,49	26,22
29	MXI19-20\C53IDYN\180112	122,4	12,3	85,5	2,2	25,0	57,77	24,51
31	MXI19-20\C53IDYN\180114	131,2	14,8	83,1	2,2	31,0	56,61	25,50
32	MXI19-20\C53IDYN\180115	92,0	12,9	85,0	2,2	26,5	56,06	25,91
33	MXI19-20\C53IDYN\180116	84,8	12,4	85,1	2,6	25,5	57,55	27,57
34	MXI19-20\C53IDYN\180118	73,6	12,3	85,2	2,5	25,5	60,25	26,96
35	MXI19-20\C53IDYN\180119	124,0	12,7	84,9	2,4	26,0	58,42	25,65
36	MXI19-20\C53IDYN\180124	81,6	13,8	83,9	2,3	28,5	59,56	25,56
37	MXI19-20\C53IDYN\180126	77,6	13,4	84,4	2,2	28,0	58,00	26,41
38	MXI19-20\C53IDYN\180001	165,6	12,8	84,7	2,5	26,5	57,28	26,57

39	MXI19-20\C53IDYN\180011	83,2	12,8	84,9	2,2	26,5	57,84	25,99
40	MXI19-20\C53IDYN\180016	97,6	12,6	84,8	2,6	26,0	58,78	26,34
41	MXI19-20\C53IDYN\180019	100,0	12,5	85,1	2,4	25,5	60,08	26,50
42	MXI19-20\C53IDYN\180020	93,6	13,0	85,1	2,6	25,0	58,47	26,21
43	MXI19-20\C53IDYN\180026	237,6	13,1	84,4	2,5	27,0	57,87	26,63
44	MXI19-20\C53IDYN\180028	68,0	12,5	85,1	2,4	25,5	57,30	26,57
45	MXI19-20\C53IDYN\180031	168,0	13,3	85,1	2,6	25,0	61,22	26,54
47	MXI19-20\C53IDYN\180049	155,2	13,8	83,8	2,4	29,0	55,47	26,44
48	MXI19-20\C53IDYN\180051	108,0	13,1	84,6	2,3	27,0	56,92	26,21
49	MXI19-20\C53IDYN\180052	136,0	13,6	84,0	2,4	28,0	57,80	26,25
50	MXI19-20\C53IDYN\180055	49,6	13,3	84,1	2,5	27,5	59,37	25,39
51	MXI19-20\C53IDYN\180058	142,4	12,3	85,1	2,5	25,5	56,76	25,97
52	MXI19-20\C53IDYN\180059	100,8	12,8	84,7	2,5	26,5	59,43	27,47
53	MXI19-20\C53IDYN\180060	146,4	12,9	85,0	2,1	26,5	57,39	26,26
55	MXI19-20\C53IDYN\180067	109,6	13,0	84,7	2,3	27,0	58,16	27,87
56	MXI19-20\C53IDYN\180068	117,6	12,6	85,3	2,1	26,0	60,63	25,37
57	MXI19-20\C53IDYN\180069	109,6	13,0	84,8	2,2	27,0	56,46	25,59
58	MXI19-20\C53IDYN\180070	68,8	14,5	82,9	2,7	30,0	57,58	25,92
59	MXI19-20\C53IDYN\180072	134,4	13,9	83,6	2,5	29,0	57,90	25,92
60	MXI19-20\C53IDYN\180073	212,0	13,4	84,4	2,3	27,5	58,08	27,57
63	MXI19-20\C53IDYN\180109	116,8	13,5	84,2	2,3	28,0	59,95	24,41
64	MXI19-20\C53IDYN\180117	164,8	12,6	85,1	2,3	26,0	59,30	27,33
65	MXI19-20\C53IDYN\180120	217,6	13,6	83,8	2,5	28,0	59,14	25,52
66	MXI19-20\C53IDSN\181003	189,6	13,3	84,7	2,0	27,5	55,93	24,93
67	MXI19-20\C53IDSN\181006	134,4	12,5	85,1	2,4	25,5	59,09	25,74
68	MXI19-20\C53IDSN\181007	148,0	12,8	84,8	2,4	26,5	57,92	26,16
69	MXI19-20\C53IDSN\181011	246,4	13,6	83,8	2,5	28,5	56,36	26,28
70	MXI19-20\C53IDSN\181015	214,4	12,8	84,8	2,4	26,4	58,53	27,40
71	MXI19-20\C53IDSN\181016	193,6	13,0	84,5	2,5	27,0	56,20	26,86
72	MXI19-20\C53IDSN\181017	54,4	14,9	82,7	2,5	31,0	57,69	25,49
73	MXI19-20\C53IDSN\181018	98,4	13,5	83,8	2,7	28,0	57,29	26,26
74	MXI19-20\C53IDSN\181020	125,6	15,4	82,3	2,3	32,5	58,24	25,54
75	MXI19-20\C53IDSN\181021	164,0	13,2	84,4	2,4	27,5	58,73	26,93
76	MXI19-20\C53IDSN\181022	224,8	13,8	83,7	2,5	29,0	56,60	27,17
77	MXI19-20\C53IDSN\181023	199,2	12,5	85,1	2,4	25,5	57,48	26,93
78	MXI19-20\C53IDSN\181024	136,0	14,5	83,1	2,4	30,5	60,75	27,11
79	MXI19-20\C53IDSN\181027	132,0	13,8	83,8	2,4	28,5	56,85	26,96
80	MXI19-20\C53IDSN\181029	242,4	13,6	84,0	2,4	28,0	57,11	26,88
81	MXI19-20\C53IDSN\181030	96,8	14,0	83,6	2,4	29,0	57,88	26,35
82	MXI19-20\C53IDSN\181031	169,6	14,9	82,8	2,3	31,5	57,40	26,22
83	MXI19-20\C53IDSN\181032	49,6	12,4	85,3	2,3	25,5	59,45	26,10
84	MXI19-20\C53IDSN\181033	168,0	13,3	84,2	2,4	27,5	56,01	26,22
85	MXI19-20\C53IDSN\181035	112,0	13,2	84,7	2,2	27,5	55,08	26,35
86	MXI19-20\C53IDSN\181037	140,0	12,4	85,1	2,4	25,5	54,75	27,50
87	MXI19-20\C53IDSN\181039	50,4	13,9	83,8	2,3	29,0	58,29	25,80

88	MXI19-20\C53IDSN\181040	76,8	13,6	84,0	2,4	28,0	57,80	26,10
89	MXI19-20\C53IDSN\181041	216,0	13,7	84,1	2,1	28,5	56,66	27,29
90	MXI19-20\C53IDSN\181042	64,8	15,2	82,3	2,5	32,0	55,69	26,04
91	MXI19-20\C53IDSN\181043	114,4	13,1	84,6	2,4	27,0	58,72	26,65
92	MXI19-20\C53IDSN\181044	172,0	11,9	85,6	2,6	24,0	58,54	26,97
93	MXI19-20\C53IDSN\181045	163,2	12,6	84,6	2,5	25,0	55,55	26,73
94	MXI19-20\C53IDSN\181046	230,4	12,8	84,8	2,4	26,5	55,66	26,57
95	MXI19-20\C53IDSN\181047	80,8	14,3	83,1	2,6	30,0	58,30	25,18
96	MXI19-20\C53IDSN\181048	76,8	14,3	83,5	2,2	29,5	58,90	25,89
97	MXI19-20\C53IDSN\181050	65,6	13,6	83,9	2,6	28,0	56,29	26,09
98	MXI19-20\C53IDSN\181053	92,0	12,0	85,5	2,5	24,5	58,77	27,48
99	MXI19-20\C53IDSN\181054	176,8	13,3	84,1	2,6	27,5	57,46	26,16
100	MXI19-20\C53IDSN\181055	174,4	12,8	84,7	2,6	26,5	60,48	26,47
101	MXI19-20\C53IDSN\181056	82,4	13,6	84,2	2,2	28,0	56,35	25,27
102	MXI19-20\C53IDSN\181059	146,4	12,8	84,7	2,5	26,5	57,96	25,89
103	MXI19-20\C53IDSN\181060	98,4	13,8	83,8	2,4	28,5	58,10	26,97
104	MXI19-20\C53IDSN\181061	84,8	12,7	85,0	2,3	26,0	56,25	26,03
105	MXI19-20\C53IDSN\181062	106,4	12,4	85,3	2,4	25,5	55,62	25,22
106	MXI19-20\C53IDSN\181063	64,8	13,5	84,3	2,2	28,0	58,88	27,30
107	MXI19-20\C53IDSN\181064	88,8	12,7	85,0	2,3	26,0	57,72	25,92
108	MXI19-20\C53IDSN\181065	73,6	13,9	83,8	2,4	29,0	58,77	25,87
109	MXI19-20\C53IDSN\181066	120,0	12,7	84,9	2,5	26,0	57,46	26,64
110	MXI19-20\C53IDSN\181073	135,2	12,1	85,6	2,3	25,0	58,78	25,46
111	MXI19-20\C53IDSN\181074	99,2	13,1	84,7	2,1	27,0	57,80	26,49
112	MXI19-20\C53IDSN\181078	79,2	14,5	83,0	2,5	30,0	59,02	26,29
113	MXI19-20\C53IDSN\181079	107,2	13,2	84,4	2,4	27,5	56,62	25,33
115	MXI19-20\C53IDSN\181089	75,2	14,1	83,8	2,1	29,5	57,57	26,93
116	MXI19-20\C53IDSN\181092	156,8	13,4	84,3	2,0	27,5	56,11	26,80
117	MXI19-20\C53IDSN\181094	93,6	12,0	85,6	2,4	24,5	55,76	25,71
118	MXI19-20\C53IDSN\181095	83,2	12,7	85,0	2,3	26,0	58,42	27,07
119	MXI19-20\C53IDSN\181112	91,2	12,4	85,1	2,5	25,5	58,49	24,99

Genotiplerin verim ve kalite özelliklerine ait frekans dağılımı Görsel 1’de verilmiştir. Nişasta, yağ, L ve b^* değeri değişim yönünden genotiplerin büyük oranda normal dağılım gösterdikleri görülmektedir. Bu durum incelenen özellikler yönünden genotipler arasındaki varyasyonun geniş ve düzenli olduğunu göstermektedir. Tane verimi, protein ve gluten değeri yönünden benzer durum söz konusu olmamıştır. Genotiplerin büyük oranda tane veriminde 50-150 kg/da, protein oranında %12-14, gluten içeriğinde % 25-29 aralığında kümelendiği görülmektedir. Yıldırım ve ark., (2023) ve Kızılgeçi ve ark., (2023)’nın yaptığı çalışmada genotiplerin tane verim, yağ ve nişasta değeri yönünden frekans dağılım sonuçları bulgularımızla benzer ve protein değeri yönünden frekans dağılım sonuçları bulgularımızdan farklılık göstermiştir. Frekans dağılım sonuçları amaca yönelik seleksiyon çalışmalarında ön plana çıkan genotiplerin seçiminde ortalamanın üstünde yer alan genotiplerin seçiminde kolaylık sağlayacaktır. Tane

veriminde 51, protein içeriğinde 47, nişasta içeriğinde 59, gluten içeriğinde 50, L değerinde 59 ve b* değerinde 55 genotip ortalama değerinin üzerinde yer almıştır.



Görsel 1. İncelenen makarnalık buğday genotiplerinde tane verimi, protein, nişasta, yağ, gluten, L ve b* değerine ait frekans dağılımları

İncelenen özellikler arasındaki korelasyon sonuçlarına bakıldığında tane verimi kalite değerleriyle önemli olmayan fakat protein, gluten ve L değeriyle ters, nişasta, yağ ve b* değeriyle doğrusal ilişkili bulunmuştur (Çizelge 3). Protein içeriği ise nişasta ve b* değeriyle önemli ters ve gluten değeriyle önemli doğrusal ilişki içerisinde bulunmuştur. Nişasta içeriği önemli seviyelerde gluten ile ters, b* renk değeriyle doğrusal korelasyon göstermiştir. Gluten değeri ise b* renk değeriyle önemli ve ters korelasyon ilişki içerisinde bulunmuştur.

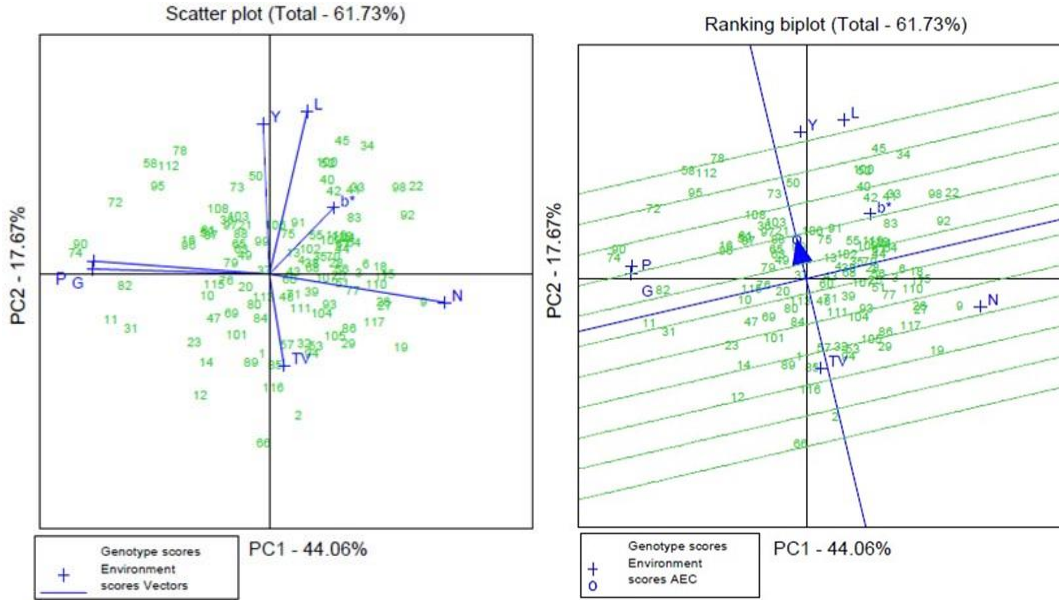
Çizelge 3. İncelenen özellikler arası korelasyon ilişkisi

	TV	P	N	Y	G	L
P	-0,067					
N	0,053	-0,977**				
Y	0,008	0,011	-0,152			
G	-0,059	0,982**	-0,976**	-0,017		
L	-0,163	-0,127	0,144	0,151	-0,156	
b*	0,094	-0,253**	0,228*	0,115	-0,254**	0,112

TV: Tane verimi, P: Protein oranı, N: Nişasta oranı, Y: Yağ oranı, G: Gluten oranı, L: Parlaklık, b*: Renk

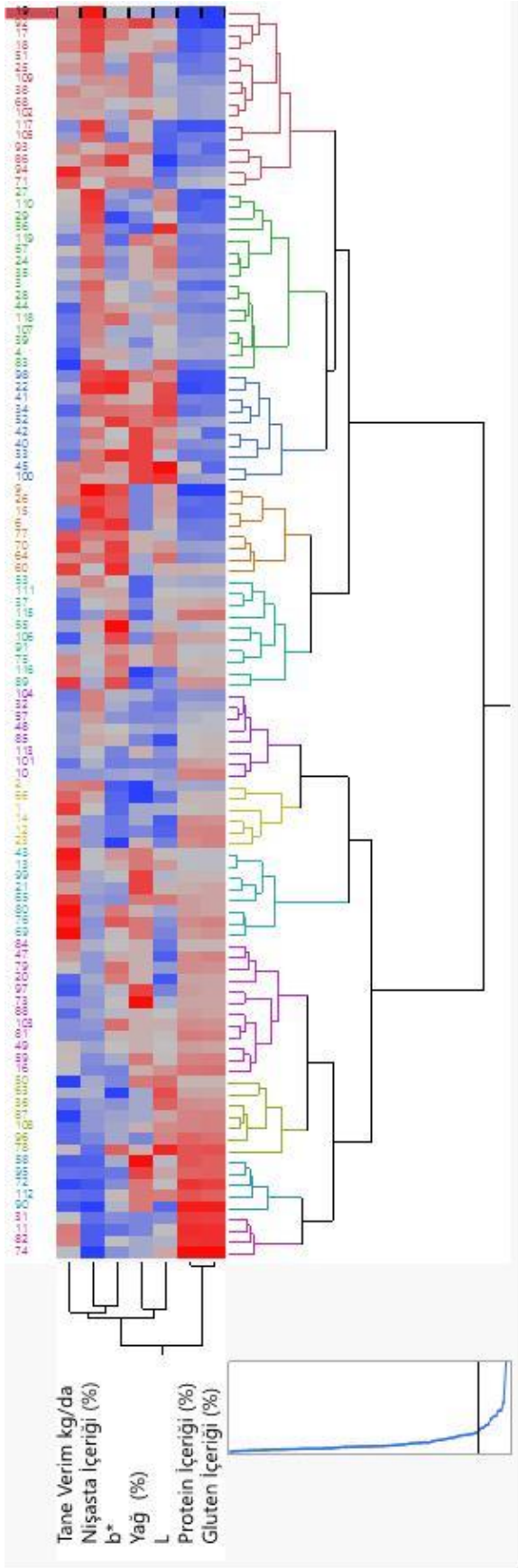
Genotip-özellik ve özellikler arası ilişkileri görsel inceleme ve değerlendirme imkânı sunan Biplot Scatter plot ve Ranking grafikleri Görsel 2’de verilmiştir. Biplot grafiğinde PC1 (Ana Bileşen 1) %44,06 ve PC2 (Ana Bileşen 2) %17,67 ile varyasyonun toplam %61,73’ünü oluşturmaktadır. Scatter plot modeline göre özellikleri temsil eden iki vektör arasındaki açı daraldıkça (P ile G) güçlü pozitif korelasyon, açı değeri arttıkça (P-G ile b* ve L) korelasyonun azaldığı, açı 90° olunca (L ile N) korelasyonun olmadığı şeklinde yorumlanmaktadır. Scatter biplot grafik yöntemine göre protein ve gluten bakımından 82, 74 ve 90 genotipleri, ön plana çıktığı görülmektedir. Ranking biplot yöntemi, tüm özelliklerin ortalaması üzerinden genotiplerin stabilitesi ve en uygun genotipleri göstermektedir. Bu grafik genelde tüm özelliklerin ortalaması üzerinden oluşturulan iki eğri (ok ile gösterilen dikey ve yatay) ile açıklanmaktadır. Yatay eğri özelliklerin ortalamasını, ok ile gösterilen dikey eğri ise tüm özelliklerin ortalaması bakımından genotiplerin stabilitesini göstermektedir. Stabilite çizgisinde yer alan TV diğer özelliklere göre en stabil yapıya sahiptir. Stabilite etrafında kümelenen 31-49-99-1-80-65 gibi genotipleri tüm özellikler bakımından en stabil genotipler olmuştur. P ve G

etrafında kümelenen 82-11-31-74-90 ve 72 genotipleri ise bu iki özellik bakımından ön plana çıktığı görülmektedir. b* parametresi bakımından 83-41-43-42-33 ve 40 genotipleri en yüksek değerde bulunmamasına rağmen ortalamanın üstünde yer alarak bu özellik bakımından stabil yapıdadır.



Görsel 2. Biplot analiz yöntemine göre genotip x özellik ilişkisinin Scatter plot ve Ranking grafik yöntemi
TV: Tane verimi, P: Protein oranı, N: Nişasta oranı, Y: Yağ oranı, G: Gluten oranı, L: Parlaklık, b*: Renk

Genotiplerin incelenen özellikler yönünden yakınlık ve uzaklıklarını görüntülemek için cluster analizleri yapılarak dendrogramlar oluşturulmuştur (Görsel 3). Yapılan Cluster analizine göre genotipler 12 grup, özellikler 2 büyük grup ve kendi içinde alt gruplar altında toplanmıştır. Bu grupta birbirinden en uzak genotipler 19 ile 104 olurken en yakın genotipler 13 ile 43 nolu genotipler olmuştur. Genotiplerin yakınlık ve uzaklık değerleri seleksiyonda birbirine yakın olmayan genotiplerin seçilmesine imkân tanımakta ve seleksiyon etkinliğini artırılmasına katkı sağlamaktadır. Böylelikle birbirine çok benzer genotipler seçilmeyecek ve farklı çevre koşullarına uyum sağlamada stabilite artırılacaktır (Yıldırım ve ark. 2023).



Görsel 3. Hiyerarşik Dendrogram analizi

Sonuç

Araştırma sonucunda incelen genotiplerin tane verimi ve kalite özellikleri yönünden farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir. Yapılan Cluster analizi, Biplot Scatter plot ve Ranking grafiklerine göre ön plana çıkan genotiplerin farklı çevre koşullarına uyumunu belirlemek için çalışmanın devam edilmesine karar verilmiştir.

Kaynakça

Anonymous, 2023. https://www.ankaratb.org.tr/lib_upload/Bugday%20Raporu.pdf.

Kızılgöçü, F., & Yıldırım, M. (2019). Durum Buğdayın Başaklanma Dönemine ait Bazı Fizyolojik Ölçümlerin Verim ve Kalite Özellikleriyle İlişkilerinin Belirlenmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 6(4), 777-785.

Kızılgöçü, F., Akıncı, C., Albayrak, Ö., Biçer, B. T., & Yıldırım, M. (2016). Tane Rengi ve Protein Miktarı Yönünden F5 Makarnalık Buğday *Triticum durum Desf.* Populasyonlarının Değerlendirilmesi. *Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 5(2), 51-55.

Kızılgöçü, F., Eliş, S., Yıldırım, M. (2023). Cımyıt Orjinli Ekmeklik Buğday Genotiplerin Yarı Kurak Koşulda Verim Ve Kalite Özelliklerinin Değerlendirilmesi. *Africa 2. International Conference On New Horizons In Sciences*. Haziran 28 - 30, 2023- Kahire.

Ozkan, H., Willcox, G., Graner, A., Salamini, F., Kilian, B. 2011. Geographic Distribution and Domestication of Wild Emmer Wheat (*Triticum dicoccoides*). *Genetic Res. Crop Evol.*, 58(1): 11-53.

Tekdal, S., & Yıldırım, M. (2015). Sıcaklık stresine maruz bırakılan bazı makarnalık buğday çeşitlerinin kalite özelliklerinin incelenmesi. *Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 4(2), 68-76.

Tekdal, S., & Yıldırım, M. (2021). Durum buğday çeşit, ileri hat ve yerel popülasyonlarının kalite özelliklerinin değerlendirilmesi. *Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10(1), 13-34.

Tekdal, S., Yıldırım, M. 2017. Bazı makarnalık buğday genotiplerinde fizyolojik ve morfolojik parametrelerin sıcaklık stresi ile ilişkisi. *Tr. Doğa ve Fen Derg.*, 6(2): 72-78.

Yıldırım, M., Eliş S., & Kızılgöçü, F. (2023 Haziran 24-25). Cımyıt Kökenli Ekmeklik Buğday Genotiplerinin Aşırı Kurak Geçen Sezonda Performanslarının Değerlendirilmesi. *1st Bilsel International World Science And Research Congress Istanbul/Turkey*. Tam metin sayfa 259-266.

Yıldırım, M., Eliş, S., Kızılgöçü, F. (2023). Yarı Kurak Koşullar İçin Geliştirilen Bazı Kışlık Ekmeklik Buğday Genotiplerinin Diyarbakır Koşullarına Adaptasyonu. *Africa 2. International Conference On New Horizons In Sciences*. Haziran 28 - 30, 2023- Kahire.

EKMEKLİK BUĞDAY GENOTİPLERİNİN VERİM VE KALİTE PERFORMANSININ FARKLI ANALİZ YÖNTEMLERİNE GÖRE İNCELENMESİ

Dr. Seval ELİŞ¹

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü

Orcid ID: 0000-0001-6708-5238

Doc. Dr. Ferhat KIZILGEÇİ²

²Mardin Artuklu Üniversitesi, Kızıltepe Meslek Yüksekokulu,

Orcid ID: 0000-0002-7884-5463

Özet

Bu çalışmada ekmeklik buğdayda verim ve kalite parametreleri farklı analiz yöntemleri ile değerlendirilerek en iyi performans gösteren genotiplerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Performanslarını ölçmek için İCARDA'dan temin edilen 68 genotip bölgenin yetiştirme şartlarına uygun Empire Plus ekmeklik standart çeşidi ile kıyaslanarak değerlendirilmiştir. Denemede tane verimi, protein, nişasta, yağ ve gluten içeriği parametreleri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; tane verim değeri 48-242,4 kg/da, protein içeriği %13,74-18,8, nişasta içeriği %79,53-84,22, yağ içeriği 1,75-2,43 ve gluten içeriği %29-39,5 aralığında değişim göstermiştir. Hem kalite hem de verim bakımından 19 no'lu genotip seleksiyonda ön plana çıkarak bölge için ümit var genotip olmuştur. Frekans dağılım grafiğine göre tane verimi bakımından 31, protein ve gluten içeriğinde 38, nişasta içeriğinde 32 ve yağ içeriğinde 33 genotip ortalama değerin üzerinde yer alarak amaca yönelik seleksiyonun yönünden üstünlük sağlamıştır. Cluster analizine göre genotipler 8 grup altında ve özellikler 2 grup altında toplanmıştır. Bu grupta birbirinden en uzak genotipler 1 ile 2 olurken en yakın genotipler 36 ile 38 nolu genotipler olmuştur. İncelenen özellikler arasındaki korelasyon analizi sonuçlarına tane verimi önemli seviyede olmamakla birlikte protein ve gluten değeriyle negatif, nişasta ve yağ değeriyle pozitif korelasyon ilişkisi göstermiştir. Protein içeriği ise nişasta değeriyle ters ve gluten değeriyle doğrusal ilişkili bulunmuştur

Anahtar Kelimeler: Cluster analizi, Ekmeklik buğday, Seleksiyon, Protein içeriği

Yield and Quality Performance of Bread Wheat Genotypes Using Different Analysis Techniques

Abstract

The purpose of this study was to identify the genotypes of bread wheat that would be the best for the region by utilizing various techniques for analyzing the yield and quality characteristics of the genotypes. The materials used were 68 genotypes from İCARDA and the standard bread variety Empire Plus, which is suitable for the growing conditions in the area. In the experiment, grain yield, protein, starch, fat and gluten content parameters were examined. According to the results obtained; Grain yield values ranged from 48 to 242.4 kg/da, protein contents from 13.74 to 18.8%, starch contents from 79.53 to 84.22%, fat contents from 1.75-2.43, and gluten

contents from 29 to 39.5%. Throughout the selection process, genotype 19 emerged as the most promising genotype for the area in terms of both quality and yield. According to the frequency distribution graph, 31 genotypes outperformed the average in grain yield, 38 in protein and gluten content, 32 in starch content, and 33 in oil content. According to cluster analysis, genotypes were grouped into 8 groups and traits were grouped into 2 groups. In this grouping, the most distant genotypes were 1 and 2, while the closest genotypes were genotypes 36 and 38. According to the results of the correlation analysis between the examined features, grain yield did not have a significant relationship with all of them, but it did have a negative correlation with protein and gluten values and a positive correlation with starch and fat values, whereas protein content had an inverse relationship with starch value and a linear relationship with gluten value.

Keywords: Cluster analysis, Bread wheat, Selection, Protein content

Giriş

Buğday yaklaşık 10.000 yıl önce avcılık ve toplayıcılıktan yerleşik tarıma geçişin adımı olan “Neolitik Devrim”in bir parçası olarak ortaya çıktı. Buğdayın orijini Fırat ile Dicle nehirleri arasında kalan, Türkiye’nin güney doğusunu da kapsayan “Bereketli Hilal” olarak isimlendirilen alandır. Atar (2017)’a göre buğday; Dünyanın değişmez yiyeceği ve Türkiye için ise gıdadan daha fazlası bereket, nimet ve gelenek olarak ifade edilmektedir.

Buğday dünya üzerinde yetiştiriciliği en yaygın olan kültür bitkisidir. Dünya buğday üretiminde %17’lik pay ile Çin ilk sırada yer alırken bunu %16 ile AB ve %14 ile Hindistan takip etmektedir. Dünya buğday üretimi 2020/21 yetiştirme sezonunda 774 milyon civarındadır. Türkiye 21,8 milyon ton üretimle onuncu sıradadır (Anonim 2023).

Ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.), serin iklim tahılları içerisinde ilk sırada yer alır ve beslenme için temel gıda kaynağıdır. İnsan nüfusunun sürekli artmasıyla buğdaya talebin artması ve değişen iklim koşullarıyla birlikte verim de ciddi kayıplar yaşanmaya başlaması nedenleriyle mevcut üretim potansiyeliyle buğdaya olan talebin karşılanmasında üretim yetersizliği yaşanacağı tahmin edilmektedir. Sürdürülebilir gıda güvenliğinin sağlanması tüm dünya için en önemli konulardan başında gelmektedir. Buğday da bu sorunun çözülmesi üretiminin artırılmasından geçmektedir. Bu sorununun seleksiyon ve diğer ıslah metotları kullanılarak bölgeye en uygun çeşidin kazandırılması gibi seçeneklerle çözülebileceği düşünülmektedir.

Ekmeklik buğday genotiplerinin verim ve kalite performansı farklı analiz yöntemlerine göre değerlendirilerek en uygun genotiplerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Çalışma Diyarbakır ilinde faaliyet gösteren Teknobiltar Ar-Ge şirketine ait deneme alanında (37°55'34.24"K; 40°15' 27.34"D), 2021-2022 üretim sezonunda yağışa dayalı koşullarda yürütülmüştür. Çalışmada materyal olarak İCARDA’dan temin edilen 68 adet ekmeklik buğday genotipi ve bölgede yetiştirilen Empire Plus standart çeşidi kullanılmıştır. Deneme parselleri

iki sıra halinde 2 m uzunluğunda oluşturulmuş ve tohumlar elle ekimi yapılmıştır.

Ekim ile birlikte dekara 6 kg saf N ve 6 kg saf fosfor olacak şekilde 20-20 kompoze gübre ve sapa kalkma döneminde 6 kg saf azot üre formunda uygulanmıştır. Çalışmanın yürütüldüğü yetiştirme dönemi boyunca deneme sahasına toplam 260 mm yağış düşmüştür. Deneme sahasında görülen yabancı otlar elle uzaklaştırıldı ve hastalıklara karşı kimyasal ilaç uygulaması yapıldı. Araştırmada tane verimi, protein içeriği, nişasta içeriği, yağ içeriği ve gluten içeriği özellikleri incelenmiştir. Tane verimi, hasat sonunda her parselden elde edilen tane ürünü 0.01 g hassas terazide tartarak elde edilen rakamlar kg/da çevrilmiştir. Taneler öğütme işlemine tabi tutulmadan, her parselden alınan örneklerin protein, nişasta, yağ ve gluten oranı GrainSense cihazında % olarak tespit edilmiştir.

Elde edilen sonuçlara ait veriler Dendrogram hiyerarşik küme analizi ve frekans dağılımı JMP Pro-17 istatistik paket programı ve Biplot grafikleri GenStat 12th paket programı kullanılarak analiz edilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Çalışmada kullanılan ekmeklik buğday genotiplerinde incelenen özelliklere ait değişim değerleri Çizelge 1’de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde tane verim değerinin 48-242,4 kg/da, protein içeriği %13,74-18,8, nişasta içeriği %79,53-84,22, yağ içeriği 1,75-2,43 ve gluten içeriği %29-39,5 değer aralığında değişim gösterdiği görülmüştür. Genotiplere ait ortalama tane verimi ve protein, nişasta, yağ ve glutenden oluşan kalite değerleri sırasıyla, 131,7 kg/da, %16,21, %81,76, %2,03 ve %34,21 olarak tespit edilmiştir. Çalışmada elde ettiğimiz sonuçlar Yıldırım ve ark. (2023)’nin yaptıkları benzer çalışmadaki verim ve kalite değerleri ile benzerlik göstermiştir.

Çizelge 1. Çalışmada incelenen özelliklerin en düşük ve en yüksek değerleri ile Standart sapma ve standart ortalamaları

Kaynak	Tane Verim (kg/da)	Protein (%)	Nişasta (%)	Yağ (%)	Gluten (%)
Std Dev.	55,65	0,95	0,98	0,14	2,21
Std Error	6,699	0,114	0,118	0,017	0,265
En Düşük	48	13,74	79,53	1,75	29
En Yüksek	242,4	18,8	84,22	2,43	39,5
Ortalama	131,7	16,21	81,76	2,03	34,21

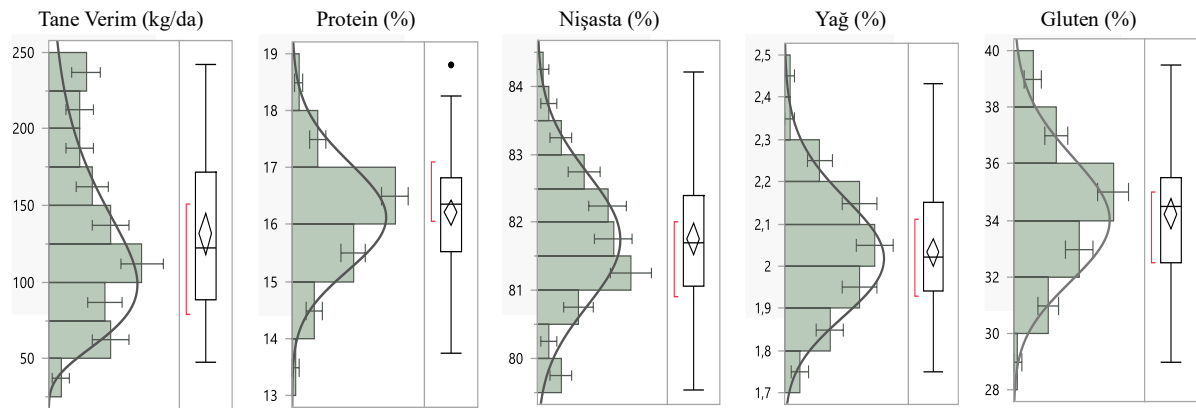
İncelenen 68 adet genotip ve Empire Plus standart çeşidine ait tane verimi, protein, nişasta, yağ ve gluten içeriği değerleri genotip bazında Çizelge 2’de verilmiştir. Tane verimi bakımından 64-19-48-27-51 genotipler, protein ve gluten içeriği bakımından 19-45 genotipler, nişasta içeriği bakımından 63-51 genotipler, yağ içeriği bakımından 57-43 genotipler en yüksek değere sahip olmuştur. Hem kalite hem de verim bakımından 19 genotipi ön plana çıkmıştır. Tane verimi ve kalite özellikleri bitkinin genetik potansiyeli, çevre faktörleri ve yetiştirme tekniklerinin ortak etkileşimi sonucu ortaya çıktığı düşünülmektedir (Albayrak ve ark., 2020; Kızılgeci, 2019; Kızılgeci ve ark., 2023).

Çizelge 2. Araştırmada incelenen genotiplere ait tane verimi, protein, nişasta, yağ, gluten L ve b* değerleri

No	Tane verim (kg/da)	Protein (%)	Nem	Nişasta (%)	Yağ (%)	Gluten (%)	Origin
1	122,4	14,53	9,61	83,53	1,94	30,50	MXI19-20\M54IBW/39SAW\47
2	173,6	16,44	9,87	81,5	2,06	35,00	MXI19-20\M54IBW/39SAW\156
3	104,8	16,29	9,6	81,49	2,22	34,50	MXI19-20\M54IBW/39SAW\166
4	69,6	16,46	9,49	81,39	2,15	35,00	MXI19-20\M54IBW/39SAW\168
5	164	16,07	9,03	81,97	1,97	34,00	MXI19-20\M54IBW/39SAW\169
6	48	15,3	9,53	82,79	1,91	32,00	MXI19-20\M54IBW/39SAW\204
7	53,6	17,09	10,17	80,76	2,18	36,00	MXI19-20\M54IBW/39SAW\210
8	140,8	16,3	8,8	81,8	1,9	34,50	MXI19-20\M54IBW/39SAW\214
9	72	16,41	9,54	81,56	2,02	35,00	MXI19-20\M54IBW/39SAW\240
10	82,4	17,88	9,51	79,95	2,17	38,00	MXI19-20\M54IBW/39SAW\255
11	87,2	15,9	9,5	82	2,1	33,50	MXI19-20\M54IBW/39SAW\259
12	67,2	16,36	8,67	81,68	1,96	34,50	MXI19-20\M54IBW/39SAW\261
13	67,2	16,41	9,09	81,51	2,07	34,50	MXI19-20\M54IBW/39SAW\266
15	53,6	16,6	8,9	81,4	2	35,00	MXI19-20\M54IBW/39SAW\283
16	170,4	16,95	9,67	81	2,06	36,00	MXI19-20\M54IBW/39SAW\287
17	151,2	16,92	9,04	81,05	2,03	36,00	MXI19-20\M54IBW/39SAW\292
18	188	15,8	8,9	81,9	2,2	33,50	MXI19-20\M54IBW/39SAW\294
19	240	18,8	9	79,7	1,8	39,50	MXI19-20\M54IBW/39SAW\310
20	208	16,45	9,4	81,4	2,15	35,00	MXI19-20\M54IBW/39SAW\311
21	79,2	16,05	9,32	82,03	1,91	34,00	MXI19-20\M54IBW/39SAW\312
22	120,8	15,6	9,1	82,4	2	33,00	MXI19-20\M54IBW/39SAW\313
23	134,4	17,64	8,97	80,29	2,08	37,50	MXI19-20\M54IBW/39SAW\324
24	104,8	15,76	9,69	82,38	1,86	33,00	MXI19-20\M54IBW/39SAW\341
25	109,6	16,92	9,2	81,11	1,97	36,00	MXI19-20\M54IBW/39SAW\368
26	136	15,63	9,56	82,28	2,08	33,00	MXI19-20\M54IBW/39SAW\378
27	238,4	16,09	9,58	81,81	2,1	34,00	MXI19-20\M54IBW/39SAW\379
28	54,4	14,9	9,4	83,1	2	31,00	MXI19-20\M54IBW/39SAW\380
29	200	15,53	9,66	82,47	2,01	32,50	MXI19-20\M54IBW/39SAW\386
30	92	16,83	10,06	81,02	2,15	35,50	MXI19-20\M54IBW/39SAW\391
31	89,6	16,83	9,7	80,96	2,21	35,50	MXI19-20\M54IBW/39SAW\399
32	220	15,81	9,73	82,04	2,15	33,50	MXI19-20\M54IBW/39SAW\408
33	147,2	16,78	9,72	81,01	2,21	35,50	MXI19-20\M54IBW/39SAW\412
34	117,6	17,7	8,6	80,3	2	38,00	MXI19-20\M54IBW/39SAW\414
35	88	16,85	9,54	80,94	2,21	36,00	MXI19-20\M54IBW/39SAW\422
36	183,2	16,59	9,5	81,45	1,96	35,00	MXI19-20\M54IBW/39SAW\426
37	133,6	15,95	9,34	81,98	2,07	30,00	MXI19-20\M54IBW/39SAW\436
38	184	16,61	9,64	81,41	1,97	35,00	MXI19-20\M54IBW/39SAW\441
39	116	16,99	9,1	80,99	2,02	36,00	MXI19-20\M54IBW/39SAW\443
40	144	17,04	9,67	81,1	1,87	36,00	MXI19-20\M54IBW/39SAW\445
41	97,6	17,07	9,4	80,91	2,02	36,50	MXI19-20\M54IBW/39SAW\449
42	154,4	15,39	9,65	82,67	1,94	32,50	MXI19-20\M54IBW/39SAW\456
43	100,8	16,55	9,76	81,08	2,37	35,00	MXI19-20\M54IBW/39SAW\459
44	107,2	15,26	9,32	82,91	1,84	32,00	MXI19-20\M54IBW/39SAW\504

45	124	18,25	9,39	79,53	2,22	39,00	MXI19-20\M54IBW\39SAW\510
46	216,8	15,78	9,84	82,11	2,11	33,50	MXI19-20\M54IBW\39SAW\517
47	225,6	16,89	9,56	80,91	2,2	36,00	MXI19-20\M54IBW\39SAW\530
48	239,2	16,44	9,25	81,58	1,98	35,00	MXI19-20\M54IBW\39SAW\559
49	88,8	16,25	9,79	81,7	2,06	34,50	MXI19-20\M54IBW\39SAW\562
50	128	16,53	9,51	81,73	1,75	35,00	MXI19-20\M54IBW\39SAW\565
51	236	14,38	9,39	83,8	1,82	30,00	MXI19-20\M54IBW\39SAW\585
52	159,2	15,73	9,75	82,09	2,18	33,00	MXI19-20\M54IBW\39SAW\587
53	60,8	16,77	9,31	81,24	1,99	35,50	MXI19-20\M54IBW\39SAW\589
54	105,6	15,14	9,26	82,92	1,94	32,00	MXI19-20\M54IBW\39SAW\592
55	62,4	14,99	9,56	83,07	1,94	31,50	MXI19-20\M54IBW\39SAW\609
56	104	17,35	9,71	80,72	1,93	37,00	MXI19-20\M54IBW\39SAW\611
57	144	16,36	10,3	81,21	2,43	34,50	MXI19-20\M54IBW\39SAW\619
58	128,8	17,86	9,62	79,96	2,18	38,00	MXI19-20\M54IBW\39SAW\634
59	100	16,82	9,71	81,13	2,05	35,50	MXI19-20\M54IBW\39SAW\637
60	180	15,5	9,19	82,4	2,1	32,50	MXI19-20\M54IBW\39SAW\639
61	161,6	15,52	9,7	82,31	2,17	32,50	MXI19-20\M54IBW\39SAW\645
62	111,2	14,71	9,8	83,43	1,86	31,00	MXI19-20\M54IBW\39SAW\651
63	216	13,74	9,72	84,22	2,05	29,00	MXI19-20\M54IBW\39SAW\665
64	242,4	14,98	9,47	82,89	2,13	31,50	MXI19-20\M54IBW\39SAW\670
65	199,2	14,67	9,34	83,23	2,1	30,50	MXI19-20\M54IBW\39SAW\680
66	56	15,34	9,18	82,87	1,76	32,50	MXI19-20\M54IBW\39SAW\730
67	118,4	16,09	9,25	82,15	1,76	34,00	MXI19-20\M54IBW\39SAW\732
68	48	16,42	9,23	81,71	1,88	35,00	MXI19-20\M54IBW\39SAW\742
69	84,8	15,41	9,11	82,72	1,86	32,50	MXI19-20\M54IBW\39SAW\745
Empire	132	15,19	9,35	82,97	1,88	31,79	Standart Çeşit

Genotiplerin verim ve kalite özelliklerine ait frekans dağılımı Şekil 1’de verilmiştir. Protein, nişasta yağ ve gluten değeri değişim yönünden genotiplerin büyük oranda normal dağılım gösterdikleri görülmektedir. Bu durum incelenen özellikler yönünden genotipler arasındaki varyasyonun geniş ve düzenli olduğunu göstermektedir. Tane verimi yönünden benzer durum söz konusu olmamıştır. Tane verimi bakımından genotiplerin büyük oranda 50-175 kg/da değer sınırlarında kümelendiği görülmektedir. Ortalamanın üstünde yer alan amaca yönelik genotiplerin seçiminde frekans dağılım sonuçları kolaylık sağlayacaktır. Tane veriminde 31, protein ve gluten içeriğinde 38, nişasta içeriğinde 32 ve yağ içeriğinde 33 genotip ortalama değerin üzerinde yer aldığı görülmüştür.



Şekil 1. İncelenen buğday genotiplerinin tane verimi, protein, nişasta, yağ ve gluten içeriği yönünden frekans dağılımları

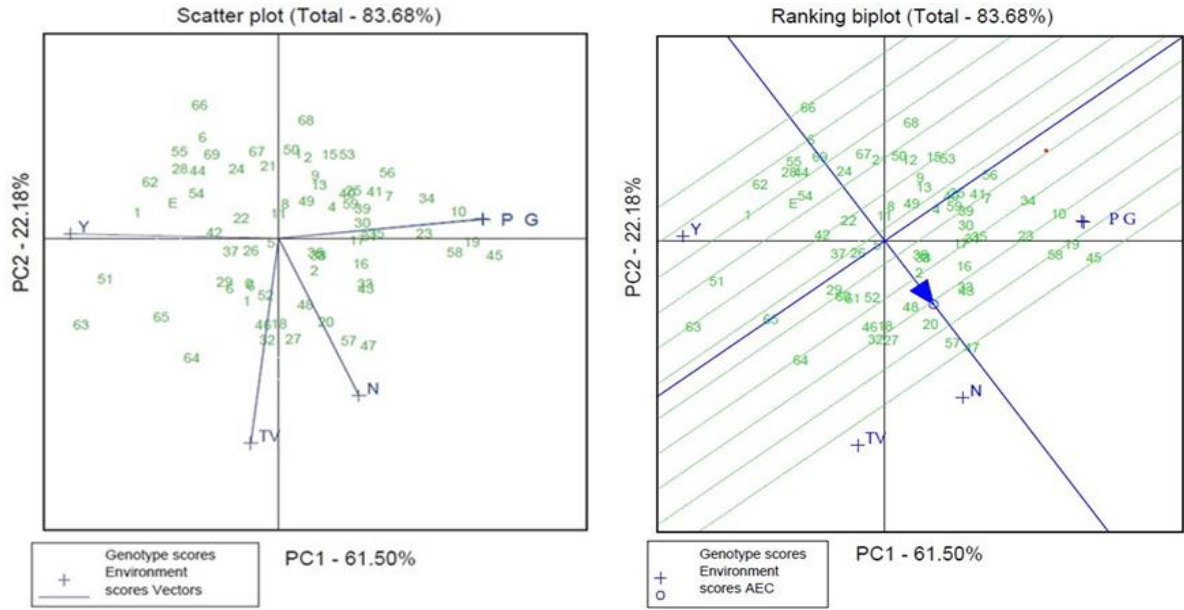
İncelenen özellikler arasındaki korelasyon sonuçlarına bakıldığında tane verimi önemli olmakla birlikte protein ve gluten değeriyle negatif, nişasta ve yağ değeriyle pozitif korelasyon ilişkisi içerisinde bulunmuştur (Çizelge 3). Protein içeriği ise nişasta değeriyle ters ve gluten değeriyle doğrusal, her iki özellik bakımından önemli korelasyon oluşturmuştur. Nişasta içeriği yağ içeriği ve gluten içeriği ile negatif ve önemli korelasyon ilişkisi içerisinde bulunmuştur.

Çizelge 3. Özellikler arası korelasyon ilişkisi

	TV	P	N	Y
P	-0,1143			
N	0,1017	-0,9877**		
Y	0,1173	0,2291	-0,3746*	
G	-0,1123	0,9762**	-0,9653**	0,2213

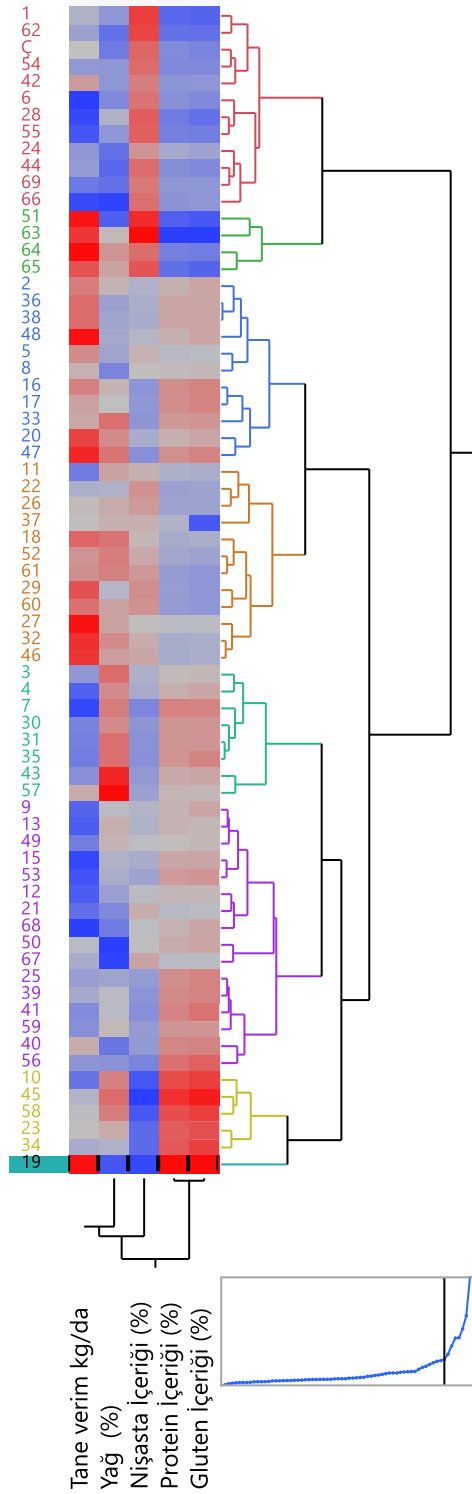
TV: tane verim, P: protein, N: nişasta, Y: yağ, G: gluten

Genotip-özellik ve özellikler arası ilişkileri görsel inceleme ve değerlendirme imkânı sunan Biplot Scatter plot ve Ranking grafikleri Görsel 2’de verilmiştir. Biplot grafiğinde PC1 (Ana Bileşen 1) %61,50’ini ve PC2 (Ana Bileşen 2) %22,18’ini temsil ettiği grafik, varyasyonun toplam %83,68’ini oluşturmaktadır. Scatter plot modeline göre özellikleri temsil eden iki vektör arasındaki açı daraldıkça (P ile G) güçlü pozitif korelasyon, açı değeri arttıkça (N ile Y) korelasyonun azaldığı, açı 90° olunca (TV ile Y) korelasyonun olmadığı şeklinde yorumlanmaktadır. Scatter biplot grafik yöntemine göre protein ve gluten bakımından 19,58,45,10, 23 ve 34 genotiplerinin ön plana çıktığı görülmektedir. Ranking biplot yöntemi, tüm özelliklerin ortalaması üzerinden genotiplerin stabilitesi ve en uygun genotipleri göstermektedir. Bu grafik genelde tüm özelliklerin ortalaması üzerinden oluşturulan iki eğri (ok ile gösterilen dikey ve yatay) ile açıklanmaktadır. Yatay eğri özelliklerin ortalamasını, ok ile gösterilen dikey eğri ise tüm özelliklerin ortalaması bakımından genotiplerin stabilitesini göstermektedir. P ve G parametreleri genotipler bakımından doğrusal bir ilişki içerisinde olduğu belirlenmiş olup bu iki özellik bakımından en iyi genotipler 45,19,10 ve 58 olduğu açık bir şekilde Görsel 2’de belirlenmektedir. Stabilite çizgisine en yakın olan 47,57,20 ve 48 nolu genotipler diğer genotiplere göre tüm özellikler bakımından en stabil genotipler olarak görülmektedir.



Görsel 2. Biplot analiz yöntemine göre genotip x özellik ilişkisinin Scatter plot ve Ranking grafik yöntemi, E: Empire standart çeşit

Genotiplerin incelenen özellikler yönünden yakınlık ve uzaklıklarını görüntülemek için cluster analizleri yapılarak dendrogramlar oluşturulmuştur (Görsel 3). Yapılan Cluster analizine göre genotipler 8 grup altında ve özellikler 2 grup bu gruplarda kendi içinde alt gruplara ayrılmıştır. Bu grupta birbirinden en uzak genotipler 1 ile 2 olurken en yakın genotipler 36 ile 38 nolu genotipler olmuştur. Genotiplerin yakınlık ve uzaklık değerleri seleksiyonda birbirine yakın olmayan genotiplerin seçilmesine imkân tanımakta ve seleksiyon etkinliğini artırılmasına katkı sağlamaktadır. Böylelikle birbirine çok benzer genotipler seçilmeyecek ve farklı çevre koşullarına uyum sağlamada stabilite artırılacaktır (Yıldırım ve ark. 2023).



Görsel 3. Hiyerarşik Dendrogram analizi

Sonuç

Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre incelenen özellikler yönünden üstün genotiplerin belirlenmesinde farklı analiz yöntemlerinin kullanılması amaca yönelik genotip seçiminde avantaj sağlayacağı kanaatine varılmıştır.

Kaynakça

Albayrak, Ö., Kızılgöçü, F., Yıldırım, M., Akıncı, C. (2020). Farklı çevrelerde yetiştirilen yazlık ekmeklik buğday genotiplerinin tane verimi ve kalite özellikleri yönünden incelenmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 35(2), 167-174.

Anonim 2023, https://www.ankaratb.org.tr/lib_upload/Bugday%20Raporu.pdf.

Atar, B. (2017). Gıdamız Buğdayın, Geçmişten Geleceğe Yolculuğu. *Yalvaç Akademi Dergisi*, 2 (1) , 1-12 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/yalvac/issue/32621/335464>

Kızılgöçü, F., Eliş, S., Yıldırım, M. (2023). Kurak Koşullarda Ekmeklik Buğday Genotiplerinin Verim ve Kalite Performansının İncelenmesi. *Africa 3rd International Conference On New Horizons In Science*, 1- 3 September, Casablanca.

Kızılgöçü, F. (2019). Physiological, agronomical and quality response of bread wheat to phosphorus application under dryland condition. *Applied Ecology & Environmental Research*, 17(2).1979-1987.

Yıldırım, M., Eliş S., &Kızılgöçü, F. (2023 Haziran 24-25). Cımyıt Kökenli Ekmeklik Buğday Genotiplerinin Aşırı Kurak Geçen Sezonda Performanslarının Değerlendirilmesi. 1st Bilsel International World Science And Research Congress Istanbul/Turkey. Tam metin sayfa 259-266.

Yıldırım, M., Eliş, S., Kızılgöçü, F. (2023). Kışlık Karakterli İleri Ekmeklik Buğday Genotiplerinin Diyarbakır Koşullarında Verim ve Kalite Performanslarının Belirlenmesi. *Africa 3rd International Conference On New Horizons In Science*, 1- 3 September, Casablanca.

YETİŞTİRİCİLİĞİ YAPILAN NOHUT BİTKİSİNİN ÜRETİM DEĞERLERİNİN ZAMAN SERİSİ İLE ANALİZİ

Prof. Dr. ÖMER SÖZEN¹, Prof. Dr. UFUK KARADAVUT²

¹Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Sivas, Türkiye, 0000-0001-5528-7887

²Karabük Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü, Karabük, Türkiye, 0000-0001-5362-7585

ÖZET

Nohut, yüksek protein ve karbonhidrat değerinin yanında vitamin zenginliği ve besinsel madde içerikleri ile insan beslenmesinde önemli yer tutan bir yemeklik tane baklagil bitkisidir. Ülkemizde nemli bölgeler hariç İç Anadolu ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri ile Geçit Bölgelerinde rahatlıkla yetiştiriciliği yapılabilen nohut ülkemizde yemeklik tane baklagiller içinde en fazla üretim değerine sahip konumundadır. Hem kışlık hem de yazlık olarak yetiştiriciliği yapılabilen nohut bitkisi dünya geneli için önemli olduğu gibi ülkemiz içinde önemli bir bitkisel protein kaynağıdır. Ancak yaşanan iklim değişikliği ile ekim, üretim ve verim değerlerinde ciddi değişimler görülmeye başlanmıştır. Ancak bu değişimler sayısal olarak görülmesine rağmen bilimsel olarak ne anlama geldiği konusunda yeterli açıklama yapılamamaktadır.

Bu çalışmada zaman serileri analizi yapılarak nohut bitkisine ait ekim, üretim ve verim değerlerinin durumu gözlenmeye çalışılmıştır. Bunun içinde TÜİK verileri dikkate alınarak ülkemizdeki en önemli nohut yetiştiriciliği yapan iller olan Kayseri, Sivas ve Yozgat seçilerek 2007-2021 yılları arasındaki 15 yıllık veriler değerlendirmeye alınmıştır. Çalışmada kullanılan model olarak öncelikle durağanlık testleri yapılmıştır. Durağanlık analizi “Genişletilmiş Dickey-Fuller” (ADF) birim kök testi ile yapılmış olup zaman serisi analizinde ise ARIMA modeli kullanılmıştır. Sonuç olarak ekim alanında Kayseri, Yozgat ve Sivas illerinde nohut üretim miktarlarının 2035 yılına kadar bir miktar artma eğiliminde olacağı ancak bu süreden sonra azalmaya başlayacağı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Nohut, Zaman Serisi, ADF, Öngörü

1. GİRİŞ

Nohut bitkisi dünya genelinde baklagiller içinde ilk kültüre alınan bitki olması nedeniyle önemlidir. Tam olarak bilinmesi de nohut bitkisinin orijin bölgesinin yatay istikamette Yunanistan ile Himalayalar, düşey istikamette ise Kırım-Etiyopya arasındaki bölge olduğu öne sürülmektedir (Akalin, 2006). Vavilov (1926) ise Nohut için Güney Batı Asya ve Akdeniz Bölgesinin primer, Etiyopya'nın ise sekonder gen merkezi olduğunu belirtmektedir. Kökeni neresi olursa olsun insanlık için önemli bir besin kaynağı olduğu konusunda birliktelik vardır (Rois ve ark., 1994). Bileşimindeki yüksek protein, yağ, vitamin ve mineral madde miktarları

nedeniyle büyük öneme sahip bir baklagil bitkisi olan nohutta aynı zamanda özellikle isoleucine, leucine ve lysin gibi insan beslenmesi üzerinde büyük önemi bulunan aminoasitler yönünden de zengindir (Şehirli, 1988). Tanelerinin proteince çok zengin olması (%18-31) nohudun gıda değerini arttırmakla birlikte bunun yanında sanayi hammaddesi olarak da kullanılmasını sağlamaktadır. Köklerindeki *Rhizobium* bakterileri vasıtasıyla dekara 8 kg saf azot bağlama kapasitesi gösterebilen nohut hem kendi ihtiyacı olan azotu hem de kendinden sonraki bitkinin azot ihtiyacına da olanak sağlayabilmektedir (Konses ve ark., 1991).

Yetiştiriciliği yapılan bölgelerde nohut üretiminde yıllara göre ciddi dalgalanmalar yaşanabilmektedir. Üretimden, talepten ya da ülkenin içinde bulunduğu ya da alınan ekonomik kararlar nedeniyle değişimler görülebilmektedir (Gu ve ark., 1998). Bunların kararsız hareketler olması nedeniyle önceden tahmin edilmesi çoğu zaman mümkün olamamaktadır. Ancak yıllar itibarıyla genel olarak oransal bir azalmanın olduğu görülmektedir. Üretiminde yaşanan gerilemenin sebeplerinin makinalı tarıma olanak sağlayan, hastalık ve zararlılara dayanıklı, standart çeşitlerin geliştirilememesi yanında yanlış fiyat politikaları ve üretim maliyetlerinde yaşanan artışlar olduğu söylenebilir (Berk ve Uçum, 2019). Üretim planlaması yapılırken ileriye öngörmek her zaman için bizlere avantajlar sağlamaktadır. Öngörülebilir tahminler ile gelecekte olması muhtemel aksaklıkların önüne geçilmesi ve üreticilerin zarar etmesi engellenebilmektedir. Arz ve talebin dengelenmesinde üretimin korunması ve gelecekteki konumunun önemsenmesi gerekli görülmektedir (Bircan ve Karagöz., 2003). Üretimin gelecekteki durumunu gözlemleyebilmek için öncelikli olarak geçmişteki durumlarına bakmak gerekmektedir. Bunun içinde yapılması gereken istatistiksel zaman serileri analizleridir (Özer ve İlkdoğan, 2013). Geçmişteki bilgiler ile geleceğe yönelik olarak tahminlemeler yapmak bizleri geleceğe hazırlayacağından önemli bulunmaktadır. Kuru fasulye, mercimek ve nohut için ekonomik açıdan ticari değişimlerin incelendiği çalışmada bu ürünler için reel gelirden yıllara göre belirgin düşmeler olduğu Uzunöz (2013) tarafından tespit edilmiştir. Agbola ve ark. (2000) ise Hindistan'da nohut tarımı ve ekonomisi üzerine yürüttükleri zaman serisi çalışmasında geleceğe yönelik olarak bazı önerilerde bulunmuşlar ve üretimin ekonomik desteklemeler ile yönlendirilmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Berk ve Uçum (2019) ise nohut üretimi için ARIMA modelini kullanarak yürüttükleri çalışmalarında nohut üretimi için artış tahmininde bulunmuşlardır. Aydoğan ve ark. (2015) üretimde ARDL modelini kullanarak yürüttükleri çalışmalarında üretimin ve üretim alanının asıl belirleyicisinin destekler olduğunu ve destek miktarına bağlı olarak artışların olacağını belirtmişlerdir.

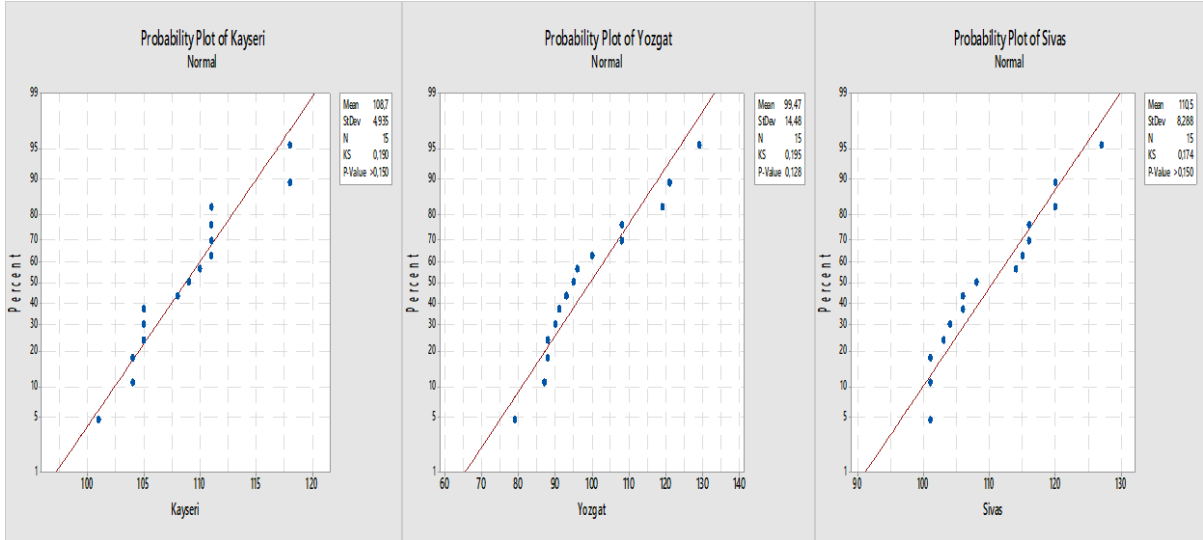
Kayseri, Yozgat ve Sivas illerinde uzun yıllardır yetiştirilmekte olan nohut bitkilerinin ekim, üretim ve verim bakımından zaman serisi analizleri ile gelecek durum hakkında tahminlemelerde bulunmak bu çalışmanın amacını oluşturmaktadır.

2. MATERYAL ve METOT

Çalışmamızda kullanılan veriler Kayseri, Yozgat ve Sivas illerine ait 2007-2021 yılları arasındaki nohut üretim değerlerinden oluşmaktadır (TÜİK, 2022). Çalışmada, yöntem olarak zaman serisi analizleri uygulanmıştır. Öncelikle ADF testi uygulanarak değişkenlerin durağanlığı test edilmiştir. Daha sonra ise iki aşamalı E-G yöntemi kullanılmış ve değişkenlerin aralarındaki eş bütünleşmenin varlığı araştırılmıştır. Son olarak Granger nedensellik testi ile değişkenler arasındaki ilişkinin yönü belirlenmeye çalışılmıştır. Zaman serisi analizlerinde aşamalı çalışmalar yapılması faydalı olmaktadır. Öncelikli olarak Verilerin normallik varsayımını yerine getirdiklerinden emin olunmalıdır. Bunun için normallik testleri yapılmış ve normal dağıldıkları gözlenmiştir. Normallik varsayımını yerine getiremeyen verilerde logaritmik ya da karekök dönüşümün yapılması gerekmektedir (Karadavut, 2022). Verilerin dönüştürülmesi varyansı sabitlediği için yapılması gerekmektedir (Dasyam ve ark., 2015).

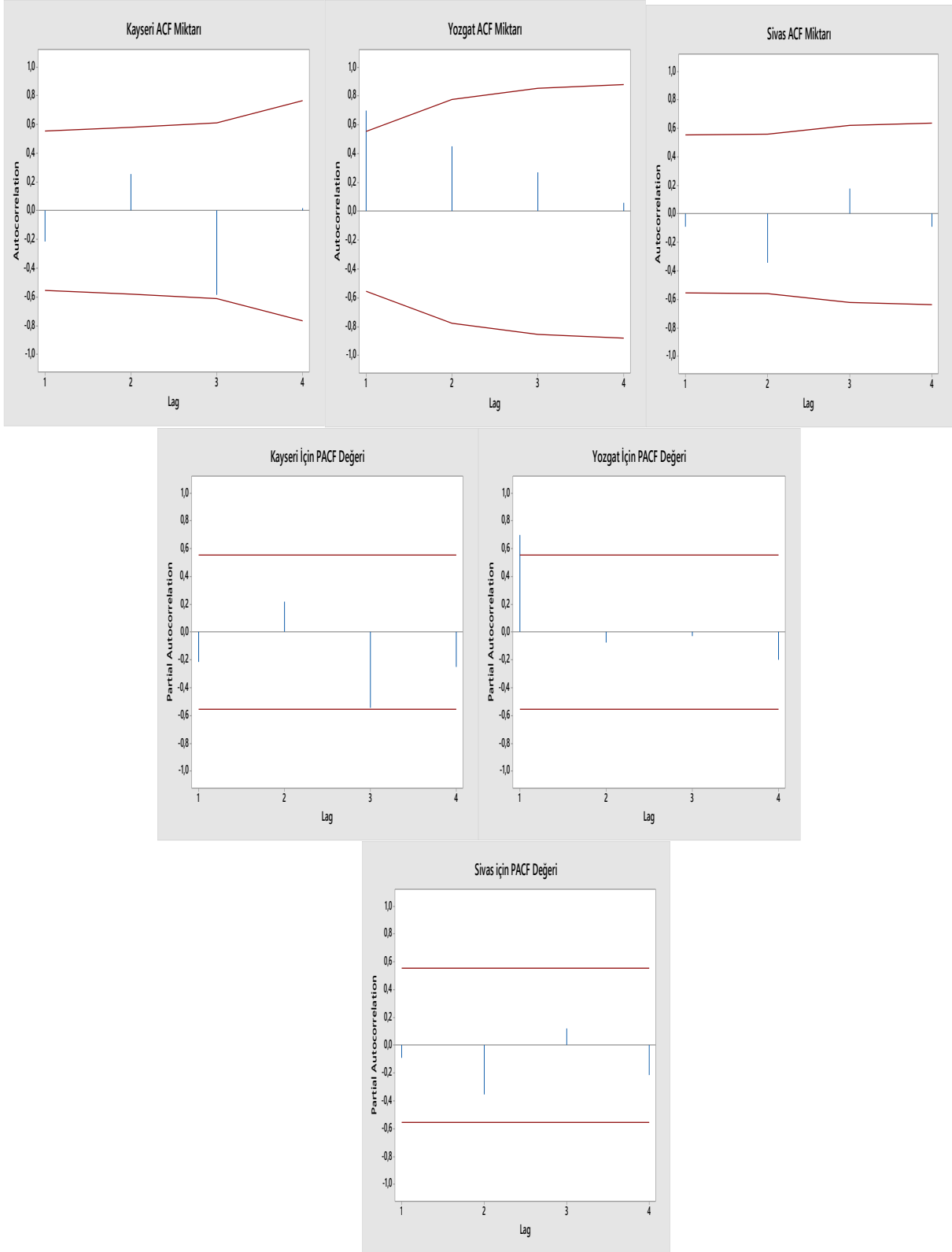
3. ELDE EDİLEN BULGULAR ve TARTIŞMA

Yürütülen çalışmada öncelikli olarak normallik testleri MINITAB üzerinden Anderson Darling analiz tekniği kullanılarak yapılmıştır (Şekil 1). Buna göre Kayseri, Yozgat ve Sivas illerinin üretim değerlerinin normal dağılım gösterdikleri belirlenmiştir. Normallik varsayımı için diğer koşulların gerçekleştiği görülmüştür. Bu sonuç veriler üzerinde parametrik testlerin yapılabileceğini göstermektedir. ACF değeri MA modeline uygunluğun gözlenmesinde bizlere yardımcı olmaktadır. Bu değer değer belirli bir q gecikmesinde en üst seviyeye çıkarak sıfırlanıyorsa MA(q) modeli için uyum sorunu bulunmamaktadır denilir.



Şekil 1. Kayseri, Yozgat ve Sivas İllerine ait verilerin normallik test sonuçları

Benzer şekilde PACF değeri de bir p gecikmesinde en üst seviyeye çıktıktan sonra durağanlaşıyorsa veri setinin AR (p) modeline uyduğu söylenebilir. Eğer ACF ve PACF değerleri burada belirtilen koşulları sağlamıyorsa veri setimizin ARMA (p, q) modeline uyduğu söylenebilir (Erdoğan ve Gürbüz, 2014). Yürüttüğümüz çalışmada ACF ve PACF değerleri 0.05'e göre durağanlık gösterdikleri tespit edilmiştir. Otokorelasyon incelendiğinde ise elde edilen hata verilerinin azalarak devam ettikleri belirlenmiştir. Buna göre azalma yönünde bir trend söz konusudur ve bu da kesintinin olacağını ifade etmektedir. Şekil 2'de verilen ACF ve PACF şekillerinde otokorelasyonların durumu gösterilmektedir. Şekiller incelendiğinde gecikmelerin önemli olduğu anlaşılmaktadır. Buna bağlı olarak Kayseri, Yozgat ve Sivas illerindeki nohut üretim miktarlarının değişken yapıya sahip olduğu ve durağan olmadıkları anlaşılmaktadır. Özellikle iklim koşullarındaki, ülke içinde talepteki değişim ve siyasi iradenin desteklerindeki yetersizlikler nedeniyle nohut üretiminde kararsız hareketler sıklıkla görülebilmektedir.



Şekil 2. Modele ait otokorelasyon (ACF) ve kısmi otokorelasyon (PACF) fonksiyonları

Modele uygunluk için yapılan ADF test sonuçları Çizelge 1’de verilmektedir. Çizelge incelendiğinde çalışılan modelin ARIMA modeline uygun olduğu görülmektedir.

Çizelge 1. Genelleştirilmiş Dickey-Fuller (ADF) Test Sonuçları

Testler	Düzy	Fark
ADF t istatistiği	-1.71287	-4,7874
Mc Kinnon Tek Yönlü P Değeri (Olasılık Değeri)	0,2711	0,0000
0,01'e göre	-2,46741	-2,62876
0,05'e göre	-2,01766	-2,42708
0,10'a göre	-1,98657	-1,94491

Düzy ve ilk farkı alındıktan sonraki hareketlerin durumunun incelendiği çizelgede birinci farktan sonra durağanlaşmanın oluştuğu anlaşılmaktadır. Bu en iyi modelin ARIMA olduğunu bizlere göstermektedir. ARIMA modeli için bulunan katsayılarında anlamlı olduğu ve AR ve MA modellerinin katsayılarının önemli olduğu görülmektedir (Çizelge 2).

Çizelge 2. ARIMA Modeli ile Nohut Üretimine İlişkin Katsayılar

Model	Katsayı	Standart Hata	t	p
AR 1	-0,5162	0,1644	-1,86	0,003
MA 1	0,8154	0,1567	5,82	0,000
Sabit	2014	1061	2,83	0,004

Kayseri, Yozgat ve Sivas illerine ait nohut üretim değerlerinin modelden tahmin edilerek belirlenen ileriki yıllarına ait üretim öngörü değerleri Çizelge 3'de verilmektedir. Çizelge incelendiğinde 2025 ile 2035 yılları arasında sürekli bir artış eğilimin olacağı ancak 2040 yılından itibaren bir azalmanın görüleceği anlaşılmaktadır.

Çizelge 3. Kayseri, Yozgat ve Sivas İllerinde 2020 ile 2040 yılları arası nohut üretim öngörülleri

Yıllar	İller	ARIMA	Öngörü (Ton)
2025	Kayseri	14856	246,5
	Yozgat	4987	17.084
	Sivas	70216	816,4
2030	Kayseri	12509	257,1
	Yozgat	5218	18.193
	Sivas	69054	977
2035	Kayseri	13667	296,9
	Yozgat	4591	19.233
	Sivas	68106	1.055
2040	Kayseri	15201	291,3
	Yozgat	5102	18.132
	Sivas	71288	995,2

2025 yılında Kayseri ilinde 246,5 ton olması beklenen üretim değeri 2030'da 257,1 tona, 2035 yılında 296,9 tona kadar yükselecek ancak 2040 yılında bu değerin 291,3 tona düşeceği ön görülmektedir. Düşüş miktarının az olması bizleri etkilememekle birlikte farklı değerlendirmeler yapılabilecektir. Ancak nüfus artış miktarının özellikle son 10 yılda 20 milyon kadar artması (sığınmacıların ülkemize gelmesiyle) ciddi bir sorunun olacağını göstermektedir.

2025 yılında Sivas ilinde 816,4 ton olması beklenen üretim değeri 2030 yılında 977 tona, 2035 yılında 1.055 tona kadar yükselecek ancak 2040 yılında bu değerin 995,2 tona düşeceği beklenmektedir. Yozgat ilindeki durum ise çok daha dikkat çekicidir. 2025 yılında 17.084 ton olması beklenen üretim değerinin 2030 yılında 18.193 tona, 2035 yılında 19.233 tona kadar yükseleceği ancak 2040 yılına gelindiğinde ise bu değerin 18.132 tona gerileyeceği ön görülmektedir. Yaklaşık bin tonluk bir azalma söz konusu olacaktır ve bu dikkate değer bir miktarı göstermektedir.

4. SONUÇ

Bitkisel üretim özellikle doğaya bağlı olan tür ve çeşitler için her zaman riskli olmuş ve olmaya da devam edecektir. Nohut bitkisi de doğaya doğrudan bağlı olarak yetiştirilen bitkilerdendir. Bu nedenle ekolojik koşullardaki her türlü değişim verim ve üretim miktarlarına doğrudan etki yapabilmektedir. Bunun içinde gerekli tedbirlerin ciddi şekilde alınması gelecek açısından önem arz etmektedir. Yürütülen çalışmada 2007-2021 yıllarını kapsayan 15 yıllık veriler kullanılarak geleceğe yönelik olarak tahminleme yapılmıştır. Bunun içinde zaman serileri analizi kullanılmış ve model açısından ARIMA modelinin en uygun olduğu belirlenmiştir. Yapılan öngörülere göre her üç ilde de 2035 yılına kadar artışın olacağı ancak bu yıldan itibaren azalmaların olabileceği gözlenmiştir. Özellikle sığınmacı sayısındaki artışa bağlı olarak ülkemizde gıdaya ulaşımın çok daha önemli olacağı yıllara doğru hızla ilerlerken protein açısından çok önemli olan nohut üretiminin tehlikeye atılmamasına dikkat edilmelidir. Bu çalışmada elde edilen sonuçların geleceğe yönelik olarak yapılacak planlamalarda ve projeksiyon çalışmalarında faydalı olması dileğimizdir.

KAYNAKÇA

- Agbola, F.W., Bent, M.J.M., Rao, P.P., & Kelley, T.G. (2000), Factors influencing the demand for chickpea in India: Implications for Marketing and Promotion in the Indian chickpea market. *Proceedings of the 43rd Conference of Australian Agricultural and Resource Economics Society*, January 23-25, Sydney, Australia.
- Aydoğan, M., Demiryürek, K., & Abacı, N.İ. (2015). Türkiye’de kuru fasulye üretiminin mevcut durumu ve gelecek dönemler üretiminin tahmin edilmesi. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 3(12), 962-968 s.
- Berk., A., ve Uçum, İ. (2019). Türkiye’nin nohut üretiminin ARIMA modeli ile tahmini. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9 (4), 2284-2293 s.
- Bircan, H., ve Karagöz, Y. (2003). Box-Jenkins modelleri ile aylık döviz kuru tahmini üzerine bir uygulama. *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (6) 2003 / 2, 49-62 s.

- Dasyam, R., Pal, S., Rao, V.S., & Bhattacharyya, B. (2015). Time series modeling for trend analysis and forecasting wheat production of India. *International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology Citation: IJAEB*, 8 (2), 303-308 p.
- Erdoğan, S., ve Gürbüz, S. (2014). Türkiye'de enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisi: Yapısal kırılmalı zaman serisi analizi. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (32), 79-87 s.
- Gu, W-K., Zhu, J-Q., Wallace, D.H., Singh, S.P., & Weeden, N.F. (1998). Analysis of genes controlling photoperiod sensitivity in common bean using DNA markers *Euphytica*, 102, 125-132 p.
- Işıklar, Z.E. (2016). İMKB Ulusal 100 endeksi getiri volatilitésinin analizi üzerine bir araştırma. *Selçuk Üniversitesi, Sosyal ve Teknik Araştırmalar Dergisi*, 12, 245-260 s.
- Kaplan, K., ve Kızılaslan, H. (2022). Türkiye'de nohut üretim alanını etkileyen faktörlerin ARDL modeli ile analizi. *Tarım Ekonomisi Araştırmaları Dergisi*, 8 (1), 67-75 s.
- Karadavut, U. (2022). Deneme Planlaması ve Analizi. *Efe Akademi Yayınları*, İstanbul.
- Konses, I., Ofir, M., & Kigel, J. (1991). The effect of temperature on the production and abscission of flowers and pods in snap bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Annals of Botany*, 67 (5), 391-399 p.
- Özer, O.O., ve İlkdoğan, U. (2013). Box Jenkins modeli yardımıyla dünya pamuk fiyatının tahmini. *Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10 (2), 13-20 s.
- Rois, B.M.J., Ramon, V.A., Flojez, O.G., & Posada, S.H. (1994). ICA quimbaya dwarf red bean for a moderate climate. *Actualidades Copoico*, 8 (88), Colombia, 7-9 p.
- Şehirali, S. (1988). Yemeklik Dane Baklagiller. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Yayınları*, 1089, Ders Kitabı, 314 s, Ankara.
- Uzunöz, M. (2013). Türkiye'de baklagil ürünlerinde iç ticaret hadleri. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 26 (1), 29-37 s.

MERCİMEK ÇEŞİTLERİNDE BAZI VERİM ÖĞELERİ ARASINDAKİ İLİŞKİLERİN KORELASYON VE PATH ANALİZİ İLE BELİRLENMESİ

Prof. Dr. ÖMER SÖZEN¹, Prof. Dr. UFUK KARADAVUT²

¹Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Sivas, Türkiye, 0000-0001-5528-7887

²Karabük Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü, Karabük, Türkiye, 0000-0001-5362-7585

ÖZET

TAGEM'e bağlı Araştırma Enstitüleri tarafından geliştirilmiş 9 adet yeşil mercimek çeşidinin Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Deneme Arazisi ekolojik koşullarında verim ve verim öğeleri arasındaki ilişkilerin yönü ve önemliliğinin ortaya konulmasını amaçlayan bu çalışma 2019 yılında 1 yıl süre ile yürütülmüş olup korelasyon ve path analizinin ortaya konulması amacıyla incelenen agronomik parametreler olarak bitki boyu (cm), ilk bakla yüksekliği (cm), biyolojik verim (g), bitkide bakla sayısı (adet), bitkide tane sayısı (adet), yüz tane ağırlığı (g), bitkide tane verimi (g) ve dekara tane verimi (kg/da) olmak üzere 8 adet verim ve verim öğesi çalışmaya dahil edilmiştir.

Yürütülen araştırmada elde edilen sonuçlara göre dekara tane verimi ile bitkide bakla sayısı ($r=0.770^{**}$), bitkide tane sayısı ($r=0.842^{**}$) ve bitkide tane verimi ($r=0.545^{**}$) arasında olumlu ve çok önemli; bitki boyu ($r=0.425^{*}$) ve ilk bakla yüksekliği ($r=0.394^{*}$) ile olumlu ve önemli; biyolojik verim ($r=0.009$) ile ise olumlu ve önemsiz ilişkiler tespit edilirken buna karşın yüz tane ağırlığı ($r= -0.069$) arasında ise olumsuz ve önemsiz ilişkiler ortaya konulmuştur.

Mercimek ıslah çalışmalarında dekara tane veriminin yanında bitkide tane verimi, bitkide bakla sayısı ve bitkide tane sayısının seleksiyon kriteri olarak dikkate alınmasının önemli olduğu öngörülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kırşehir, Mercimek, Çeşit, Korelasyon, Path Analizi

1. GİRİŞ

$2n=14$ kromozumlu diploid kendine döllen tek yıllık bir bitki olan mercimek (*Lens culinaris* Medik.) dünya coğrafyasında 58° K ve 40° G enlemleri arasında kalan tüm ılıman ve iklim bölgelerinde yetiştirilebilme kabiliyetine sahip olup ülkemizde Ordu, Giresun, Trabzon, Rize ve Artvin illerini içine alan Doğu Karadeniz Bölgesi dışında hemen hemen tüm coğrafi bölgelerimizde yetiştiriciliği yapılabilmektedir (Şehirli, 1988). Nohut ile beraber ilk kültüre alınan baklagil bitkilerinden birisi olan mercimek tarımının başlangıcının İran, Suriye, Türkiye, Bulgaristan ve Yunanistan'da M.Ö 8000-5000'lere kadar uzandığı ve bunun yanında ülkemizin birçok bitkinin de olduğu gibi özellikle orta ve iri taneli mercimek çeşitlerinin de “doğal gen merkezi” olarak kabul edilen “Akdeniz” ve “Yakın Doğu” gen merkezlerinde bulunduğu Akdağ (1996) tarafından ifade edilmiştir.

Mercimek gibi nohut, fasulye, bakla, bezelye ve börülce gibi yemeklik tane baklagiller, insan beslenmesinde tarım ekonomisinin içinde ve ekim nöbeti uygulamalarında büyük bir öneme sahiptirler. Tanesinde ortalama %23-31 gibi yüksek oranda protein bulunduran mercimek, önemli bir yemeklik tane baklagil bitkisidir.

Yüksek oranda protein içeriğine sahip olan mercimek, A, B ve D vitamin içeriği bakımından da zengin bir yemeklik tane baklagil bitkisi (Şehirali, 1988) olup özellikle az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde insanların protein ihtiyaçlarını karşılamada önemli bir besin kaynağıdır.

Soğuğa ve kurağa dayanabilmesinin yanında fakir topraklarda yetiştirilebilen bir bitki olması nedeniyle mercimek, kışlık “Tahıl-Nadas” münavebesinin görüldüğü kurak bölgelerimizde münavebeye girerek dekara tane verimini artırmada ve nadas alanlarımızı daraltmada önemli bir değere sahiptir. Bunun yanında kökleri ile ortak yaşam sürdüren *Rhizobium* bakterileri ile beraber havanın serbest azotunu fiksleyerek topraktaki azot içeriğini arttırmakta ve toprak verimliliğine katkıda bulunabilmektedir. İnsan beslenmesinde kullanılmasının yanında mercimeğin hasat sonrası kalan sapları aynı zamanda hayvan beslenmesinde de değerlendirilebilmektedir. Bir ton baklagil sapında 137.4 kg protein bulunmasına rağmen buna karşın bir ton tahıl sapında yarısı kadar olan 70.5 kg protein bulunmakla birlikte hayvan beslemede bir ton baklagil sapının sekiz ton tahıl sapına eşdeğer olduğu Erdman (1959) tarafından rapor edilmiştir. Toprağı hafifletmek, daralan boşlukları genişletmek ve derin kanallar açarak toprağın sıkışmasını önleyebilen mercimek bitkisinin kökleri aynı zamanda tahıl-baklagil münavebesinde toprak sıkışmasını önlemek ya da sıkışmayı giderebilmek için de önerilebilmektedir (Whyte ve diğ., 1953).

Dünya coğrafyası kapsamında üretim miktarının büyük bir kısmını karşılayan ülkemizde mercimek, nohuttan sonra ekim alanı ve üretim miktarı bakımından ikinci sırada bulunmaktadır. Dünya mercimek ekim alanı 5.585.879 ha, üretim miktarı 5.610.103 ton ve tane verimi 1004.3 kg/ha olmasına rağmen ülkemiz mercimek ekim alanı 296.551 ha, üretim miktarı 263.000 ton ve tane verimi dünya ortalamasının altında kalan 886.9 kg/ha olup ülkemiz mercimek üretiminin büyük bir kısmı kırmızı mercimek (%75) olarak Doğu Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi, geri kalan kısmı ise yeşil mercimek (%25) olarak Orta Anadolu ve Geçit Bölgelerinden sağlanmaktadır.

Çeşitlerin geliştirilmesindeki ıslah çalışmaları, ekonomik bir sürdürülebilir üretim için yeterli olmamakla birlikte geliştirilecek çeşidin her yıl tohumluğunun yenilenmesi, kalıtım özelliklerinin korunması ve hastalıklara dayanıklılığının devamı için ıslah çalışmalarına devam edilmesi zorunlu olarak görülmektedir. Geliştirilecek çeşitlerin muhafazası ve geliştirilme

çalışmaları kapsamında genellikle döl kontrollü saf hat ıslah yöntemi kullanılmaktadır. Bu yöntemin uygulandığı ıslah çalışmalarında seleksiyon kriterlerinin doğru olarak ortaya konulması ıslahta başarı oranını artırmakta olup bu tür ıslah parametrelerinin belirlenmesinde de daha çok günümüzde korelasyon katsayısı ile path analiz yöntemleri devreye girmektedir. Verim ile kalite öğelerinin her birisinin birbirlerini etkilemesi, direkt (doğrudan) ya da indirekt (dolaylı) olabilmekle beraber yalnızca iki parametre arasındaki direk (doğrudan) ilişkiyi belirleyen korelasyon katsayısı bazı zamanlarda bir açıklığı ortaya koyamamaktadır. Bundan dolayı başarılı ıslah programları sürecinde verim ve kalite öğeleri arasında meydana gelen direkt ve indirekt etkileşme seviyelerinin tespit edilmesi ve kapsamlı bir şekilde belirlenmesi gerekmektedir.

Verim öğeleri arasında meydana gelen direkt ve indirekt etkileşimleri belirleyebilmek için temeli çoklu regresyon modeline dayanan path analizi isimli bir istatistik yöntemi geliştirilmiş olup bu yöntem günümüzde bitki ıslahçıları tarafından yoğun bir biçimde kullanılır hale gelmiştir. Verimi etkileyen tüm parametrelerin tamamı verim üzerine doğrudan doğruya etki göstermemekle beraber kendi aralarındaki ilişkilerin sonucu dolaylı olarak da etki gösterebilmektedir. Dolayısıyla bu karakterlerin doğrudan ve dolaylı etkileşim derecelerinin birbirinden ayrılması ve ayrıntılı bir şekilde ortaya konulması ancak esasını çoklu regresyon analizinin oluşturduğu path analizi ile mümkün olabileceği Mohamed (1999) tarafından bildirilmiştir.

Ülkemizin farklı Araştırma Enstitüleri tarafından tescil ettirilmiş olan bazı mercimek çeşitlerinin verim ve verime etki eden özellikler arasındaki ilişkiler ile bu özelliklerin doğrudan ve dolaylı etkilerinin Kırşehir ekolojik koşulları altında belirlenmesi bu çalışmanın amacını oluşturmaktadır.

2. MATERYAL ve METOT

2.1. Materyal

Yürütülen araştırmada materyal olarak Tarımsal Araştırma ve Politikalar Genel Müdürlüğü'ne (TAGEM) bağlı ülkemizin araştırma enstitüleri tarafından geliştirilmiş 9 adet yeşil mercimek çeşidi kullanılmıştır. Çalışmada yer alan yeşil mercimek çeşitlerine ait bazı morfo-agronomik özellikler Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Çalışmada yer alan bazı yeşil mercimek çeşitlerine ait morfo-agronomik özellikler

Sıra No	Morfo-Agronomik Özellikler	Tescil Ettiren Kuruluş
GÜMRAH	Orta Anadolu ve Geçit Bölgelerine önerilen yazlık bir çeşit olup antraknoz hastalığına toleranslıdır. Bitki gelişme şekli dik, bitki boyu 26-41 cm, ilk bakla yüksekliği 16-25 cm, bitkide bakla sayısı 16-18 olup tane dökme problemi yoktur.	
MEYVECİ 2001	Orta Anadolu ve Geçit Bölgelerine önerilmekle birlikte bitki boyu 25-30 cm, ilk bakla yüksekliği 14-18 cm, bitki büyüme şekli dik,	

	tane dökme problemi yoktur. Yazlık, orta erkenci, kurağa toleranslı, yatmaya dayanıklıdır. Ortalama tane verimi 130-160 kg/da olup 1000 dane ağırlığı ise 72.0 g'dır.	Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü / Ankara
PUL 11	Orta Anadolu ve Geçit Bölgelerinde mercimek ekilen alanlara önerilmektedir. Hasat süresi ise 90-95 gündür. Tane verimi 90-105 kg/da arasında olup kışlık olarak yetiştirilmektedir. Dekara atılacak tohum miktarı 11-13 kg arasındadır.	
YUSUFHAN	Kışlık, çiçeklenme gün sayısı 217-220 gün, olgunlaşma gün sayısı 260-265 gün, verimi 191-237 kg/da, soğuğa ve kurağa dayanıklı, bitki boyu 29-44 cm arasında değişmektedir. Kabuk rengi yeşil, kotiledon rengi sarı olup 1000 dane ağırlığı 53.2-70.1 gramdır.	
BOZOK	%50 çiçeklenme gün sayısı 67-72 ve olgunlaşma gün sayısı ise 93-110 gündür. Soğuğa dayanıklılığı hassas ve kurağa toleranslıdır. Ortalama verim ise 130 kg/da. Bin dane ağırlığı 61.4-66.3 g arasında değişmektedir. Bitki gelişme şekli dik, bitki boyu 29-43 cm, ilk bakla yüksekliği 19-29 cm, bitkide bakla sayısı 18-21 olup tanede dökme problemi yoktur.	
KARAGÜL	Bitki gelişme şekli dik, bitki boyu 28-41 cm ve ilk bakla yüksekliği 17-28 cm olup 1000 dane ağırlığı 65.0-72.2 gramdır. Olgunlaşma gün sayısı 92-110 gündür. Soğuğa dayanıklılığı hassas, kurağa toleranslıdır. Ortalama tane verimi 138 kg/da'dır.	Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü / Ankara
ANKARA YEŞİLİ	%50 çiçeklenme gün sayısı 217-220 gün, olgunlaşma gün sayısı 260-265 gün ve ortalama tane verimi 165-210 kg/da'dır. Verimi kısıtlayan hastalığı yoktur. Bitki boyu 28-44 cm, ilk bakla yüksekliği 11-21 cm, dik gelişme tabiatlı, bakla dökme problemi yoktur. 1000 dane ağırlığı 55.9-69.5 gramdır.	
CEREN	Kışlık, kışa toleranslı, yatmaya dayanıklı, ortalama verimi 181-272 kg/da'dır. Orta Anadolu ve Geçit Bölgelerine önerilir. 1000 dane ağırlığı 28.8-32.9 g, bitki boyu 30-54 cm, ilk bakla yüksekliği 13-24 cm, dik gelişme tabiatlı olup bakla dökme problemi yoktur.	
SULTAN	Orta Anadolu ve Geçit Bölgeleri'ne önerilmektedir. Bu çeşidin kışa dayanımı yoktur. Tanede dökme yoktur. Hasat olum süresi ise 85-92 gün olup tane verimi 95-100 kg/da arasında değişmektedir. Yazlık olarak şubat ayı sonu mart ayının başında ekilmekte olup geç yapılan ekimlerde ise verim düşük olmaktadır. Dekara atılacak tohum miktarı 10-12 kg arasında değişmektedir.	Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü / Eskişehir

2.2. Araştırma Yerinin Bazı Genel Özellikleri

2.2.1. Araştırma Yerinin Konumu

Yürütülen araştırmanın tarla denemesi, 2019 yılı mercimek vejetasyon döneminde Kırşehir Ahi Evran Üniversitesinin Araştırma ve Uygulama Deneme arazisinde kurulmuştur. Deneme alanının coğrafi konumu il merkezine yaklaşık 5 km uzaklıkta olup rakımı 1000 m, enlemi 39° 9' kuzey ve boylamı 34° 10' doğudur (Şekil 1).



Şekil 1. Araştırmanın yürütüldüğü deneme arazisi

2.2.2. İklim Özellikleri

İç Anadolu Bölgesi'nin iklim özelliklerini göstermesinin yanında Kırşehir ilinde yazlar sıcak ve kurak, kışlar ise soğuk ve yağışlıdır. Çalışmanın yürütüldüğü deneme yerinin meteorolojik verileri Kırşehir Meteoroloji İl Müdürlüğünden alınmış ve ortalama değerler Tablo 2'de verilmiştir. Tabloda yağışa ait veriler değerlendirildiğinde araştırmanın yürütüldüğü 2019 yılı ile uzun yıllar ortalaması arasında toplam yağış miktarı bakımından farklılığın olduğu görülmüştür. Yağış değerlerinde uzun yıllar toplamı 170.0 mm, araştırma yılında ise 149.3 mm olup deneme yılında önemli bir azalışın olduğu görülmüştür. Araştırmanın yürütüldüğü vejetasyon süresince yağış miktarlarına bakıldığında ise sadece Mart (38.4 mm) ayındaki yağış miktarının uzun yıllar Mart (36.7 mm) ayı yağış miktarından fazla olduğu diğer aylarda ise uzun yıllara göre azalışların olduğu belirlenmiştir. Ortalama sıcaklık değerleri bakımından ise uzun yıllara ait ortalama sıcaklık 15.0 °C iken 2019 yılına ait ortalama sıcaklık değeri ise 16.2 °C olup araştırma yılının sıcaklık ortalamasının uzun yıllara ait sıcaklık ortalamasına göre 1.2 °C daha sıcak olduğu tespit edilmiştir. Araştırma yılında en sıcak ay 24.2 °C ile temmuz ayında belirlenirken bu değer uzun yıllar sıcaklık ortalamasında da yine temmuz ayında 23.3 °C ile ortaya konulmuştur. Ortalama nispi nem değerleri bakımından vejetasyon süresince uzun yıllar ortalama nispi nem değeri %59.2 iken araştırma yılı olan 2019 yılında ise %56.1 olup uzun yıllar ortalamasına göre %3.1 daha az nemli olduğu belirlenmiştir. Araştırma yılında en fazla nemli ay %61.5 ile mart ayında görülürken uzun yıllarda bu değer yine mart ayında %67.2 değeri ile saptanmıştır.

Tablo 2. Deneme yılı ile uzun yıllara ait iklim verileri

Aylar	Ortalama Sıcaklık (°C)		Toplam Yağış (mm)		Ortalama Nispi Nem (%)	
	Uzun Yıllar	2019	Uzun Yıllar	2019	Uzun Yıllar	2019
Mart	5.6	6.2	36.7	38.4	67.2	61.5
Nisan	10,9	10.1	42.4	38.2	63.3	56.4
Mayıs	15.4	14.8	45.6	41.7	61.3	60.7
Haziran	19.7	20.3	36.4	25.9	55.5	54.8
Temmuz	23.3	24.2	8.9	5.1	48.9	47.1
Toplam			170	149.3		
Ortalama	15.0	16.2			59.2	56.1

2.2.3. Toprak Özellikleri

Yürütülen araştırmada deneme arazisini temsil edecek şekilde farklı noktalardan alınarak harmanlanmış toprak örneğinden alınan 1.5 kg kısımlık toprak, Samsun Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Toprak Analiz Laboratuvarında analiz ettirilmiştir. Araştırmanın yürütüldüğü deneme parselinin kimyasal ve fiziksel yapılarına ilişkin toprak özellikleri Tablo 3'de verilmiştir. Araştırmanın yürütüldüğü deneme arazisinin toprak özellikleri değerlendirildiğinde deneme yeri toprağının hafif alkali (7.5-8.5), doygunluğunun

killi-tınlı (%51-70), organik maddesinin orta düzeyde (1.71-3.0), alınabilir fosfor bakımından az (<3), alınabilir potasyum bakımından yüksek, tuz içeriğinin tuzsuz (<0.98) ve kireç içeriğinin ise çok kireçli (15-50) olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 3. Deneme alanı toprağının fiziksel ve kimyasal özellikleri

Özellikler	Toprak Derinliği (0-30 cm)
pH	7.63
Toplam Tuz %	0.11
EC (mmhos/cm)	0.55
Organik Madde %	1.86
Fosfor ((P ₂ O ₅) kg/da)	2.22
Potasyum (K ₂ O (kg/da))	67.33
Kireç % (CaCO ₃)	25.9
Doygunluk (%)	57

2.3. Yöntem

Yürütülen çalışmada deneme arazisinin ön bitkisi aspir olup aspir hasadı sonrasında deneme yeri sonbaharda pullukla derin bir şekilde sürülerek kış yağmurlarına bırakılmıştır. 2019 yılı mart ayı başında ekim işleminden hemen önce denemenin yürütüleceği araziye önce diskaro sokularak yabancı otlardan temizlendirilmiş ardından rotovator ile deneme alanı ekime hazır hale getirilmiştir.

Yürütülen araştırma Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre 3 tekrarlamalı olarak kurulmuş olup denemede 9 adet standart yeşil mercimek çeşidi bloklar içinde rastgele dağıtılmıştır. Ekim işlemi 2019 yılının 23 Mart tarihinde gerçekleştirilmiştir. Ekimler 30 cm sıra arası ve 2-3 cm sıra üzerinde her bir sraya 225 adet tohum düşecek şekilde markörle açılan sıralara 3-5 cm derinliğe elle yapılmıştır.

Parsel büyüklükleri 1.2 m x 4 m= 4.8 m² olacak şekilde düzenlenmiştir. Parseli oluşturan 4 sıradan her iki yandaki birer sıra ve sıra başlarından 50 cm'nin içerisinde bulunan bitkiler kenar tesiri olarak gözlem dışı bırakılarak, bütün işlemler 0.6 m x 3 m= 1.8 m²'lik alan üzerinden yapılmıştır. Ekim işlemi ile birlikte 3 kg/da hesabıyla saf N verilirken, aynı zamanda 5 kg/da hesabı ile DAP diamonyum Fosfat gübresi verilmiştir. Araştırma süresince sulama işlemi yapılmamış ancak bitkilerin ilk çıkışından sonra vejetasyon süresince iki kez yabancı ot mücadelesi yapılmıştır.

Yürütülen araştırmada deneme alanında yer alan yeşil mercimek çeşitlerinin hasat olgunluğuna ulaşmış oldukları dönem aralığı olan 15 Temmuz - 31 Temmuz tarihleri arasında el ile yapılmıştır. Kenar tesirleri atılarak 2'şer sıradan oluşan her bir parseldeki yeşil mercimek çeşidinden seçilerek hasat edilmiş olan bitkiler ayrı ayrı çuvallara konulup etiketlenerek hasat-harman sonrası gerekli ölçümlerin ve analizlerin yapılacağı Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkisi Bölümüne ait laboratuvara getirilmiştir.

2.3.1. Verim ve Bazı Bitkisel Özelliklerin Belirlenmesi

Her bir yeşil mercimek parselinden tesadüfi olarak seçilen 10'ar adet bitkide gözlemler Gülümser ve diğ. (1998)'nin belirlediği şekilde agronomik gözlemlere dayalı olarak belirlenmiş olup bitki boyu, ilk bakla yüksekliği, biyolojik verim, bitkide bakla sayısı, bitkide tane sayısı, bin tane ağırlığı, bitkide tane verimi ve dekara tane verimi olmak üzere 8 adet agronomik özellik çalışmada yer almıştır.

2.3.2. Araştırmada Elde Edilen Verilerin Değerlendirilmesi

Araştırma sonucunda elde edilen verilerden değişkenlerin aralarındaki doğrusal ilişkiler için korelasyon analizi ve dolaylı etkiler için ise path analizi yapılmış olup (Düzgüneş ve diğ., 1987) bu işlemler JUMP.07 istatistik paket programında gerçekleştirilmiştir.

3. ELDE EDİLEN BULGULAR ve TARTIŞMA

3.1. Korelasyon Analizi

Kırşehir ekolojik koşullar altında yürütülen araştırmada 9 adet yeşil mercimek çeşidinde incelenen 8 adet agronomik özellik arasındaki korelasyon katsayıları belirlenerek özellikler arası ilişkilerin önemlilikleri ve yönü Tablo 4'de verilmiştir.

Tablo incelendiğinde bitki boyu ile ilk bakla yüksekliği ($r= 0.981^{**}$), bitkide bakla sayısı ($r= 0.698^{**}$) ve bitkide tane verimi ($r= 0.850^{**}$) arasında çok önemli ve olumlu; bitkide tane sayısı ($r= 0.483^{*}$) ve dekara tane verimi ile ($r= 0.425^{*}$) önemli ve olumlu; biyolojik verim ($r= 0.149$) ve yüz tane ağırlığı ($r= 0.116$) ile ise önemsiz ve olumlu ilişkiler saptanmıştır. Hindistan ekolojik koşullarında 30 adet F1 kademesinde hibrit mercimek materyali ile bunların 13 ebeveyninde yürütülen araştırmada bitkide tane veriminden, bitki boyu ile bitkide dal sayısı ve bakla sayısının olumlu ve kuvvetli etkilendiği; bunun yanında çiçeklenme gün süresi ve 1000 tane ağırlığının verim üzerinde olumsuz ve zayıf etkileri olduğu Kumar ve diğ. (1995) tarafından belirtilmiştir.

İlk bakla yüksekliği ile bitkide bakla sayısı ($r= 0.666^{**}$) ve bitkide tane verimi ($r= 0.866^{**}$) arasında çok önemli ve olumlu; bitkide tane sayısı ($r= 0.483^{*}$) ve dekara tane verimi ($r= 0.394^{*}$) ile önemli ve olumlu; biyolojik verim ($r= 0.233$) ve yüz tane ağırlığı ($r= 0.188$) ile ise önemsiz fakat olumlu ilişkiler ortaya konulmuştur. Diyarbakır'da 48 adet mercimek tane örneğinden tesadüfen seçilen 765 saf mercimek hattında 1995 yılında özellikler arası ilişkiler belirlenmesi üzerine yürütülen araştırmada incelenen tüm özellikler bakımından büyük değişkenlikler görüldüğü, tane verimi ile biyolojik verim arasında olumlu ve kuvvetli bir ilişki bulunduğu ve bu iki özelliğin çiçeklenme süresi, vejetasyon süresi ve bakla sayısı ile olumlu ilişki gösterdiği, bunun yanında çiçeklenme ile vejetasyon süresi arasında; bitki boyu ile ilk

bakla yüksekliği arasında pozitif ve istatistiki olarak önemli ilişkiler bulunduğu Şakar ve Biçer (2001) tarafından ifade edilmiştir.

Tablo 4. Kırşehir ekolojik koşullarında bazı mercimek çeşitlerinde incelenen özellikler arası ilişkiler ve korelasyon katsayıları (r)

İncelenen Parametreler	BB	İBY	BV	BBS	BTS	YTA	BTV	DTV
BB	1.000	0.981**	0.149	0.698**	0.483*	0.116	0.850**	0.425*
İBY		1.000	0.233	0.666**	0.483*	0.188	0.866**	0.394*
BV			1.000	0.210	0.154	0.359	0.569**	0.009
BBS				1.000	0.908**	-0.190	0.771**	0.770**
BTS					1.000	-0.153	0.615**	0.842**
YTA						1.000	0.227	-0.069
BTV							1.000	0.545**
DTV								1.000

BB: Bitki Boyu

İBY: İlk Bakla Yüksekliği

BV: Biyolojik Verim

BBS: Bitkide Bakla Sayısı

BTS: Bitkide Tane Sayısı

YTA: Yüz Tane Ağırlığı

BTV: Bitkide Tane Verimi

DTV: Dekara Tane Verimi

Biyolojik verim ile bitkide tane verimi ($r= 0.569^{**}$) arasında çok önemli ve olumlu; bitkide bakla sayısı ($r= 0.210$), bitkide tane sayısı ($r= 0.154$), yüz tane ağırlığı ($r= 0.359$) ve dekara tane verimi ($r= 0.009$) arasında önemsiz ve olumlu ilişkiler görülmüştür. Bangladeş ekolojik koşullarında 57 mercimek hattını materyal olarak kullandığı çalışmasında Begum (1996), en başta bitkide bakla sayısı, bitkide tane verimi ve biyolojik verim olmak üzere incelenen morfolojik karakterler bakımından gözlenen varyasyonların genotipik özelliklerden kaynaklandığını saptamıştır. Bunun yanında dekara tane verimi ile bitki boyu, bakla sayısı, ana dal sayısı ve biyolojik verim arasında olumlu ve çok önemli tekli ilişkiler olduğunu vurgulamıştır. Buna karşın yüz tane ağırlığı ile ana dal sayısı arasında ise negatif ve önemli ilişkiler bulunduğunu bildirmiştir.

Bitkide bakla sayısı ile bitkide tane sayısı ($r= 0.908^{**}$), bitkide tane verimi ($r= 0.771^{**}$) ve dekara tane verimi ($r= 0.770^{**}$) arasında çok önemli ve olumlu ilişkiler belirlenirken yüz tane ağırlığı ($r= -0.190$) ile ise önemsiz fakat olumsuz ilişkiler saptanmıştır. İlişkinin yüksekliği bitkide bakla sayısının bitkide tane sayısını, bitkide tane verimini ve dekara tane verimini ciddi anlamda etkilediğini ve bitkide bakla sayısında yapılacak iyileştirmenin bu özellikler üzerinde de önemli ve olumlu yönde etki yapacağını göstermektedir. Hindistan'da farklı mercimek genotipleri (25 mercimek genotipi) ile tane verimi ve diğer kantitatif karakteri belirlemek amacıyla yürütülen araştırmada dekara tane verimi ile çiçeklenme gün süresi,

bitkide bakla sayısı ve birincil dal sayısı ile çok önemli ve olumlu ikili ilişkiler saptandığı Mohar ve diğ. (1999) tarafından rapor edilmiştir.

Bitkide tane sayısı ile bitkide tane verimi ($r= 0.615^{**}$) ve dekara tane verimi ($r= 0.842^{**}$) arasında çok önemli ve olumlu ilişkiler görülürken yüz tane ağırlığı ($r= -0.153$) ile ise önemsiz fakat olumsuz ilişkilerin olduğu görülmektedir. Çiftçi ve diğ. (1998), Van ekolojik koşullarında 1991,1992 ve 1993 yıllarında sekiz mercimek materyalinde incelenen özellikler arası tekli ilişkileri belirleyebilmek için yazlık olarak yürüttükleri çalışmada tane verimi ile bitkide bakla sayısı, bitkide tane sayısı ve bitkide tane verimi arasında pozitif ve kuvvetli bir korelasyon olduğunu, bitki boyu ile bitkide tane verimi, bakla sayısı, tane sayısı ve birincil dal sayısı arasında pozitif ve önemli ilişkiler bulunduğunu, bitkide birincil dal sayısı ile tane verimi, bitkide bakla sayısı ve bitkide tane sayısı arasında olumlu ve kuvvetli bir ilişki olduğunu belirlemişlerdir. Araştırmada bitkide bakla sayısı ile bitkide tane verimi ve bitkide tane sayısı arasında pozitif ve %1 düzeyinde önemli bir ilişki bulunduğunu saptamışlardır.

Yüz tane ağırlığı ile bitkide tane verimi ($r= 0.227$) arasında önemsiz ve olumlu ilişkiler görülürken dekara tane verimi ($r= -0.069$) ile ise önemsiz ve olumsuz ilişkiler tespit edilmiş olup yine bitkide tane verimi ile dekara tane verimi arasında da ($r= 0.545^{**}$) çok önemli ve olumlu ilişkiler saptanmıştır. Van ilinde ICARDA'dan temin edilen 9 mercimek çeşit/hat ile yürüttükleri kışlık denemede Bildirici ve Çiftçi (2001) tane verimi ile bitki boyu, bitkide bakla sayısı, bitkide tane sayısı ve bitkide tane verimi arasında pozitif yönde önemli; baklada tane sayısı ile tane verimi arasında ise önemli fakat negatif ilişkiler bulunduğunu bildirmişlerdir. Başka bir çalışmada Kahramanmaraş ilinde 10 mercimek çeşidinin özellikler arası ilişkilerinin belirlenmesi üzerine yürüttükleri denemelerinde Burç (2019), araştırmada incelediği tane verimi, bitki boyu, ilk bakla yüksekliği, ana dal sayıları, tane sayısı ve bitkide tane verimi gibi özelliklerin tümünde çeşitler arasındaki farklılıkların önemli olduğunu belirlemiştir. Sözen ve Yağmur (2020) ise Kırşehir ekolojik koşullarında bazı mercimek çeşitlerinin tane verimi ile bazı verim öğeleri yanında incelenen özellikler arası ilişkileri ortaya koydukları çalışma sonucunda mercimek çeşitlerinde verimin incelenen verim özelliklerinden bazılarında önemli derecede etkilendiğini belirlemişlerdir. Yapılan korelasyon analizi sonucunda dekara tane veriminin bin tane ağırlığı hariç tüm parametrelerle olumlu ve önemli ilişkiler sergiledikleri ortaya konulmuştur. Korelasyon analizi üzerine bulmuş olduğumuz tüm sonuçlar ile bu konu üzerine çalışmalar yürüten araştırmacıların sonuçları arasında benzerlikler olduğu gibi farklılıklarında olduğu gözlenmektedir.

3.2. Path Analizi

İncelenen verim öğelerinin dekara tane verim üzerine doğrudan ve dolaylı etkileri değerlendirilmiş ve sonuçlar Tablo 5’de verilmiştir. Tablo incelendiğinde bitki boyunun dekara tane verimine doğrudan etkisi -0.132 ile negatif yönlü olurken en yüksek dolaylı etki miktarını bitkide tane verimi üzerinden (0.394) göstermiştir. Etki oranları incelendiğinde bitki boyunun dekara tane verimine doğrudan %32.65’lik bir oranla etki ederken en yüksek dolaylı etkiyi bitkide bakla sayısı (%24.18) ile ilk bakla yüksekliği (%17.78) üzerinden yapmıştır.

İlk bakla yüksekliğinin dekara tane verimine doğrudan etki katsayısı -0.118 olarak belirlenmiş olup etki oranı %18.23 olarak ortaya konulmuştur. İlk bakla yüksekliği en yüksek dolaylı etkiyi %25.72 ile bitkide bakla sayısı üzerinden göstermekle beraber bu dolaylı etkiyi bitkide tane sayısı (%25.44) ile bitki boyu (%25.11) izlemiştir. Dekara tane verimine ilk bakla yüksekliği üzerinden en düşük dolaylı etkiyi ise %0.98 ile biyolojik verim üzerinden göstermiştir.

Bitkide bakla sayısının dekara tane verimi üzerine doğrudan etki katsayısı 0.165 olurken bunun oransal etki miktarı %43.25 gibi oldukça yüksek değere sahip olmuştur. Bunun dışındaki dolaylı etkiler de %20’nin altında kalmıştır. Nitekim bitki boyu ve ilk bakla yüksekliğinin bitkide bakla sayısı üzerinden dekara tane verimine dolaylı etkileri sırasıyla %15.67 ve %14.98 olarak saptanmıştır. Yüz tane ağırlığının bitkide bakla sayısı üzerinden yaptığı dolaylı etki %7.36 olarak görülmüş olup yüz tane ağırlığının bitkide bakla sayısı üzerinden yaptığı dolaylı etki aslında yüz tane ağırlığı azaldıkça bitkide bakla sayısının artacağı ve buna bağlı olarak dekara tane veriminin de artacağını belirtmektedir.

Bitkide tane sayısı bakımından doğrudan ve dolaylı etkiler incelendiğinde doğrudan etki katsayısının 0.102 olarak belirlendiği görülmüş olup etki oranının %33.90 olarak değer aldığı tespit edilmiştir. Dolaylı etki bakımından ise en yüksek etkiyi bitkide tane sayısı üzerinden dekara tane verim üzerine %25.35 ile bitkide tane verimi üzerinden yapmış olup bu özelliği %16.11 ile bitkide bakla sayısı izlemiştir.

Yüz tane ağırlığının dekara tane verimine doğrudan etki katsayısı 0.187 gibi bir değere sahip olmuş olup bunun oransal karşılığı ise %40.18 olarak belirlenmiştir. Dolaylı etki bakımından ise en yüksek etkiyi yüz tane ağırlığı üzerinden dekara tane verimi üzerine %32.90 ile bitkide tane sayısı üzerinden yapmış olup bu özelliği %12.75 ile bitkide bakla sayısı ve %10.04 ile bitkide tane verimi takip etmiştir.

Tablo 5. İncelenen öğelerin dekara tane verimi üzerinde doğrudan ve dolaylı etkileri

Doğrudan Etki	Dolaylı Etki	Doğrudan Etki Miktarı	Dolaylı Etki Miktarı	Etki Oranı (%)
Bitki Boyu		-0,132		32,65
	İlk Bakla Yüksekliği		0,015	17,78
	Bitkide Bakla Sayısı		-0,048	24,18
	Bitkide Tane Sayısı		0,132	14,86
	Yüz Tane Ağırlığı		0,201	3,29
	Bitkide Tane Verimi		0,394	4,53
	Biyolojik Verim		0,332	2,71
İlk Bakla Yüksekliği		-0,118		18,23
	Bitki Boyu		-0,278	25,11
	Bitkide Bakla Sayısı		0,317	25,72
	Bitkide Tane Sayısı		0,216	25,44
	Yüz Tane Ağırlığı		0,214	2,01
	Bitkide Tane Verimi		0,188	2,51
	Biyolojik Verim		0,073	0,98
Bitkide Bakla Sayısı		0,165		43,25
	Bitki Boyu		-0,086	15,67
	İlk Bakla Yüksekliği		0,372	14,98
	Bitkide Tane Sayısı		-0,025	11,71
	Yüz Tane Ağırlığı		-0,041	7,36
	Bitkide Tane Verimi		0,053	0,59
	Biyolojik Verim		0,088	6,44
Bitkide Tane Sayısı		0,102		33,90
	Bitki Boyu		-0,023	5,77
	İlk Bakla Yüksekliği		-0,451	8,94
	Bitkide Bakla Sayısı		-0,227	16,11
	Yüz Tane Ağırlığı		-0,021	2,34
	Bitkide Tane Verimi		0,326	25,35
	Biyolojik Verim		0,106	7,59
Yüz Tane Ağırlığı		0,187		40,18
	Bitki Boyu		0,027	1,04
	İlk Bakla Yüksekliği		0,088	1,29
	Bitkide Bakla Sayısı		-0,033	12,75
	Bitkide Tane Sayısı		0,192	32,90
	Bitkide Tane Verimi		0,157	10,04
	Biyolojik Verim		0,066	1,80
Bitkide Tane Verimi		0,208		28,11
	Bitki Boyu		-0,092	16,12
	İlk Bakla Yüksekliği		-0,170	7,66
	Bitkide Bakla Sayısı		-0,139	22,15
	Bitkide Tane Sayısı		0,244	24,13
	Yüz Tane Ağırlığı		0,038	0,92
	Biyolojik Verim		0,158	0,85
Biyolojik Verim		0,116		18,22
	Bitki Boyu		0,329	39,51
	İlk Bakla Yüksekliği		0,227	23,29
	Bitkide Bakla Sayısı		0,091	7,11
	Bitkide Tane Sayısı		0,400	8,04
	Bitkide Tane Verimi		0,077	3,19
	Yüz Tane Ağırlığı		0,192	0,64

Bitkide tane veriminin dekara tane verimine doğrudan etki katsayısı 0.208 gibi bir değere sahip olmuş olup bunun oransal değerinin karşılığı ise %28.11 olduğu saptanmıştır. Bitkide tane verimi, bitkide tane sayısı üzerinden (%24.13) artırıcı etki göstermektedir. Bunun dışında %22.15 ile bitkide bakla sayısı üzerinden de dolaylı etki yapmıştır. Yüz tane ağırlığı ve biyolojik verim üzerinden etkisi ise (0.92) ve (0.85) ile yok denecek kadar düşük seviyede kalmıştır. Yüz tane ağırlığı ve biyolojik verim üzerinden dolaylı etkinin çok az olması bitkide tane verimi ile bu özellikler arasındaki ilişkinin çok fazla olmadığı bir göstergesi olarak öngörülmektedir. Bitkide tane verimi üzerinden yapılacak çalışmalarda bitkide tane sayısı ve bitkide bakla sayısı üzerinde durulmasının önemli bir kazanç olacağı düşünülmektedir.

Biyolojik verimin dekara tane verimine doğrudan etki katsayısı 0,116 gibi bir değere sahip olmuş olup bunun oransal karşılığı ise %18.22 olarak tespit edilmiştir. Dolaylı etki bakımından ise en yüksek etkiyi biyolojik verim üzerinden dekara tane verim üzerine %39.51 ile bitki boyu üzerinden yapmış olup bu özelliği %23.29 ile ilk bakla yüksekliği ve %8.04 ile bitkide tane sayısı izlemiştir. Path analizi üzerine bulmuş olduğumuz tüm sonuçlar ile bu konu üzerine çalışmalar yürüten araştırmacıların sonuçları arasında benzer bulguların ortaya konulduğu görülmektedir.

4. SONUÇ

Bu araştırma ile mercimek de tane verimini etkileyebilecek agronomik özelliklerin değişim aralığı ortaya konulmuştur. Bitki boyu, bitkide bakla sayısı, bitkide tane sayısı ve bitkide tane verimi gibi özelliklerin mercimek çeşidi ıslah çalışmalarında üzerinde durulması gereken agronomik özellikler olduğu görülmüştür. Islah araştırmalarında sadece korelasyon katsayıları dikkate alınarak ele alınacak verim öğelerinin etkilerinin oranları ve bunların karşılıklı ilişkilerini tam olarak ortaya koymak mümkün olmadığı için seleksiyon üzerine yürütülecek araştırmalarda seleksiyon kriterleri olarak ele alınacak bitkisel özelliklerin belirlenmesinde path analizinin de etkili olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca birçok kültür bitkisinde olduğu gibi önemli verim öğelerinden olan bitkide tane verimi, bitkide tane sayısı, bitkide bakla sayısı gibi agronomik parametrelerin yüksek ve olumlu indirekt etkilerinden dolayı göz önünde bulundurulmasının önemli olduğu tespit edilmiştir.

KAYNAKÇA

- Akdağ, C. (1996). Yemeklik Tane Baklagiller. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, 10, Ders Notları Serisi, No:4, Tokat.
- Begum, S. (1996). Morphological study and character associations in gerplasm of lentil (*Lens culinaris* Medik.). *Bangladesh Journal of Botany*, 25 (1), 79-82 p.

- Bildirici, N., ve Çiftçi, V. (2001). Van ekolojik koşullarında yüksek verimli kışlık mercimek çeşitlerinin ve tane verimi ile verim öğeleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesi üzerine bir araştırma. *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16 (1), 67-72 s.
- Burç, H., (2019). *Türkiye’de Tescil Edilmiş Bazı Mercimek Çeşitlerinin Kahramanmaraş Ekolojik Şartlarında Verim ve Bazı Morfolojik Özelliklerinin Belirlenmesi*. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş, 47 s.
- Çiftçi, V., Kulaz, H., & Geçit, H.H. (1998). Mercimekte (*Lens culinaris* Medik.) özellikler arası ilişkiler ve path katsayısı analizi üzerine bir araştırma. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 4 (1), 8-11 s.
- Erdman, L.W. (1959). Legume inoculation. *USDA Farmer’s Bulletin*, 2003.
- Kumar, E., Kumar, D., & Kumar, S. (1995). Genetic variability in lentil (*Lens culinaris* Medik.). *Annals of Agri-Bio Research*, 4 (1), 75-77 p.
- Mohamed, A. (1999). Some statistical procedures for evaluation of the relative contribution for yield components in wheat. *Zagazig Journal of Agricultural Research*, 26 (2), 281-290 p.
- Mohar, S., Maheshwari, D.K., Mittal, R.K., Sharma S.K., & Singh, M. (1999). Genetic variability and correlations of grain yield and other quantitative characters in lentil (*Lens culinaris* Medik.). *Annals of Agri-Bio Research*, 4 (1), 124-121 p.
- Sözen, Ö., ve Yağmur, M. (2020). Kırşehir ekolojik koşullarında bazı mercimek (*Lens culinaris* Medik.) çeşitlerinin tarımsal özelliklerinin ve özellikler arası ilişkilerin belirlenmesi. *21. Yüzyılda Fen ve Teknik Araştırma Dergisi*, 8, 15-32 s.
- Şakar, D., ve Biçer, B.T. (2001). Güneydoğu Anadolu Mercimeklerinde Önemli Bitkisel ve Tarımsal Özellikler Yönünden Farklılıklar. *Türkiye IV. Tarla Bitkileri Kongresi*, 17-21 Eylül, Tekirdağ, 309-313 s.
- Şehirali, S. (1988). Yemeklik Dane Baklagiller. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, 1089, Ders Kitabı, 314 s, Ankara.
- Whyte, R.O., Leissner, G.N., & Trumble, H.C. (1953). Legume in agriculture. *FAO of United Nations*. Rome, İtaly.

KURT ÜZÜMÜ İLE ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ KİTOSAN KAPLAMANIN ANTİMİKROBİYAL ETKİSİ

Prof.Dr. Ayşe GÜREL İNANLI

Fırat Üniversitesi - 0000-0002-2592-6438

ÖZET

Son yıllarda, doğal koruyucu olarak gıdalarda kullanım olanağı bulan bitki ekstraktlarına artan bir ilgi mevcuttur. Bu nedenle bitki ekstraktlarının etkinliği ile ilgili çalışmalara ihtiyaç vardır. Bu çalışmada, kurt üzümü ekstraktı ile zenginleştirilmiş kitosan kaplamanın patojen olarak bilinen *Vibrio parahaemolyticus* ve *Bacillus cereus* türlerine karşı antimikrobiyal etkinliği araştırılmıştır.

Çalışmamızda kurt üzümü ekstraktı ile zenginleştirilmiş kitosan kaplamanın gıda kaynaklı hastalıklara yol açabilen Gram pozitif *Bacillus cereus* bakterisi üzerindeki bakterisid özellik gösterdiği belirlenmiştir. Aynı kaplama örneklerinin Gram negatif *Vibrio parahaemolyticus* bakterisi üzerindeki antimikrobiyal etkisi incelenmiş; bu biyoaktif maddenin *Vibrio parahaemolyticus* test mikroorganizması üzerine bakterisidal etki belirlenmiştir. Sonuç olarak kitosan kaplamalarda kurt üzümü konsantrasyonunu artırılarak bu bakterilere karşı antimikrobiyal olarak standart antibiyotikğin yerine doğal koruyucu olarak kullanılabileceği kanaatine varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Antimikrobiyal etki, kurt üzümü, *Vibrio parahaemolyticus*, *Bacillus cereus*, kitosan

ABSTRACT

ANTIMICROBIAL EFFECT of CHITOSAN COATING ENRICHED with Goji berry

Recently, there is increasing interest in plant extracts that can be used in foods as natural preservatives. Therefore, studies on the effectiveness of plant extracts are needed. In this study, the antimicrobial effectiveness of chitosan coating enhanced with extract from goji berries was investigated against *Vibrio parahaemolyticus* and *Bacillus cereus* species, known as pathogens.

In our investigation, it was determined that chitosan coating enriched with goji berry extract showed bactericidal properties against Gram-positive *Bacillus cereus* bacteria, which can cause foodborne diseases. The antimicrobial effect of the same coating samples on the Gram-negative *Vibrio parahaemolyticus* bacteria was examined. This bioactive material's bactericidal activity on the test bacteria *Vibrio parahaemolyticus* was found. Consequently, it was determined that by increasing the concentration of goji berry in chitosan coatings, it could be used as a natural preservative instead of standard antibiotics as an antimicrobial against these bacteria.

Key Words: Antimicrobial effect, goji berry, *Vibrio parahaemolyticus*, *Bacillus cereus*, chitosan

1. GİRİŞ

Gıda sektörünün gelişmesiyle birlikte gıdaların raf ömrünü uzatmak amacıyla ambalajlanması ile ilgili çalışmalar ihtiyaç duyulmuştur. Yenilebilir kaplamalar ve filmler, gelişen bu sektörde dikkat çekicidir. Bunların en önemli avantajı paketlenmiş ürünlerle güvenli bir şekilde tüketilebilmeleridir (Bourtoom, 2008).

Günümüzde gıda muhafazasını iyileştirmek ve kimyasal koruyucuların kullanımını azaltmak amacıyla antimikrobiyal ve antifungal aktivitelerle karakterize edilen biyo bazlı aktif filmlerin geliştirilmesine ve kullanımına artan bir ilgi vardır. Kitosan ve türevleri, plastik gibi geleneksel ambalaj malzemelerinin olumsuz çevresel etkileriyle ilgili artan endişeler göz önüne alındığında gıda endüstrisinde önemli bir potansiyele sahiptir (Elson and Hayes, 1985; Davies vd., 1989). Kitosan, kendine özgü fiziko-kimyasal özellikleri, kısa sürede biyolojik olarak parçalanabilirliği, insan dokularıyla biyouyumluluğu, antimikrobiyal ve antifungal aktiviteleri ve toksik olmaması nedeniyle gıda endüstrisindeki uygulamalar için gerçek bir potansiyel sunmaktadır. Bu nedenle kitosan bazlı kaplam-filmler gıda muhafaza ve paketeleme teknolojisinde ciddi ilgi görmektedir (Kester and Fennema, 1986; Zivanovic vd., 2005).

Goji veya wolfberry olarak da bilinen meyveler çoğunlukla Çin'de yetişir, ancak olağanüstü biyoaktif özelliklerine ilişkin son çalışmalar, dünya çapında popülaritesini ve üretimini artırmıştır. Goji meyveleri olağanüstü bir fenolik bileşik (fenolik asitler ve flavonoidler gibi), karotenoid, organik asit, karbonhidrat (fruktoz ve glikoz) ve vitamin (askorbik asit) kaynağıdır. Tüketimi ile antioksidan, antimikrobiyal, antiinflamatuar, prebiyotik ve antikanser aktiviteleri gibi çeşitli biyolojik aktiviteler ilişkilendirilmiştir. Kurt üzümü (Goji berry) Çin ve diğer Asya ülkelerinde uzun zamandır besin ve tıp alanlarında kullanılmaktadır. Son yirmi yılda kurt üzümü dünya çapında popüler hale geldi ve içerdiği çok çeşitli biyoaktif bileşikler nedeniyle fonksiyonel bir gıda olarak tüketimi artmıştır (Ilić vd., 2020).

Bu çalışmada, kurt üzümü ekstraktı ile zenginleştirilmiş kitosan kaplamanın patojen olarak bilinen *Vibrio parahaemolyticus* ve *Bacillus cereus* türlerine karşı antimikrobiyal etkinliği belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Materyal

- Kitosan (CAS no; 9012-76-4), Sigma-Aldrich
- Gojibery ekstraktı, Xi'a Xin Sheng Bio-chem Co.,Ltd, China
- Tween-20 ve araştırma için gerekli kimyasallar Merck Co. (Darmstadt, Almanya)'dan temin edilmiştir.
- *Bacillus cereus* ATCC 14579
- *Vibrio parahaemolyticus* ATCC 17802

2.2. Metot

2.2.1. Kaplama Solüsyonlarının Hazırlanması

Saf kitosan %1 asetik asit solüsyonunda %2 oranında hazırlandı. (%1, h/h) Ardından % 0,65 oranında gliserol eklendi ve manyetik karıştırıcıda 6 saat ile karıştırıldıktan sonra tüplerde 5 dakika 5000 rpm'de santrifüj (Nüve NF 800R) edildi (Ponce vd., 2008).

Elde edilene saf kitosan solüsyonuna %1 ve %2 (h/h) oranlarında kurt üzümü ekstraktı ilave edildi ve 20000 rpm’de 1 dakika homojenize edildi. Sonuçta kaplama solüsyonları elde edildi.

2.2.3. Antimikrobiyal etkinliği belirlenmesi

Çalışmada elde edilen kaplama örneklerinin antimikrobiyal aktiviteleri disk difüzyon yöntemi ile belirlendi. Araştırmamızda mikrobiyolojik analizler steril kabinde gerçekleştirildi.

Bu çalışmada Gram pozitif olarak *Bacillus cereus* ATCC 14579 ve Gram negatif mikroorganizmalardan *Vibrio parahaemolyticus* ATCC 17802 suşları kullanıldı. Mikrobiyolojik analizler Fırat Üniversitesi Su Ürünleri İşleme Teknolojisi Mikrobiyoloji Laboratuvarında yapılmıştır.

Bacillus cereus ve *Vibrio parahaemolyticus* suşları; Tryptic Soy Broth (TSB)’a ekim yapılarak 24 saat süre $35\pm 1^{\circ}\text{C}$ ’de ile inkübasyona tabii tutulmuştur. Besiyerinde üreyen kültürler, Mc Farland (0.5) standart tüpüne göre bulanıklık ayarı yapıldı. Daha sonra buyyon tüplerine aktarıldı. Hazırlanan *Bacillus cereus* ve *Vibrio parahaemolyticus* Müller Hinton Agar’a (MHA) %1 oranında aşılansak (10^6 bakteri/ml) iyice çalkalandıktan sonra 9 cm çapındaki steril petri kutularına 15’er ml bırakıldı (Arunasree, 2010).

MHA dökülmüş petrilere %1 ve %2 kurt üzümü ekstraktı ilaveli kitosan kaplama solüsyonu emdirilen diskler bırakıldı ve 4°C ’de 1,5-2 saat bekletildikten sonra bakteri aşılansak plaklar $37\pm 1^{\circ}\text{C}$ ’de 24 saat süre ile inkübe edilmiştir. Kontrol için standart antibiyotik disk olarak ampisilin sulbaktam kullanıldı (Collins ve Lyne, 1987; Özçelik, 1992).

2.2.4. İstatistiksel Analizler

İstatistiki olarak veriler SPSS® 20 paket programı kullanılarak değerlendirildi.

3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

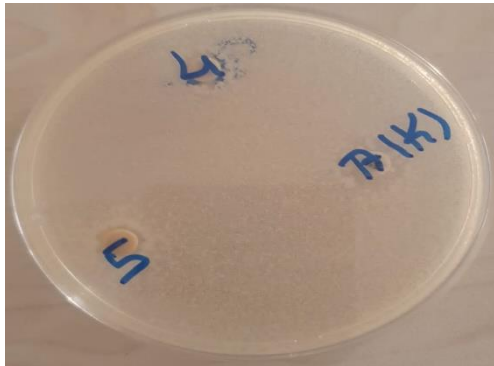
Antimikrobiyal maddeler; canlı bakteriyi yok eden (= bakterisid etki) veya onların çoğalmasını/ gelişimini ortadan kaldıran (= bakteriyostatik etki) özelliğe sahiptirler.

B. cereus ve *V. parahaemolyticus* bakterileri’nin gelişimi üzerinde kurt üzümü ekstraktı ilave ederek kitosan kaplama örneklerinin (4: % 1 ve 5: % 2’ lik konsantrasyondaki) disk diffüzyon duyarlılık test sonuçlarına bakıldığında; örnekler 8.3 mm inhibisyon zon çapı⁻¹ ile orta derecede anlamlı bir antibakteriyel etki göstererek bakterinin çoğalmasını durdurmuştur (Çizelge 1, Görsel 1) ($p<0.01$).

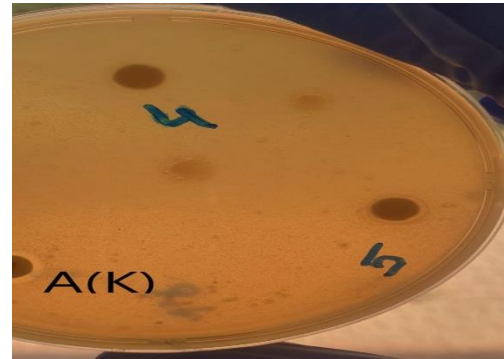
Çizelge 1. Disk diffüzyon yöntemi kullanılarak % 1 ve %2 konsantrasyonlardaki kurt üzümü ekstraktının kitosan ile kaplanmış örnekleri ile emdirilmiş disklerin mikroorganizmalar üzerindeki antibakteriyel etkileri

Patojen Mikroorganizmalar	İnhibisyon zon Çapı (mm / inhibisyon zon çapı)		
	Kurt üzümü ekstraktının kitosan ile kaplanmış örnekleri		Pozitif Kontrol
Bakteri	1% (4)	2 % (5)	Standart Antibiyotik
<i>B. cereus</i>	8.33±0.3 ^c	8.33±0.3 ^c	10.33±0.3 ^d
<i>V. parahaemolyticus</i>	8.33±0.3 ^c	8.33±0.3 ^c	10.33±0.3 ^d

Pozitif Kontrol: ampicilin sulbaktam 10 µg disk⁻¹. Negatif kontrol kullanılmadı. Zon çaplarının yorumlanması (mm); zon çapı >11 mm (**bakterisid**; p<0,0001; **cd**, p<0.001; **d**), **bakteriyostatik**= 8-10 c: p<0.01, **duyarlı değil** (-) (**a**: p>0.05)



B. cereus



V. parahaemolyticus

Görsel 1. Disk Diffüzyon Metodu ile 4. %1/ disk, 5. %2 /disk kurt üzümü ekstraktının kitosan ile kaplanmış örneklerinin antibakteriyel etkisinin petri kutularındaki görüntüsü A (K). ampicilin sulbaktam ; Kontrol (10µg disk-1) µL /disk

Genellikle antimikrobiyal ajanlar, yüksek konsantrasyonlarda bakterisidal, düşük konsantrasyonlarda ise bakteriyostatik etki gösterir. Ancak kullanılan oranların artışı ile mikrobiyal aktivite arasında bir korelasyon yoktur. Belirli bir konsantrasyondan sonra antimikrobiyal ajanların bakterisit etkisinde herhangi bir değişiklik gözlenmez. Bakterisid aktiviteye sahip antimikrobiyallerin bu konsantrasyonunu aşmayın. Çünkü yüksek konsantrasyonda antimikrobiyal kullanmanın bazı ciddi sakıncaları vardır. Ayrıca

antimikrobialerin yüksek konsantrasyonları yüzey sorunlarına neden olabilir, uygulandıkları yüzeye zarar verebilir ve en önemlisi insanlar için toksik olabilir.

Çalışmamızda farklı konsantrasyon oranlarında kurt üzümü ekstraktı ilaveli kitosan kaplama solüsyonlarının Gram pozitif *Bacillus cereus* Gram negatif *Vibrio parahaemolyticus* bakteriler üzerine bakterisidal etkisi gözlemlenmiştir. Ancak kaplama solüsyonlarının antimikrobiyal etkisinin standart antibiyotikler ile kıyaslandığında daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Araştırmada uygulanan kurt üzümü konsantrasyonları artırılarak kitosan kaplamaların bu bakterilere karşı antimikrobiyal olarak standart antibiyotikğin yerine doğal koruyucu olarak kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Bu araştırma sonucunda kurt üzümü eklenmiş kitosan kaplamanın bakterisidal etkisinin olduğu ve ayrıca bu çalışmanın deneysel örneklerde kullanılan kitosan kaplamanın bitki ekstraktları ile ilgili birçok bilimsel çalışmaya kaynak olabileceği düşünülmektedir. Bu çalışmada elde edilen bulgular, kurt üzümü eklenmiş kitosan kaplama solüsyonlarının antimikrobiyal etkisi ortaya koymuştur.

TEŞEKKÜR

Çalışma, Fırat Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (FÜBAP SÜF.10.02) tarafından desteklenmiştir.

KAYNAKÇA

- Arunasree, K.M. Anti-proliferative effects of carvacrol on a human metastatic breast cancer cell line, MDA-MB 231, *Phytomedicine* 581–588, 2010.
- Bourtoom, T. Edible Films and Coatings: Characteristics and Properties. *Int Food Res J.* 15:3-6, 2008.
- Collins, C. M., & Lyne, P. M. *Microbiological Methods*, Butter Morths & Co (Publishers) Ltd. London. 450, 1987.
- Davies, D. H., Elson, C. M. ve Hayes, E. R.. N, *O-carboxymethyl chitosan, a new water soluble chitin derivative*. In Skjak-Braek, G., Anthosen, T. And Sandford, P. (Eds.). *Chitin and Chitosan: Source, Chemistry, Biochemistry, Physical Properties, and Application*, New York: Elsevier Applied Science, 1989
- Elson, C. M. ve Hayes, E. R. *Development of the differentially permeable fruit coating NutriSave® for the modified atmosphere storage of fruit*. Proceedings of the 4th National Controlled Atmosphere Research Conference: Controlled Atmosphere for Storage and Transport of Perishable Agricultural Commodities, 248-262. Raleigh, North Carolina, 1985.

- Ilić, T.; Dodevska, M.; Marčetić, M.; Božić, D.; Kodranov, I.; Vidović, B. Chemical Characterization, Antioxidant and Antimicrobial Properties of Goji Berries Cultivated in Serbia. *Foods* 9, 1614, 2020.
- Kester, J. J. Ve Fennema, O. R. Edible films and coatings: A review. *Food Technology* 40, 12, 47-59, 1986.
- Özçelik, S. *Gıda mikrobiyolojisi laboratuvar kılavuzu*. FÜ Fen-Edebiyat Fakültesi Yayınları, Yayın, 1, 135, 1992.
- Ponce, A.G., Roura, S.I., Del Valle, C.E. ve Moreira, M.R. Antimicrobial and antioxidant activities of edible coatings enriched with natural plant extracts: In vitro and in vivo studies, *Postharvest Biology and Technology*, 49, 294-300, 2008.
- Zivanovic, S., Chi, S., Draughton, A.E. Antimicrobial Activity of Chitosan Films Enriched with Essential Oils, *Journal of Food Science*, 70, 45-51, 2005.

DENİZ SALYANGOZUNUN (*Rapana venosa*, Valenciennes, 1846) BESİN BİLEŞİMİ ve İŞLEME TEKNİKLERİ

Nusret KÖSE

Fırat Üniversitesi - 0009-0009-9338-6785

Prof.Dr. Ayşe GÜREL İNANLI

Fırat Üniversitesi - 0000-0002-2592-6438

ÖZET

Günümüzde, tıptaki önemli gelişmeler tüketilen besin kalitesinin önemliliğine dikkat çekmiştir. Beslenme açısından insan sağlığında değerli olan hayvansal protein kaynakları arasında su ürünleri önemli bir yer tutmaktadır. Dünyada gelişen gıda teknolojisi ile birlikte su ürünleri içerisinde yer alan kabukluların da tüketiminde artış görülmüştür. Kabuklular eski çağlardan beri insanlar tarafından severek tüketilen ve günümüzde de halen tüketilmektedir. *Rapana venosa* kullanılarak birçok yemek hazırlanabilmektedir. Su ürünleri olması nedeniyle çok değerli bir besin olup, insan vücudu için sağlıklı olan birçok mineral ve vitamin bakımından çok zengindir. Bu konu üzerine yapılan güncel literatür taraması sonucunda derlenen bu araştırmada deniz salyangozunun (*Rapana venosa* Valenciennes, 1846) besin içeriği ve işleme şekilleri sunulmuştur.

Anahtar kelimeler: Deniz salyangozu, *Rapana venosa* besin kalitesi

ABSTRACT

NUTRITIONAL COMPOSITION AND PROCESSING TECHNIQUES OF SEA SNAIL (*Rapana venosa*, Valenciennes, 1846)

Today, important developments in medicine have drawn attention to the importance of the quality of food consumed. Aquatic products have an important place among animal protein sources that are valuable for human health in terms of nutrition. With the developing food technology in the world, there has been an increase in the consumption of shellfish among aquatic products. Shellfish have been consumed by people since ancient times and are still consumed today. Many dishes can be prepared using *Rapana venosa*. It is a very valuable food because it is aquatic products and is rich in many minerals and vitamins that are healthy for the human body. In this research, compiled as a result of the current literature review on this subject, the nutritional content and processing methods of sea snail (*Rapana venosa* Valenciennes, 1846) are presented.

Keywords: Sea snail, *Rapana venosa*, nutritional quality

1. GİRİŞ

Su ürünleri yüksek oranda protein içeren insan beslenmesinde değerli gıdalar arasında yer almaktadır. Protein kaynaklarına alternatif olarak su ürünleri, farklı şekillerde işlenerek

muhafaza edildiğinde de protein değerini kaybetmeden tüketime sunulabilme özelliğine sahiptir (Özgür, 2005).

Ekonomik açıdan değerli kabuklular olarak deniz salyangozları ve kara midyeler (*Mytilus galloprovincialis*) söylenebilir. Deniz salyangozu eski çağlardan beri insanlar tarafından tüketilen ve günümüzde de halen tüketilmektedir. Uygun çevresel şartlar ve iklimden dolayı yenilen deniz salyangozları Çin ve Brezilya'da ticari amaçlı olarak üretilir (Xia, 2007). Günümüzde dahil olmak üzere, yenilenebilen deniz salyangozu besin bileşenleri hakkında literatür bilgisi az sayıda türle sınırlıdır. Bunlara örnek *Hexaplex trunculus*, *Hemifusus ternatanus* ve *Cooki esulcate* türleri gösterilebilir (Luo, 2017).

Deniz salyangozu (*Rapana venosa*), Sarı Deniz, Japonya Denizi ile Çin Denizi'ndeki Asya sularına özgü bir türdür. İlk kez 1947 yılında Karadeniz'de Novorossik Körfezi'nde ardından Karadeniz, Azak Denizi, Ege Denizi ve Akdeniz'de yayılım göstermiştir. Ticari gemilerin balast sularında Karadeniz ve Doğu Akdeniz 'den taşındığı düşünülen *Rapana venosa*, Atlantik sularında ve Kuzey Denizi'nde de belirlenmiştir. (Grossu 1970, Bilecik 1975, Marinov 1990).

Deniz salyangozları Çin ve Brezilya'da ticari amaçlı olarak üretilir. Deniz salyangozu (*Rapana venosa*) ekonomik açıdan Doğu Karadeniz Bölgesi'nde değerli olan kabuklu su ürünleri arasındadır (Xia, 2007).

Deniz salyangozu, su ürünleri olması nedeniyle çok değerli bir besin olup, insan vücudu için sağlıklı olan birçok mineral ve vitamin bakımından çok zengindir. Bu konu üzerine yapılan güncel literatür taraması sonucunda derlenen bu araştırmada deniz salyangozunun (*Rapana venosa* Valenciennes, 1846) besin içeriğine işleme teknikleri sunulmuştur.

2. DENİZ SALYANGOZU (*Rapana venosa* Valenciennes, 1846)

Rapana venosa'nın ana vatanı Japon Denizi'nden Tayvan'a kadar yer kaplayan kuzey batı pasifik kıyılarıdır . Dünya çapında, deniz salyangozu *Rapana venosa* 20. yüzyılda yayılım göstermiştir. Deniz salyangozu *Rapana venosa*, iri şişirilmiş vücut sarmalına ve derin bir göbeğe sahip kısa uçlu, ağır bir kabuğa sahiptir (Luo, 2017).

Deniz salyangozu morfolojik olarak, iç organlarının örten helezonik biçimde bir sert kabuğa sahiptir. Kabukları kıvrımlıdır. Columella kasıyla kabuk vücuda bağlanmaktadır. Vücudunun tamamı kas sayesinde kabuk içine çekilebilir. Keratinden oluşmuş daire biçiminde bir operkulum ile kabuk ağzı kapatılır (Bilecik 1990, Emiral 1997, Balta 2000).

Deniz salyangozunun gövdesi; Üç bölümden oluşur: baş, bacaklar ve sırtın iç organları. Vücuda bağlı organlar, kabuğun salgıladığı CaCO₃ içeren, rengi soluk sarıdan kahverenginin çeşitli tonlarına kadar değişen, kalın, sert ve tek parça bir kabukla kaplıdır (Bilecik, 1990). Deniz salyangozları heteroseksüeldir. Bağırsakların dorsalinde, ilk spiral halkada, sindirim bezi gonadları ve gonadları içerir. Bu kanal manto boşluğunun anüsünün sağ tarafından açılır. Deniz kestanelerinde iç dölllenmeyle ürerler. Deniz salyangozlarının gonadlarının rengi türden türe

değişiklik gösterebilir. Dişi *Rapana venosa*'nın gonadlarının rengi açık sarı iken erkeklerde açık kahverengidir (Emiralo, 1997).

Deniz salyangozu, ağzındaki radula sayesinde ısırarak, yırtarak ve avını toplayan etçil bir canlıdır. Deniz salyangozları çift kabuklular, poliketler, balanus, yengeçler, gamaridae, böcekler, kıl kurtları gibi organizmaları avlar. Çoğu salyangoz, avında bir delik açarak yemek yer ancak deniz salyangozları canlının kabuğunu açmak için önce zehirli bir mukus salgılayarak avını etkisiz hale getirir (BAKKA, 2019).

3. DENİZ SALYANGOZLARININ (*Rapana venosa* Valenciennes, 1846) BESİN DEĞERLERİ

Deniz salyangozları su ürünü olması nedeniyle değerli bir besindir. Ayrıca insan vücudu için gerekli birçok mineral ve vitamin bakımından çok zengindir. *Rapana venosa* birçok yemeğin hazırlanmasında kullanılır. Su ürünleri olması nedeniyle çok değerli bir besin olup, insan vücudu için sağlıklı olan birçok mineral ve vitamin yönünden çok zengindir. 100 gr *Rapana venosa* eti 77 kcal enerjiye sahip olduğu için düşük kalorili diet yemeğidir. Deniz kenarındaki restoranların vazgeçilmez ürünüdür. Ancak *Rapana venosa* lüks yemek kategorisinde olduğu için Karadeniz’de çok yakalanmasına rağmen daha çok ihraç edilmektedir. Deniz ürünlerinde bulunan kimyasal bileşiklerin moleküler çeşitliliği, organizmaların evriminin ve benzersiz fizyolojik ve biyokimyasal adaptasyonlarının sonucudur (Evans-Illidge, 2013).

Deniz salyangozu ilgili araştırmalar genellikle bu canlının biyoeolojisi hakkındadır. Ancak besin kompozisyonu ile ilgili araştırmalar sınırlıdır.

Arslan (2009), deniz salyangozlarına (*Rapana venosa*) farklı işleme teknikleri uyguladığı çalışmada elde ettiği ürünlerde belirlenen besin bileşimi Çizelge 1’de sunulmuştur.

Çizelge 1. Taze ve işlenmiş deniz salyangozlarının (*Rapana venosa*) besin analiz bulguları (%)

İşlenmiş Salyangoz	NEM	PROTEİN	YAĞ	KÜL
Taze	71,30±0,05	19,55±0,4	0,45±0,10	2,32±0,02
Pastorize	72,46±0,28	19,64±0,230	0,21±0,06	2,56±0,04
Konserve	66,75±0,49	23,54±0,10	0,51±0,02	2,50±0,03
Dumanlanmış	51,54±0,77	31,35±0,37	0,93±0,08	7,44±0,04
Marine Edilmiş	69,37±0,37	19,55±0,06	0,26±0,02	3,50±0,05

Denizde yaşayan canlılar, rekabetçi ve stresli bir ortamda yaşamak için biyolojik olarak aktif metabolitler sentezlerler. Sağlığa olan faydaları yoğun bir şekilde araştırılan su ürünleri, doymamış yağ asitleri (PUFA) bakımından zengindir. Fosfolipidler, steroller, karotenoidler, çözünür vitaminler (D vitamini), B12 vitamini ve çeşitli mikro besinler ve esansiyel amino asitler kaynağıdır. Deniz ürünleri, kardiyovasküler hastalıkların önlemede ana rolü olan uzun zincirli omega-3 (LCn-3) PUFA alımını sağladığı birçok araştırmada ispatlanmıştır (Chan, 2009).

E vitamini, astaksantin ve beta-karoten, yüksek antioksidan aktiviteye sahip önemli bileşenlerdir. Karotenoidler, *Rapana venosa* normal büyümesini, metabolizmasını ve üremesini etkileyen hayati bileşenlerdir (Borodina, 2013). *Rapana venosa* D3 vitamini bakımından da zengindir (Bakova, 2018).

Yapılan bir çalışmada deniz salyangozunda taze ve uygulanan ön işlemler sonrası amino asit analizi yapılmıştır. Bu çalışmada belirlenen aminoasitlerin miktarları Çizelge 2’de sunulmuştur (Arslan 2009).

Çizelge 2. Deniz salyangozu (*Rapana venosa*) amino asit miktarları (Arslan, 2009)

Amino asitler (mg/100g)	İşlenmemiş Deniz Salyangozu	105 °C’de 15 dk	110 °C’de 40 dk
Lizin	851.19±4.87	1310.61±8.42	958.381±2.78
Metiyonin	411.58±0.539	613.89±10.55	461.054±0.11
Treonin	585.81±2.36	886.05±22.52	655.829±3.28
İzolösin	504.98±1.89	747.61±8.39	572.718±7.33
Lösin	1045.61±1.82	1573.02±5.97	1186.676±10.68
Fenilalanin	477.98±2.68	685.21±4.72	542.618±7.71
Valin	621.63±10.58	911.90±2.54	688.789±8.1311
Esansiyel Aminoasitler	4498.76	6728.30	5066.07
Histidin	255.673±0.989	356.281±3.47	285.67±3.08
Serin	645.630±2.658	938.013±9.03	715.97±1.36
Arginin	2177.392±30.237	3076.131±39.34	2223.51±44.44
Sistein	78.108±0.173	101.396±2.32	109.81±0.13
Tirozin	476.985±1.023	685.818±1.21	548.68±3.91
Yarı Esansiyel Aminoasitler	3633.788	5157.639	3883.72
Alanin	822.889±3.102	1199.09±12.69	837.69±1.32
Aspartik asit	1244.035±7.301	1932.14±20.21	1387.40±0.21
Glutamik asit	2065.09±20.21	3150.16±41.81	2230.929±19.75
Glisin	944.57±17,00	1243.87±14.09	874.626±0.11
Prolin	57.14±4.44	783.14 ±12.36	541.512±3.70
Esansiyel Olmayan Aminoasitler	5654.71	8308.42	5872.15
Toplam Aminoasitler	13960.09	20194.35	15022.19

Marmara Denizi’nden avlanan deniz salyangozlarının besin kompozisyonu üzerine yapılan bir araştırmada kuru madde değeri üzerinden; protein içeriği % 64,71, yağ % 186, kül % 9,35 ve nem miktarını ise % 67,51 olarak belirlemişlerdir (Çelik vd., 2014).

Yapılan diğer bir çalışmada, Doğu Karadeniz’de avlanan deniz salyangozlarının (*Rapana venosa*) mevsimsel olarak et verimi, besin kompozisyonu ve yağ asidi bileşimi belirlenmiştir. Avlanan deniz salyangozlarında et verimin yaz ve sonbaharda ilkbahar ve kış

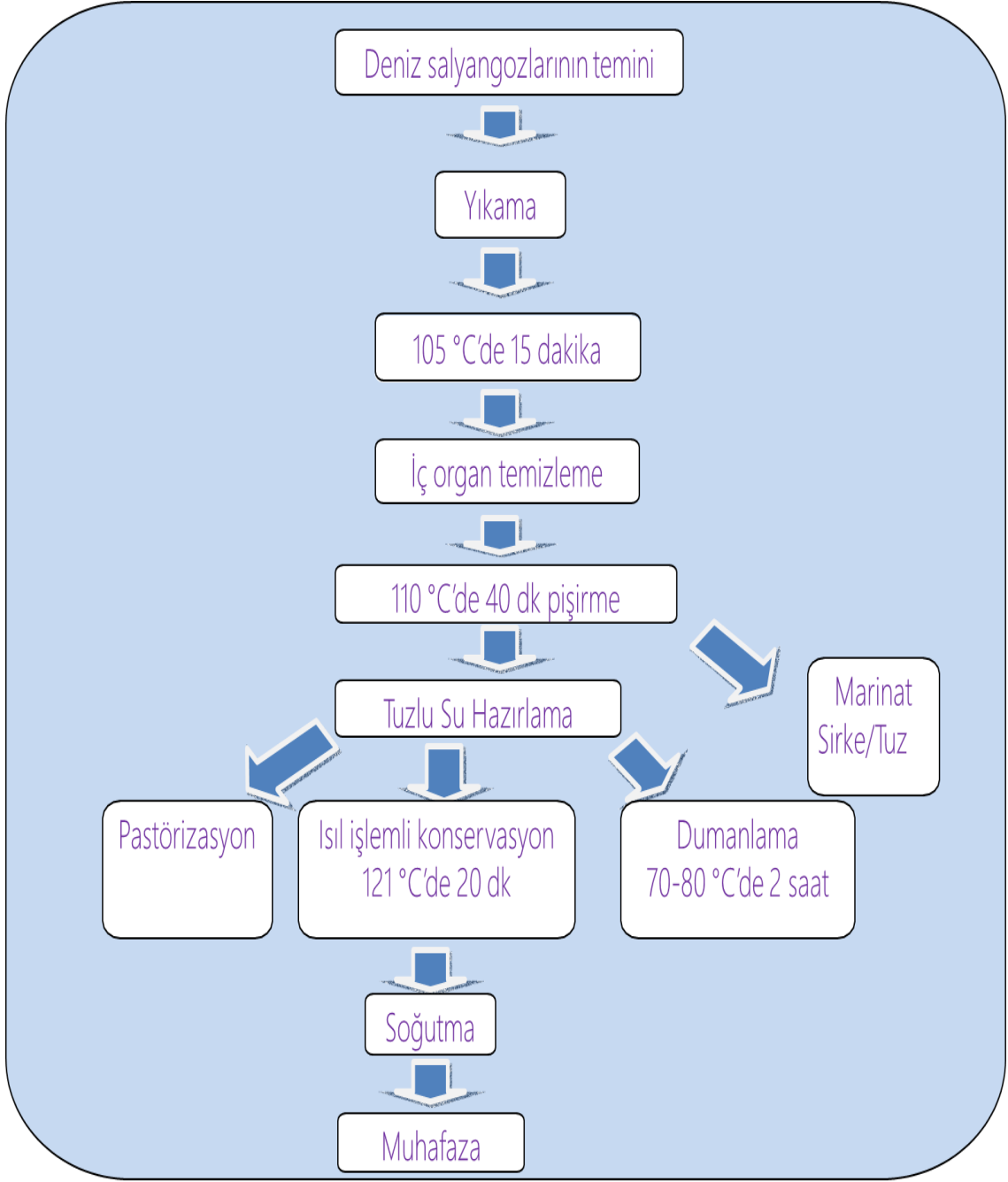
aylarına göre daha yüksek olduğu, sezon genel ortalamasının ise %19,50 olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmada elde edilen veriler dikkate alındığında; yüzde olarak kuru madde, ham kül, ham protein ve ham yağ miktarları mevsim ve bölgelere göre değiştiği ifade edilmiştir. Ayrıca doymuş yağ asidi grubundaki palmitik asit (C16:0) ve stearik asit (C18:0) mevsimsel ortalama değerlerinin yaz aylarında en düşük, kış aylarında ise en yüksek olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada yağ asidi grupları arasında en yüksek miktar 119,05 mg/100g değeriyle PUFA grubunda bulunmuştur. Yaz ve sonbahar mevsimlerindeki EPA ve DHA miktarlarının değişimi diğer mevsimlerle karşılaştırıldığında farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu gösterilmiştir ($p<0,05$). Toplam EPA+DHA 27,40 ile 93,42 mg/100 g ve $\Sigma n6/\Sigma n3$ oranı 1,10 ile 0,90 mg/100 g arasında tespit edilmiştir (Koral ve Kıran, 2017).

4. DENİZ SALYANGOZLARINA (*Rapana venosa Valenciennes, 1846*) UYGULANAN İŞLEME TEKNİKLERİ

Avlanan deniz salyangozlarının tüketilen kısımlar işlenerek gıda, kabukları ise uzak doğu ülkelerinde ahtapotları avlamakta ve süs eşyası olarak değerlendirilmektedir. Dünyada özellikle Asya ve Avrupa’da canlı olarak taze et, dondurulmuş, pişmiş dondurulmuş, konserve ve marinat olarak satılır. Kuzey Amerika’da ise bunlardan farklı olarak salata ve çorbada, Japonya’da suşi ve Kore’de konserve olarak tüketilir.

Deniz salyangozları farklı şekillerde işlenerek tüketime sunulmaktadır. Bunlar; ısıtılmış işlemlerle konservasyon, dumanlama, marinasyon, pastörizasyon gibi metodlardır. Otoklavda 110°C’de 40 dakika süre ile haşlanan deniz salyangozları soğutulduktan sonra talebe göre pastörizasyon, ısıtılmış işlemlerle konservasyon, marinasyon ve tütsüleme yapılır (BAKKA, 2019).

Deniz salyangozunun işleme aşamalarını kısaca özetleyen örnek bir şema Görsel 1’de sunulmuştur.



Görsel 1. Çalışma akış şeması (Arslan, 2009)

5. SONUÇ

Su ürünleri, değerli bir gıda olup hayvansal protein kaynakları içerisinde önemli bir yere sahiptir. Su ürünleri içerisinde yer alan balık ve kabuklular yüksek oranda protein içermektedir. Gelişen gıda sektörü ile birlikte günümüzde kabuklu su canlılarının tüketimi de artmıştır. Deniz salyangozu balıkçılık için bir alternatif kaynak olmuştur. Bununla birlikte deniz salyangozlarının avcılığının kontrollü ve sürdürülebilir yapılması gereklidir. *Rapana venosa*'nın birçok sektörde kullanılmakta olup, bunlardan önemli olanlar gıda ve ilaçtır. *Rapana venosa*'nın farklı vücut kısımlarının kullanımı eski Çin tıbbında önemli yere sahiptir.

Ayrıca bunlara ek olarak tadının ağız tadına uygun olmasından dolayı tüketimi artmıştır. Bu nedenle *Rapana venosa*'nın besin kompozisyonu ve işlenmesi ile ilgili kapsamlı çalışmalar yapılmalıdır.

KAYNAKÇA

- Arslan, G. *Farklı İşleme Tekniklerinin Deniz Salyangozunun (Rapana venosa, Valenciennes, 1846) Besin Bileşimi Üzerine Etkisi Yüksek Lisans Tezi*, İ.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul. 2009.
- BAKKA. Deniz Salyangozu İşleme Tesisi ve Alternatif Deniz Ürünlerine Yönelik Soğuk Hava Deposu Ön Fizibilite Raporu. BAKKA, 84, 2019.
- Bakova, D. Health nutrition in the Bulgarian community – Contemporary approaches. Journal of Environmental Protection and Ecology, 19, 1372-1377, 2018.
- Balta, N. Laboratuvar Koşullarında Doğal Yemle Beslenen Deniz Salyangozu *Rapana thomasiانا*'da Sindirim Üzerine Bazı Gözlemler. Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 33, 2000
- Bilecik, N. Deniz Salyangozu “*R. venosa (V.)*”nın Türkiye'nin Karadeniz Sahillerindeki Dağılışı ve Karadeniz Balıkçılığına Etkisi. TOKB Bodrum Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Yayınları, Seri B, Yayın No: 1, 34, 1990.
- Bilecik, N. La répartition de *Rapana thomasiانا thomasiانا* Crosse sur le littoral turc de la Mer Noire s'étendant d'Igneada jusqu'à Calti Burnu. Rapp. Comm. int. Mer Médit., 23, 2, 169–171, 1975
- Borodina, A. V., T. Maoka, and A.A. Soldatov. Composition and content of carotenoids in body of the Black Sea gastropod mollusc *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846). *Zh Evol Biokhim Fiziol*, 49(3), p. 187-194, 2013.
- Çelik, M.Y., Çulha. S. T., Çulha. M., Yıldız. H., Acarlı. S., Çelik. İ. and Çelik. P. Comparative study on biochemical composition of some edible marine molluscs at Çanakkale Coasts, Turkey. *Indian Journal of Geo-Marine Sciences* 43, 4, 601-606, 2014.
- Chan, E. J. a. L. C. What can we expect from omega-3 fatty acids? . *Cleve Clin J Med*, 76(4), p. 245-251, 2009.
- Emiral, H. *Doğu Karadeniz'deki Deniz Salyangozunun, Rapana thomasiانا Gross, 1861 Yumurta Kütlesi, Kapsül İçi ve Kapsül Dışı Larval Gelişimi*. Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 45 s, 1997.
- Evans-Illidge, E. A. Phylogeny Drives Large Scale Patterns in Australian Marine Bioactivity and Provides a New Chemical Ecology Rationale for Future Biodiscovery. *PLOS ONE*, 8(9), p. e73800. 2013.
- Grossu, A. (1970). Two species recently discovered invading the Black Sea. *Of Sea and Shore*, 1, 43–44.
- Koral, S. Kıran, A. . Seasonal variation of meat yield and nutritional composition of sea snail (*Rapana venosa* Valenciennes, 1846) captured from Eastern Black Sea region. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*,, 34, 1, 47-56, 2017.

- Luo, F. Proximate composition, amino acid and fatty acid profiles of marine snail *Rapana venosa* meat, visceral mass and operculum. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97, 15, 5361-5368, 2017
- Marinov, T. M. *The zoobenthos from the Bulgarian sector of the Black Sea*. Bulgarian Academy of Sciences Publication, Sofia, 195, 1990
- Özgür, N. *Kurbağa (Rana spp.) Bacağının Füme Olarak Değerlendirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, 84, 2005
- Xia, S. H., Z. Wang, and S.Y. Xu. Characteristics of *Bellamya purificata* snail foot protein and enzymatic hydrolysates. *Food chemistry*, 101, 3, 1188-1196, 2007.

MURAT NEHRİ'NDE (MUŞ - TÜRKİYE) YAŞAYAN GÜMÜŞ BALIĞININ (*ALBURNUS SELLAL*) BOY-AĞIRLIK İLİŞKİSİ ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA

Prof. Dr. Asiye BAŞUSTA

Fırat Üniversitesi - 0000-0002-9903-1418

Prof. Dr. Nuri BAŞUSTA

Fırat Üniversitesi - 0000-0002-4260-4772

ÖZET

Gümüş balığı Türkiye’de yaşayan yedi *Alburnus* türünden birisidir ve Fırat, Dicle ve Asi Nehir sistemlerinden bildirilmiştir. Bu çalışmada Murat Nehri’den (Muş-Varto,Türkiye) yakalanan gümüş balığının boy-ağırlık ilişkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Toplamda 32 gümüş balığı uzatma ağlarıyla toplanmıştır. Yakalanan balıkların minimum ve maksimum boy ve ağırlıkları sırasıyla 7,0-18,7 cm ve 2,24-39,33 g olarak bulunmuştur. *Alburnus sellal* türünün boy-ağırlık ilişkisi tüm bireylerde $W=0.008*L^{2.895}$ ($R^2=0,98\pm 0.055$) ve b değerinin %95 güven aralıkları, $b = 2,730-3,060$, t-test $P<0.05$ olarak hesaplanmıştır. Bu türün büyüme tipi tüm eşeyler için izometrik büyüme olarak bulunmuştur ($b=3$). Regresyon analizi sonuçlarına göre, toplam balık boyunun balık ağırlığı ile önemli bir korelasyon içinde olduğunu göstermiştir ($R = 0,990$, $R^2 = 0,980$, $F_1, 31 = 1299,096$, $P <0.001$) ve ağırlıktaki % 98’lik artışın balığın boy artışından kaynaklandığını söylemek mümkündür.

Anahtar Kelimeler: Boy-ağırlık ilişkisi, *Alburnus sellal*, Gümüş balığı, Murat Nehri.

A STUDY ON THE LENGTH-WEIGHT RELATIONSHIP OF SELLAL BLEAK (*ALBURNUS SELLAL*) INHABITING MURAT RIVER (MUŞ, TÜRKİYE)

ABSTRACT

Sellal bleak is one of seven *Alburnus* species living in Turkey and has been reported from the Euphrates, Tigris and Asi River systems. This study was aimed to determined the length-weight relationship of *Alburnus sellal* from Murat River, (Muş-Varto,Türkiye). A total of 32 specimen of *Alburnus sellal* were caught. Minimum-maximum length and weight of caught fishes were determined as 7.0-18.7 cm and 2.24-39.33 g, respectively. length-weight relationships were determined as $W=0.008*L^{2.895}$ ($R^2=0.98\pm 0.055$) combined sexes and 95 % confidence intervals of $b = 2.730-3.060$, t-test $P<0.05$. The type of growth for combined sexes was isometric growth ($b=3$). According to the regression analysis results, fish length has significant correlation with weight ($R = 0.990$, $R^2 = 0.980$, $F_1, 31 = 1299.096$, $P <0.001$) and it can be said that 98 % increase in weight was due to length increase.

Keywords : Length-weight relationship, *Alburnus sellal*, Sellal bleak, Murat River.

1. GİRİŞ

Yöresel adı ile gümüş balığı olarak bilinen *Alburnus sellal* türü Türkiye iç sularında yaşayan yedi *Alburnus* türünden birisidir. *Alburnus* cinsine ait balıklar özellikle göllerin ve akarsuların yüzeye yakın kısımlarını tercih ederek gruplar halinde dolaşırlar. Genellikle küçük boylu, etleri de fazla kılçıklı balıklar olduğu için ekonomik önemleri bulunmamaktadır [1]. Fakat bol miktarda ve kolayca avlanabildikleri için çoğu kez balık üretimi yapılan çiftliklerde kültür balıklarına yem olarak kullanılabilirler. Bu gümüş balığı ile ilgili Dicle Nehri'nden (Şırnak-Türkiye) [2] ve Fırat Nehri'nden [3] bildirilmiş boy-ağırlık ilişkisi çalışmaları bulunmaktadır ancak Murat nehri'nden ise böyle bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmada Murat Nehri'den (Muş-Varto,Türkiye) yakalanan *Alburnus sellal* türünün boy-ağırlık ilişkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

Bu araştırmada *Alburnus sellal* türüne ait balık örnekleri (Görsel 1) Murat Nehri, Muş-Varto bölgesi (39°12'089 K - 41°44'722 D, 39°02'307 K - 41°73'385 D) koordinatları arasına kalan hatta 28- 65 mm göz açıklığına ve 330– 460 m uzunluğa sahip solungaç ağları kullanılarak yakalanmıştır (Görsel 2).



Görsel 1. Murat Nehri'nden avlanan *Alburnus sellal*

Tür tayini Birecikligil vd. [4]'ne göre yapılmıştır. Toplam 32 adet balık örneğinin total boyları (TL) cm olarak, ağırlıkları g olarak 0.1 hassasiyetle belirlenmiştir. Çalışmada boy ölçümünde 50 cm'lik cetvel ve 0.1 gr hassasiyete sahip AND GF-6100 marka dijital terazi kullanılmıştır. Boy-ağırlık ilişkisini belirlemede Ricker [5]'in önerdiği aşağıdaki eşitlikten yararlanılmıştır.

$W = a \times L^b$ Bu eşitlikte;

W: Total ağırlığı (g), L: Total boyu (cm),

a: Boy-ağırlık ilişkisinin belirlediği eğrinin (Y) eksenini kestiği noktayı ve

b: Boy-ağırlık ilişkisinin belirlediği eğrinin eğimini ifade etmektedir.

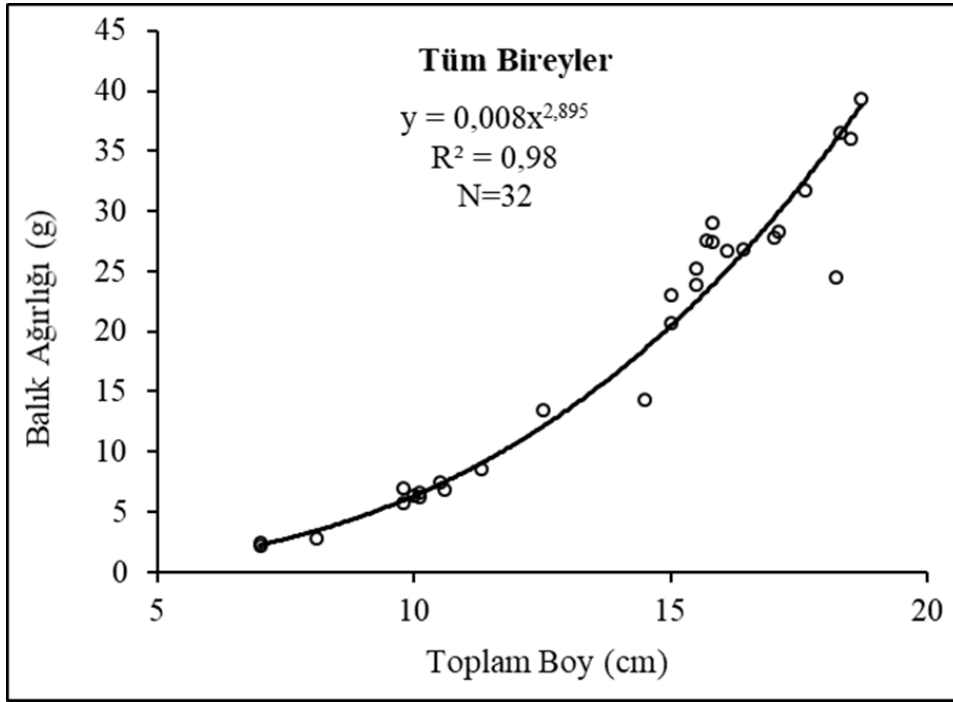
Boy-ağırlık ilişkisinde b değerinin 3'ten farklı olup olmadığını tespit etmek için SPSS programında t-testi uygulanmıştır. Ayrıca b değerinin standart hatası (SEb) ve güven aralığı hesaplanmıştır [6].



Görsel 2. Murat Nehri'nde uzatma ağıları ile yapılan gümüş balığı avcılığı

3. BULGULAR

Yakalanan balıkların minimum ve maksimum boy ve ağırlıkları sırasıyla 7.0-18.7 cm ve 2.24-39.33 g olarak bulunmuştur. *Alburnus sellal* türünün boy-ağırlık ilişkisi tüm bireylerde $W=0.008*L^{2.895}$ ($R^2=0.98\pm 0.055$) olarak belirlenmiş ve bu ilişkinin grafiği Görsel 3'te gösterilmiştir. Ayrıca b değerinin %95 güven aralıkları, $b = 2.730-3.060$, t-test $P<0.05$ olarak hesaplanmıştır. *Alburnus sellal*'in tüm bireylerinde boy-ağırlık ilişkisi b değeri güven aralıklarına baktığımız zaman bu tür için büyüme tipinin izometrik büyüme ($b=3$) olduğu bulunmuştur.



Görsel 2. *Alburnus sellal* türüne ait tüm bireylerde boy-ağırlık ilişkisi

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu türün regresyon analizine değerlerine baktığımızda balık boyu ve ağırlığı arasında önemli bir korelasyon olduğu saptanmıştır ($R = 0.99$, $R^2 = 0.98$, $F_{1, 29} = 1299,096$; $P < 0.001$). Total boy ve ağırlıklar arasında kuvvetli ilişkiler tespit edilmiştir. Yapılan regresyon analizi sonucunda Gümüş balığının ağırlıktaki artışın %98'inin balığın boy artışı nedeniyle olduğunu söylemek mümkündür. Ayrıca, t-testi sonuçları regresyon katsayılarının anlamlılığı açısından incelendiğinde ($t\text{-testi} = 36.043$; $P < 0,01$), balık ağırlığının tahmininde balık boyu verilerinin yüksek doğrulukla kullanılabilmesi bulunmuştur.

Türkiye'de Gümüş balığı ile ilgili yapılmış boy-ağırlık ilişkisi çalışması Dicle Nehri'nden (Şırnak-Türkiye) Yüksel vd., [2] yaptıkları çalışmada b değeri 3.063 olarak ($CI=2.773-3.99$) Fırat Nehri'nden ise Çiçek vd. [3] b değeri 2.964 olarak ($CI=2.935-2.997$) bulmuşlardır, bu değerler ise Murat nehri için bulunan b değerleri ile benzerlik göstermekle birlikte, Dicle Nehri'ndeki çalışmada büyüme tipi izometrik büyüme ve Fırat Nehri'ndeki çalışmada ise negatif allometrik büyüme bulunmuştur.

Elde edilen b değerleri avlanan tüm balıklar 2023 balıkçılık sezonuna aittir. Bu çalışma; türle ilgili daha sonra yapılacak olan diğer çalışmalara temel oluşturması düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- [1] Geldiay, R. ve Balık, S. *Türkiye Tatlısu Balıkları*, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fak. Yayın No: 46 (II.Baskı) İzmir. pp. 532, 1996.
- [2] Yüksel, A.Y. , Bozkurt, R., Dörtbudak, M.Y. H., Yalçın. Dicle Nehri'ndeki (Şırnak-Türkiye) *Alburnus sellal* Heckel, 1843 Populasyonunun Boy-Ağırlık İlişkisi ve Kondisyon Faktörü . *Commagene Journal of Biology*, 5(2), 131-135 (2021). DOI: 10.31594/commagene.907294
- [3] Çiçek, E., Seçer, B., Sungur, S., Öztürk, S., Bahçeci, H. Length-weight relationships and condition factors of 28 fish species belonging to Leuciscidae (Cypriniformes) from Turkey. *Journal of Applied Ichthyology*, 38:364–367, (2022). <https://doi.org/10.1111/jai.14315>
- [4] Birecikligil, S.S., Yücel, Ş.Y., Çiçek, E. A Taxonomic Evaluation of *Alburnus sellal* Heckel, 1843 and *Alburnus adanensis* Battalgazi, 1944 Based on Morphological Characters and Mitochondrial DNA Sequences. *Pakistan J. Zool.*, vol. 48(2), pp. 465-473, 2016.
- [5] Ricker, W.E. Computation and Interpretation of Biological Statistics of Fish Populations. *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada*, 191:1-382 (1975).
- [6] Zar J.H., *Biostatistical Analysis*. 4th ed. Prentice Hall. New Jersey, pp:929, (1999).

MERSİN KÖRFEZİ'NDEN YAŞAYAN TİRSİ BALIĞININ (*ALOSA FALLAX*) BOY-AĞIRLIK İLİŞKİSİ ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA

Prof. Dr. Nuri BAŞUSTA

Fırat Üniversitesi, - 0000-0002-4260-4772

Prof. Dr. Asiye BAŞUSTA

Fırat Üniversitesi, - 0000-0002-9903-1418

ÖZET

Tirsi balığı *Alosa fallax* (Lacepède, 1803) sürü oluşturan pelajik balık türü olup, nehir ağızlarına yakın bölgelerde yaşamaktadırlar. Bu çalışmada Mersin Körfezi'nde yaşayan tirsî balığının boy-ağırlık ilişkisi araştırılmıştır. *Alosa fallax* türüne ait balık bireyleri Mersin Körfezi Deli Burun açıklarında yaklaşık 20 m derinlikte küçük ölçekli gırgır avcılığı ile elde edilmiştir. Toplam 46 tirsî balığı toplanmıştır. Yakalanan balıkların minimum ve maksimum boy ve ağırlıkları sırasıyla 11,1-17,5 cm ve 9.68-37,9 g olarak bulunmuştur. Tirsî balığının boy-ağırlık ilişkisi tüm bireylerde $W=0.0068*L^{3.019}$, ($R^2=0.937$) ve b değerinin %95 güven aralıkları $b = 2,782-3.256$, t-test $P<0.05$ olarak hesaplanmıştır. Bu türün tüm eşeyler için büyüme tipinin izometrik büyüme olduğu saptanmıştır ($b=3$). Regresyon analizi tirsî balığı boyunun ağırlığı ile önemli bir ilişkiye sahip olduğunu göstermiştir ($R = 0,968$, $R^2 = 0,937$, $F_{1, 45} = 659,021$; $P<0,001$) ve ağırlıktaki % 94'lük artışın balığın boy büyümesi nedeniyle olduğu söylenebilir. Ayrıca regresyon katsayılarının önemi yönünden t-testi sonuçları analiz edildiğinde (t-testi = 25,671; $P<0,01$), balık boyu verilerinin balık ağırlığını tahmin etmede yüksek doğrulukla kullanılabileceği bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Tirsî, *Alosa fallax*, Boy-ağırlık ilişkisi, Mersin Körfezi.

A STUDY ON LENGTH-WEIGHT RELATIONSHIP OF TWAITE SHAD (*ALOSA FALLAX*) INHABITING MERSIN BAY

ABSTRACT

Twaite shad, *Alosa fallax* (Lacepède, 1803) is a schooling pelagic fish species and lives in areas close to estuarine. In this study, the length-weight relationship of twaite shad living in Mersin Bay was investigated. Fish individuals of *Alosa fallax* species were obtained by small-scale purse seiner fishing at a depth of 20 m off the coast of Deli Burun, Mersin Bay. A total of 46 twaite shad individuals were collected. The minimum and maximum length and weight of the caught fish were found to be 11.1-17.5 cm and 9.68-37.9 g, respectively. The length-weight relationship of twaite shad in all sexes was calculated as $W = 0.0068*L^{3.019}$, ($R^2 = 0.937$) and the 95% confidence intervals of the b value were estimated as $b = 2,782-3.256$, t-test $P < 0.05$. The growth type for all sexes of this species was determined to be isometric

growth ($b=3$). Regression analysis showed that twaite shad length had a significant correlation with weight ($R = 0.968$, $R^2 = 0.937$, $F_{1, 45} = 659,021$; $P < 0.001$) and it can be said that the 94% increase in weight is due to the fish growing in size. Additionally, when the t-test results were analyzed in terms of the significance of the regression coefficients (t-test = 25.671; $P < 0.01$), it was found that fish length data could be used with high accuracy in estimating fish weight..

Keywords : Twaite shad, *Alosa fallax*, Length-weight relationship, Mersin Bay.

1. GİRİŞ

Tirsi balığı, *Alosa fallax*, sürü oluşturan pelajik bir balık türü olup nehir ağzına yakın bölgelerde yaşar ve bahar aylarında yumurtlamak için bu bölgeleri seçerler. Genellikle tirsiler 20-40 cm boylarında olmakta, maksimum boy ise 50 cm bulabilmektedir. Akdeniz kıyıları ile Finlandiya ‘dan İzlanda ve Fas kıyılarına kadar dağılım göstermektedir [1]. Bu türle ilgili olarak; Turan ve Başusta [2] tirsii balığının Akdeniz, Ege Denizi ve Karadeniz’den morfometrik ve meristik populasyon yapısı incelemiştir. Ancak Mersin Körfezi’ndeki *Alosa fallax* türü için boy-ağırlık ilişkisi (LWR) hakkında yeterli bilgiye rastlanmamıştır. Tirsii balıklarının boy-ağırlık ilişkileri Akdeniz ve Karadeniz’in diğer bölgelerindeki bazı araştırmacılar tarafından incelenmiştir [3, 4, 5, 6, 7]. Bu çalışma ile Mersin Körfezi’nde yaşayan tirsii balıklarının boy-ağırlık ilişkileri incelenmesi amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

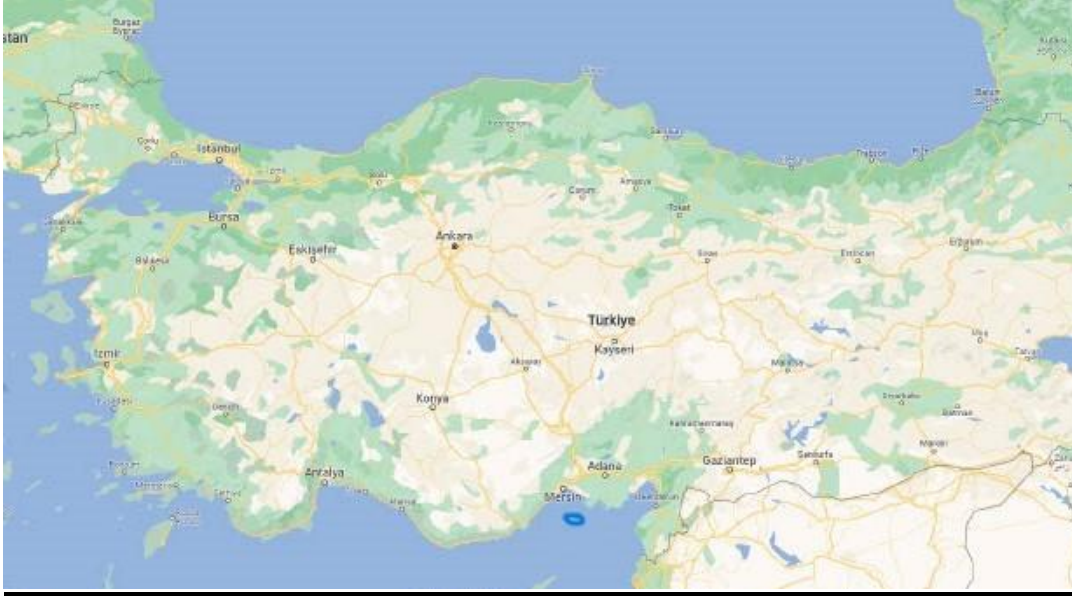
Bu çalışmada *Alosa fallax* türüne ait bireyler Mersin Körfezi, Deli Burun açıklarından Yaklaşık 20 m derinlikten küçük çaplı gırgır avcılığı yapan ticari tekne ile yakalanmıştır (Görsel 1). Toplanan tirsii balıkları Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, balık biyolojisi laboratuvarına buz içerisinde getirilmiştir. Balıkların tür tayini Golani vd. [1]’ne göre yapılmıştır. Toplam 46 adet balık örneğinin total boyları 0.1 cm ve ağırlıkları 0.1 g hassasiyetle belirlenmiştir. Boy-ağırlık ilişkisini belirlenmesinde Ricker tarafından [8]’in önerilen aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$W = a \times L^b$ bu eşitlikte;

W: Toplam ağırlığı (g), L: Toplam boyu (cm),

Boy-ağırlık ilişkisi formülünde a ve b sırasıyla boy-ağırlık eğrisinin kesişme noktası (a) ve eğimidir (b).

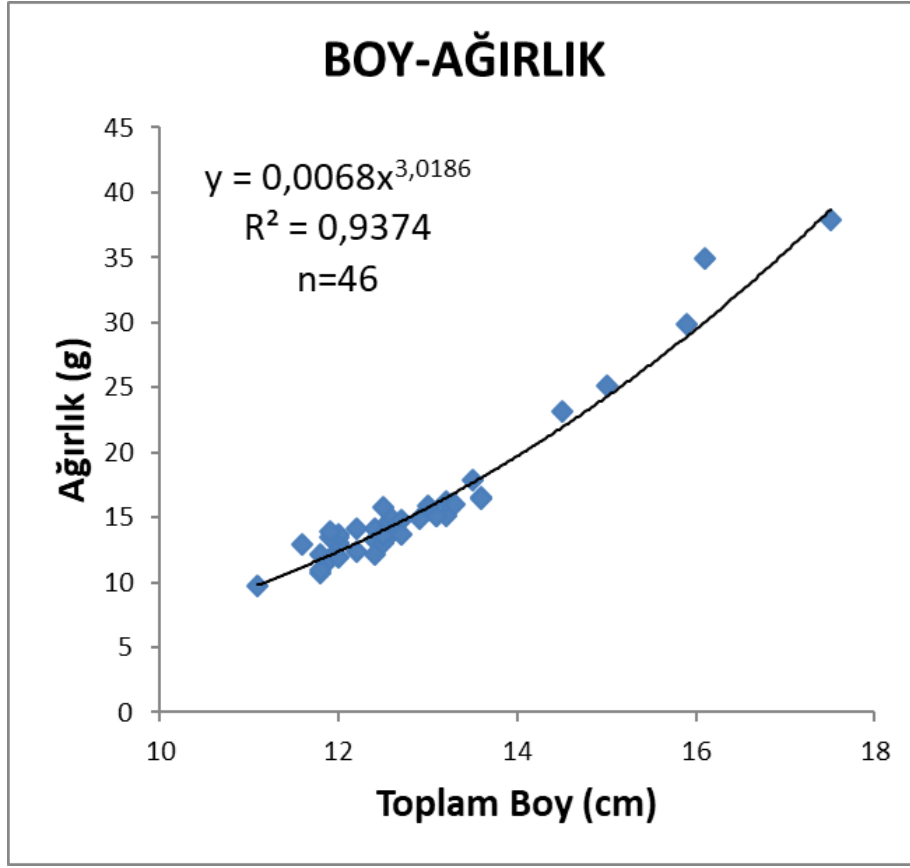
Bu türün b değeri, 3’ten önemli ölçüde farklı olup olmadığını doğrulamak için 0,05 önem düzeyinde bir t testiyle test edilmiştir. Ayrıca b değerinin standart hatası (SEb) ve güven aralığı hesaplanmıştır [9].



Görsel 1. Örnekleme alanı, Mersin Körfezi, Deli Burun Açıkları

3. BULGULAR

Yakalanan balıkların minimum ve maksimum boy ve ağırlığı sırasıyla 11,1-17,5 cm ve 9,68-37,9 g olarak tespit edilmiştir. *Alosa fallax* türünün boy-ağırlık ilişkisi tüm bireylerde $W=0.068*L^{3,0186}$ ($R^2=0.937$) olarak belirlenmiş ve bu ilişkinin grafiği Görsel 2’de gösterilmiştir. Ayrıca b değerinin %95 güven aralıkları $b = 2.782-3.256$, t-test $P<0.05$ olarak hesaplanmıştır. Boy-ağırlık ilişkisinin b değeri güven aralıklarına baktığımız zaman (CI) bu tür için büyüme tipinin izometrik büyüme ($b=3$) gösterdiği bulunmuştur.



Görsel 2. *Alosa fallax* türüne ait tüm bireylerde boy-ağırlık ilişkisi

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu tür için regresyon analizine bakıldığında, tirsî balığı boyunun ağırlıkla önemli bir korelasyona sahip olduğunu göstermiştir ($R = 0,968$, $R^2 = 0,937$, $F_{1, 45} = 659,021$; $P < 0,001$) ve ağırlıktaki %94'lük artışın, balık boy büyümesinden kaynaklandığı açıklanabilir. Ayrıca regresyon katsayılarının anlamlılığı açısından t-testi sonuçları incelendiğinde ($t\text{-testi} = 25,671$; $P < 0,01$), balık boyu verilerinin balık ağırlığının tahmininde yüksek doğrulukla kullanılabileceği düşünülmektedir.

Bölgelere göre *A. fallax* için tahmin edilen b değerleri D'Ancona [3] tarafından Tiber Nehri için 3.469, Dulcic & Glamuzina tarafından [4] Adriyatik Denizi için 2.930, Karakulak vd. tarafından [5] Gökçeada Adası (Kuzey Ege Denizi) için 2.926, Volta & Giussani tarafından [6] Lago Maggiore (İtalya) için 2.916 ve Kasapoglu ve Düzgüneş [7] tarafından Doğu Karadeniz için 2.875 olarak bulunmuştur. Bizim çalışmamızda bulduğumuz b değeri güven aralıkları ile değerlendirildiğinde bu değerler ile birbirine çok bulunmuştur.

Bu çalışmada tahmin edilen bu parametrelerin yalnızca 2015-16 balıkçılık sezonunu için tahmin edildiği dikkate alınmalıdır. Bu çalışma bundan sonra yapılacak diğer çalışmalara kaynak olacaktır.

KAYNAKÇA

- [1] Golani, D., Öztürk, B., and Başusta, N. Fishes of the Eastern Mediterranean, Turkish Marine Research Foundation, Publication number 24. 266 pp. and İstanbul, (2006).
- [2] Turan C. and Başusta N. Comparison of Morphometric Characters of Twaite Shad (*Alosa fallax nilotica*, Geoffroy SaintHilare, 1808) Among Three Areas in Turkish seas. Bulletin Française de la Pêche et de la Pisciculture 362/363, 1027-1035, (2001).
- [3] D'ancona, U. Il problema dell'accrescimento dei pesci studiato sull'*Alosa finta* del Tevere. [The problem of the increased fish study of shad *Alosa finta* on the Tiber]. Atti della Accademia Nazionale dei Lincei, Memorie. 2(6): 494-540, (1927).
- [4] Dulcic, J., Glamuzina, B. Length-weight relationships for selected fish species from three eastern Adriatic estuarine systems (Croatia). J. Appl. Ichthyol. 22: 254-256. (2006).<https://doi.org/10.1111/jai.14315>
- [5] Karakulak, F.S., H. Erk and B. Bilgin, Length-weight relationships for 47 coastal fish species from the northern Aegean Sea, Turkey. J. Appl. Ichthyol. 22:274-278, (2006).
- [6] Volta P, Giussani G (2010). Weight-length relationships (WLRs) and von Bertalanffy growth function (VBGF) parameters of *Alosa agone*, *Rutilus pigus* and theanadromous *Salmo trutta* from a deep south-alpine lake: Lago Maggiore (northern Italy). J. Appl. Ichthyol. 26: 474-476.
- [7] Kasapoglu, N., Duzgunes, E. Length-weight relationships of marine species caught by five gears from the Black Sea. Mediterranean Marine Science, 15(1), 95–100, (2013). <https://doi.org/10.12681/mms.463>
- [8] Ricker, W.E. Computation and Interpretation of Biological Statistics of Fish Populations. Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada, 191:1-382 (1975).
- [9] Zar J.H., *Biostatistical Analysis*. 4th ed. Prentice Hall. New Jersey, pp:929, (1999).

İSKENDERUN KÖRFEZİ'NDE YAŞAYAN KURDELE BALIĞININ (*CEPOLA MACROPHTALMA*) OTOLİT BİYOMETRİSİ

Prof. Dr. Nuri BAŞUSTA

Fırat Üniversitesi, - 0000-0002-4260-4772

Prof. Dr. Asiye BAŞUSTA

Fırat Üniversitesi, - 0000-0002-9903-1418

ÖZET

Kurdele balığı, *Cepola macrophthalmalma* (Linnaeus, 1758) çamurlu zeminde 30-300 m derinliklerde yaşayan ince ve uzun bir balıktır. Bu çalışmada İskenderun Körfezi'nde yaşayan kurdele balığının otolit boyutları- balık uzunluğu arasındaki ilk bilgileri sağlar. *Cepola macrophthalmalma* bireyleri ticari dip trolü avcılığı yapan balıkçı tekneleri ile 2015-2016 av sezonunda yakalanmıştır. Toplamda 53 adet kurdele balığı elde edilmiştir. Yakalanan balıkların minimum ve maksimum boyları 10.8-29.2 cm ve ağırlıkları 1.57-19.85 g olarak bulunmuştur. Bu çalışma için sağ ve sol sagittal otolitler kullanılmış ve her balık bireyinden otolit boyu, otolit genişliği, otolit ağırlığı en yakın 0.001 mm ve 0.0001 g hassasiyetle ölçülmüştür. Otolit boyutları-toplam balık uzunluğu arasındaki ilişkileri $y = a+bx$ denklemi kullanılarak incelenmiştir. Toplam balık boyu ile otolit boyu, otolit genişliği, otolit ağırlığı arasındaki ilişkiler sırasıyla $y = 0.0518x + 1.5238$ ($R^2=0.486$), $y = 0.0286x + 0.8392$ ($R^2=0.4184$), $y = 0.0006x - 0.0034$ ($R^2=0.7296$) olarak bulunmuştur. Balık ağırlığı ile otolit ağırlığı arasındaki ilişki ise $y = 0.0006x + 0.0032$ ($R^2=0.8376$) olarak hesaplanmıştır. Toplam balık uzunluğu ile otolit uzunlukları ve otolit genişliği arasında orta düzeyde ve toplam balık boyları ile otolit ağırlığı ve vücut kütlesi arasında pozitif ve çok güçlü ilişkiler bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Kurdele Balığı, *Cepola macrophthalmalma*, Otolith Biyometrisi, İskenderun Körfezi.

OTOLITH BIOMETRY OF RED BANDFISH (*CEPOLA MACROPHTALMA*) INHABITING İSKENDERUN BAY

ABSTRACT

ABSTRACT

The red bandfish, *Cepola macrophthalmalma* (Linnaeus, 1758), is a thin and elongated fish inhabiting muddy substrate at depths of 30-300 m. This study provides the first information on the otolith dimensions-fish length relationships of red bandfish specimens inhabiting Iskenderun Bay. *Cepola macrophthalmalma* individuals were caught by commercial bottom trawler during the 2015-2016 fishing season. A total of 53 *C. macrophthalmalma* were captured. Minimum-maximum length and weight of captured fishes were found as 10.8-29.2 cm and 1.57-19.85 g,

respectively. Right and left sagittal otoliths were used for this study and otolith length, breadth weight were measured from each specimen nearest 0.001 mm and 0.0001g respectively. The otolith dimensions-total fish length relationships were examined by using the equation: $y = a + bx$. The relationship among total length with otolith length and otolith breadth and otolith weight were as $y = 0.0518x + 1.5238$ ($R^2=0.486$), $y = 0.0286x + 0.8392$ ($R^2=0.4184$), $y = 0.0006x - 0.0034$ ($R^2=0.7296$), respectively. The relationships between fish body mass with and otolith weight was as $y = 0.0006x + 0.0032$ ($R^2=0.8376$). There were a moderate relationships between the total fish length and otolith lengths and otolith breadth. There was a positive and very strongly relationships between the total fish lengths and otolith weight and body mass.

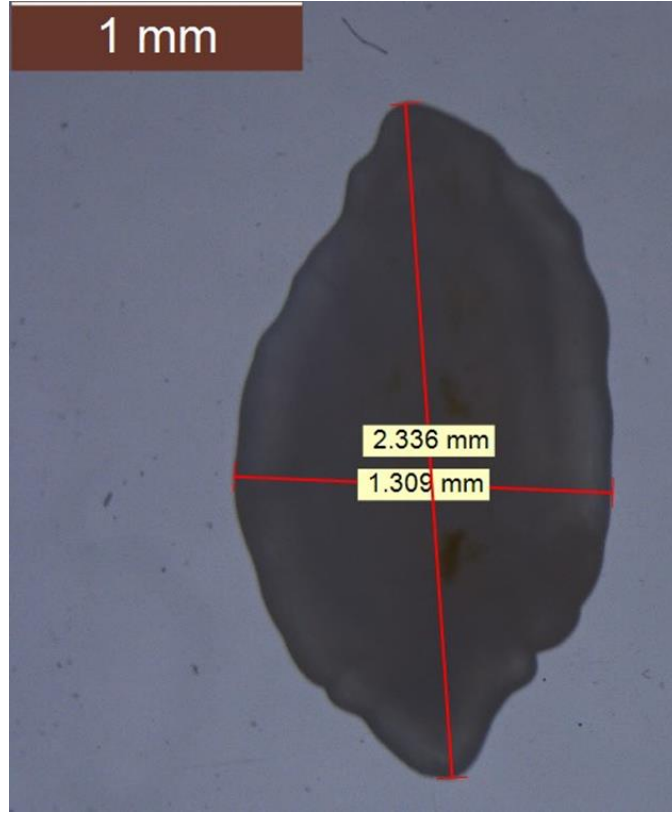
Keywords : Red Bandfish, *Cepola macrophthalmalma*, Otolith Biometry, Mersin Bay.

1. GİRİŞ

Kurdele balığı, *Cepola macrophthalmalma* (Linnaeus, 1758) yumuşak ve çamurlu zeminlerde 30 ile 300 m arasında yaşayan ince uzun bir deniz balığıdır [1]. *Cepola macrophthalmalma* Akdeniz, Cebelitarık Boğazı'ndan, Kuzey Senegal'e kadar dağılım göstermektedir [2]. Bu türe ait bazı yaş, büyüme, üreme ve boy-ağırlık ilişkisi çalışmaları olmakla birlikte [3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10] otolit biyometrisi çalışması ise sadece Marmara Denizi'nde İşmen vd. [8] tarafından bildirilmiştir. Bu çalışmada İskenderun Körfezi'nde yaşayan kurdele balığının otolit biyometrisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

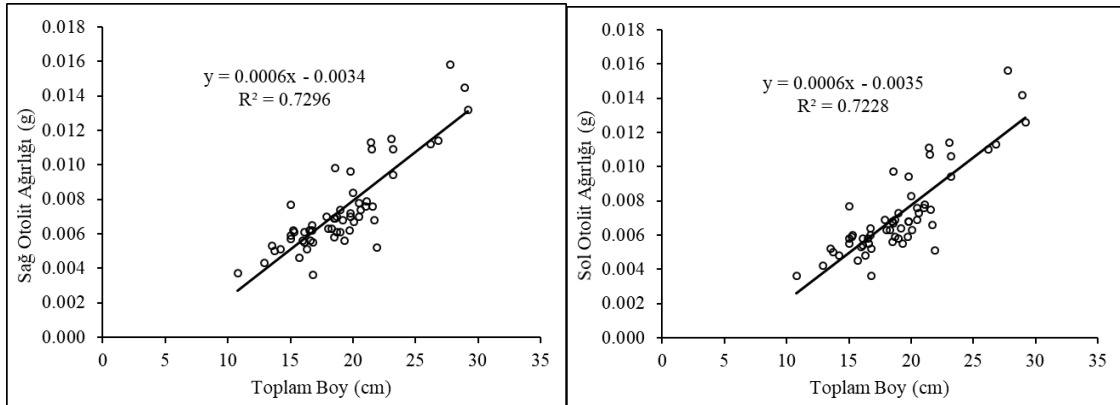
Bu çalışmada *Cepola macrophthalmalma* türüne ait balık örnekleri İskenderun Körfezi açıklarından ticari dip trolü avcılığı yapan balıkçı tekneleri ile 2015-2016 av sezonunda yakalanmıştır. Kurdele balığı örnekleri buz içerisinde Fırat Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi Balık Biyolojisi laboratuvarına getirilmiştir. Gümüş balıklarının tür tayini Golani vd. [1]'ne göre yapılmıştır. Toplam 53 adet balık örneğinin total boyları (TL) 0.1 cm, ağırlıkları olarak 0.1 g hassasiyetle ölçülmüştür. Her balıktan hem sağ hem de sol sagittal otolitler çıkarılarak ve yaklaşık 5 dakika boyunca %10 KOH solüsyonunda tutularak su ile yıkanmış ve kilitli poşetlerde saklanmıştır. Otolitlerin ağırlıkları 0.0001 g hassas terazide tartılmış, boy ve genişlikleri ise binoküler stereo mikroskopta (Leica S8APO) ve bilgisayar bağlantılı LAS görüntüleme sisteminde ölçülmüştür (Görsel 1). Otolit boyutları-toplam boy ilişkileri $y = a + bx$ denklemi kullanılarak incelenmiştir.



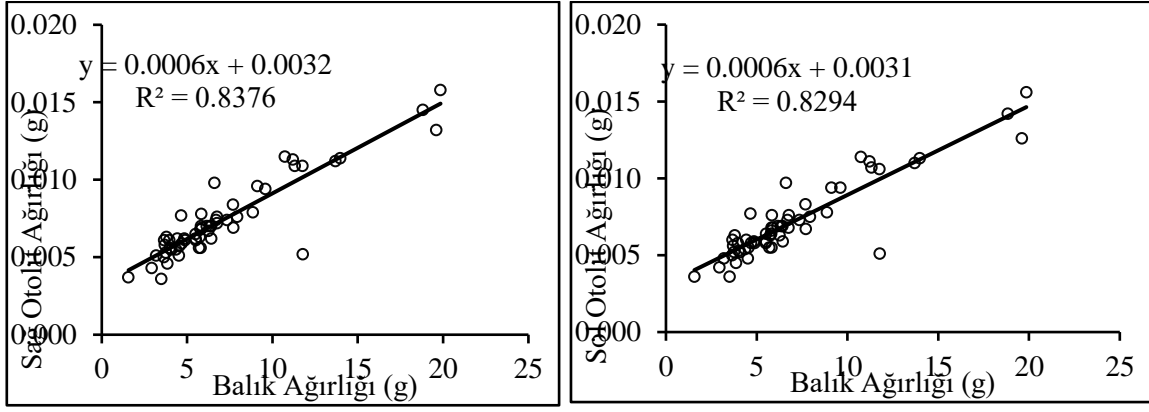
Görsel 1. İskenderun Körfezi *Cepola macrophthalmalma* türüne ait otolit boy ve en ölçümleri

3. BULGULAR

Toplamda 53 adet kurdele balığı elde edilmiştir. Yakalanan balıkların minimum ve maksimum boyları 10.8-29.2 cm ve ağırlıkları 1.57-19.85 g olarak saptanmıştır. Türe ait Minimum ve maksimum otolit ağırlıkları 0.0045-0.0145 g, minimum ve maksimum otolit boy ve enleri ise sırasıyla 1.860-3.249 mm ve 1.050-1.821 mm olarak bulunmuştur. Kurdele balığının toplam balık boyu ile sağ ve sol otolit ağırlığı arasında (Görsel 2) balık ağırlığı ile sağ ve sol otolit ağırlığı arasında (Görsel 3) pozitif yönde ve kuvvetli derecede doğrusal bir ilişki bulunmuştur.

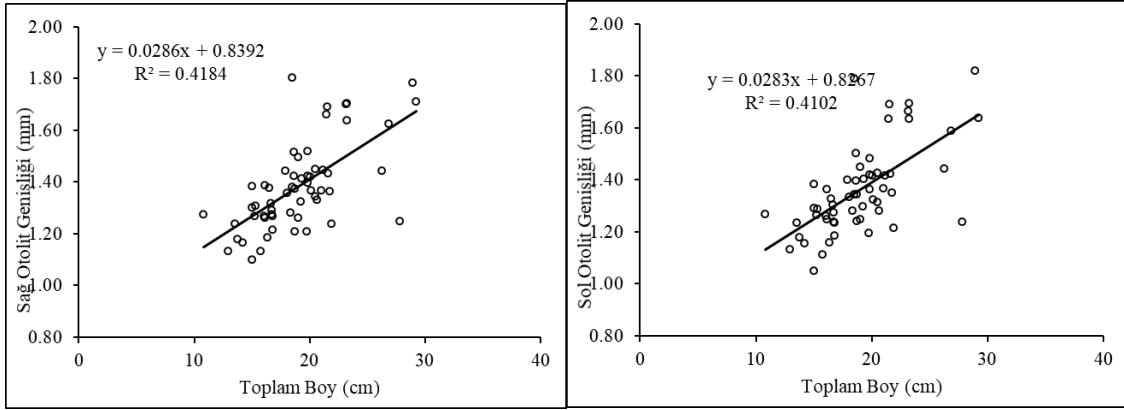


Görsel 2. *Cepola macrophthalmalma* toplam balık boyu ile sağ ve sol otolit ağırlığı arasındaki ilişki

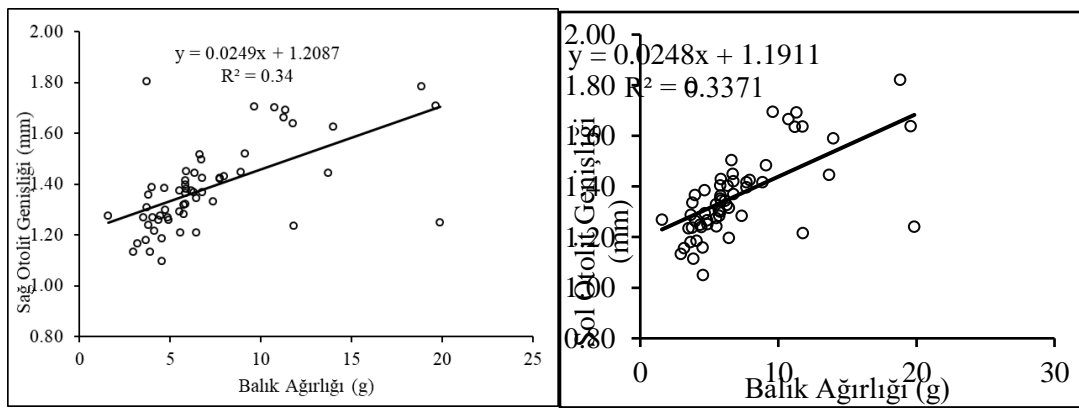


Görsel 3. *Cepola macrophthalmia* balık ağırlığı ile sağ ve sol otolit ağırlığı arasındaki ilişki

Alburnus sellal'in toplam balık boyu ile sağ ve sol otolit ağırlığı arasında (Görsel 4) balık ağırlığı ile sağ ve sol otolit ağırlığı arasında (Görsel 5) pozitif yönde ve orta derecede doğrusal bir ilişki bulunmaktadır.

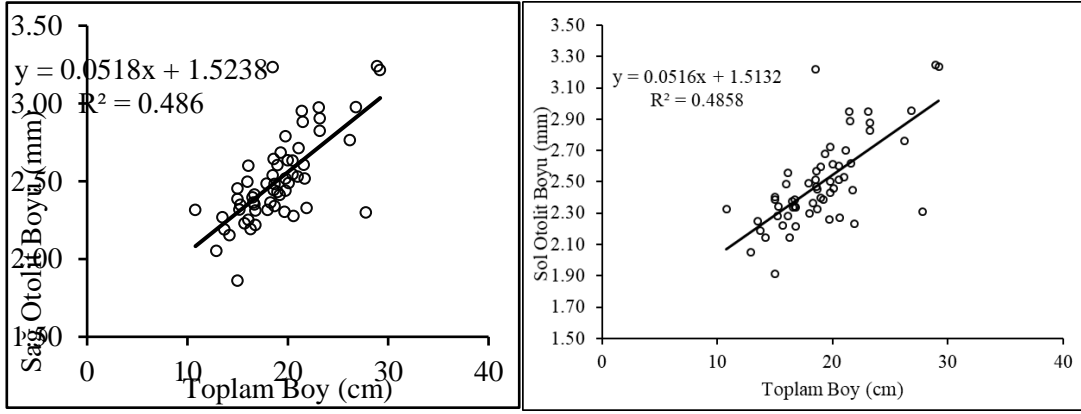


Görsel 4. *Cepola macrophthalmia* toplam boy ile sağ ve sol otolit genişliği arasındaki ilişki

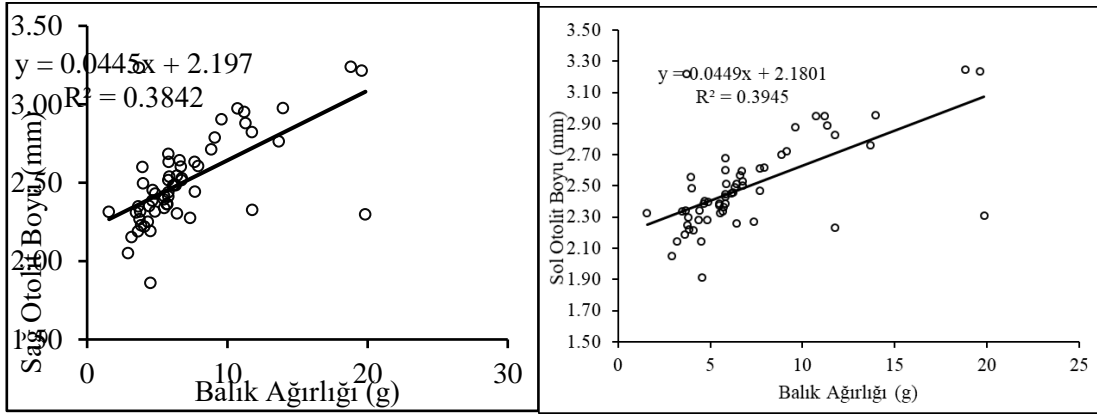


Görsel 5. *Cepola macrophthalmia* balık ağırlığı ile sağ ve sol otolit genişliği arasındaki ilişki

Yine *Cepola macrophthalmia*'nin toplam balık boyu ile sağ ve sol otolit boyu arasında (Görsel 6) ve balık ağırlığı ile sağ ve sol otolit ağırlığı arasında (Görsel 7) pozitif yönde ve orta düzeyde doğrusal bir ilişki bulunmaktadır.



Görsel 6. *Cepola macrophthalmia* toplam boy ile sağ ve sol otolit boyu arasındaki ilişki



Görsel 7. *Cepola macrophthalmia* balık ağırlığı ile sağ ve sol otolit boyu arasındaki ilişki

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Çalışmada *Cepola macrophthalmia* türünün sağ ve solundan alınan otolitlerin genişlikleri ($P=0.5$), boyları ($P=0.8$) ve ağırlıkları ($P=0.1$) arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$). Bu türde otolit ağırlığındaki %72 oranındaki artışın balık boyundaki artıştan kaynaklandığını söylemek mümkündür. Bu çalışmada *Cepola macrophthalmia* türüne ait otolit biyometrisi değerleri Marmara Denizi'nde yapılan çalışmada [2] bulunan değerlerle örtüşmektedir. Araştırma sonuçlarının paleobiyolojik çalışmalarda ve mide içeriği araştırmalarında önemli bir araç olarak kullanılabileceği ve türle ilgili daha sonra yapılacak olan diğer çalışmalara temel oluşturması düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- [1] Golani, D., Öztürk, B., and Başusta, N., *Fishes of the Eastern Mediterranean*, Turkish Marine Research Foundation, Publication number, İstanbul,24. 266 pp. and 2006.
- [2] İşmen, A. , Arslan İhsanoğlu, M. , Daban, İ. B., İnceoğlu, H. Age, Growth And Otolith Biometry-Body Length Relationships of Red Bandfish (*Cepola macrophthalma* L., 1758) in The Sea of Marmara, Turkey. *Trakya University Journal of Natural Sciences*, 21 (2) , 107-113, (2020). DOI: 10.23902/trkjnat.714201.
- [3] Stergiou, K.I. Intraspecific variations in size and age at maturity for red bandfish, *Cepola macrophthalma*. *Environmental Biology of Fishes*, 54: 151-160, (1999).
- [4] Stergiou, K.I., Economidis, P. & Sinis A. 1992. Age, growth and mortality of red bandfish, *Cepola macrophthalma* (L.), in the western Aegean Sea (Greece). *Journal of Fish Biology*, 40 (3): 395-418.
- [5] Leblebici, S. 2007. Investigation on the biological properties of Red Bandfish (*Cepola macrophthalma* Linnaeus, 1758) in İzmir Bay. Ege University, Master Thesis, 89 p
- [6] Kaya, M., Özaydin, O. & Benli, H.A. 2001. Age and growth parameters of the red bandfish (*Cepola rubescens* L., 1766) in Izmir Bay. *Turkish Journal of Zoology*, 25: 111-116.
- [7] Vallisneri, M., Piccinetti, C., Tommasini S. Age, growth, and gonad organization in red bandfish (*Cepola macrophthalma* L., 1758) from the Adriatic Sea. *Acta Adriatica*, 47 (2): 217-221, (2006).
- [8] Torres, M.A., Ramos, F., Sobrino, I. Length-weight relationships of 76 fish species from the Gulf of Cadiz (SW Spain). *Fisheries Research*, 127-128: 171-175. (2012).
- [9] Özaydın, O., Taskavak, E. Length-weight relationships for 47 fish species from Izmir Bay (eastern Aegean Sea, Turkey). *Acta Adriatica*, 47(2): 211-216, (2006).
- [10] Türker Çakır, D., Torku Koç, H., Başusta, A., Başusta, N. LengthWeight Relationships of 24 Fish Species From Edremit Bay Aegean Sea. *e-Journal of New World Sciences Academy Natural and Applied Sciences*, 3(1): 47- 51,(2007).

**MURAT NEHRİ'NDEN (MUŞ - TÜRKİYE) YAKALANAN GÜMÜŞ BALIĞININ
(ALBURNUS SELLAL) OTOLİT BİYOMETRİSİ ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA**

Prof. Dr. Asiye BAŞUSTA

Fırat Üniversitesi, - 0000-0002-9903-1418

Prof. Dr. Nuri BAŞUSTA

Fırat Üniversitesi, - 0000-0002-4260-4772

ÖZET

Gümüş balığı Türkiye tatlısularında yaşayan yedi *Alburnus* türünden birisidir. Bu çalışmada Murat Nehri'den (Muş-Varto,Türkiye) yakalanan gümüş balığının otolit biyometrisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Toplamda 30 gümüş balığı uzatma ağılarıyla toplanmıştır. Yakalanan balıkların minimum ve maksimum boy ve ağırlıkları sırasıyla 7,0-18,7 cm ve 2,24-39,33 g olarak bulunmuştur. Bu çalışma için *Alburnus sellal* türünün sağ ve sol sagittal otolitler kullanılmış ve her balık bireyinden otolit boyu, otolit genişliği, otolit ağırlığı en yakın 0.001 mm ve 0.0001 g hassasiyetle ölçülmüştür. Otolit boyutları-toplam balık uzunluğu arasındaki ilişkileri $y = a+bx$ denklemi kullanılarak incelenmiştir. Toplam balık boyu ile otolit boyu, otolit genişliği, otolit ağırlığı arasındaki ilişkiler sırasıyla $y = 0.0519x + 0.3833$ ($R^2=0.7654$), $y = 0.0003x - 0.0028$ ($R^2=0.744$), $y = 0.055x + 0.0839$ ($R^2=0.654$) olarak bulunmuştur. Balık ağırlığı ile otolit ağırlığı arasındaki ilişki ise $y = 1E-04x + 0.0002$ ($R^2=0.7186$) olarak hesaplanmıştır. Toplam balık uzunluğu ile otolit uzunlukları ve otolit genişliği arasında orta düzeyde ve toplam balık boyları ile otolit ağırlığı ve vücut kütlesi arasında pozitif ve güçlü ilişkiler bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Otolit Biyometrisi, Gümüş balığı, *Alburnus sellal*, Murat Nehri.

A STUDY ON THE OTOLITH BIOMETRY OF SELLAL BLEAK (*ALBURNUS SELLAL*) CAPTURED FROM MURAT RIVER (MUŞ, TÜRKİYE)

ABSTRACT

Sellal bleak is one of seven *Alburnus* species living in Turkish freshwaters. This study was aimed to determined otolith biometry of *Alburnus sellal* from Murat River (Muş-Varto,Türkiye). A total of 30 specimen of *Alburnus sellal* were caught. Minimum-maximum length and weight of caught fishes were determined as 7.0-18.7 cm and 2.24-39.33 g, respectively. Right and left sagittal otoliths were used for this study and otolith length, breadth weight were measured from each specimen nearest 0.001 mm and 0.0001g respectively. The otolith dimensions-total fish length relationships were examined by using the equation: $y = a+bx$. The relationship among total length with otolith length and otolith breadth and otolith weight were as $y = 0.0519x + 0.3833$ ($R^2=0.7654$), $y = 0.0003x - 0.0028$ ($R^2=0.744$), $y =$

$0.055x + 0.0839$ ($R^2=0.654$), respectively. The relationships between fish body mass with and otolith weight was as $y = 1E-04x + 0.0002$ ($R^2=0.7186$). There were a positive and strongly relationships between the total fish length and otolith lengths, otolith breadth and between the total fish lengths and otolith weight and body mass.

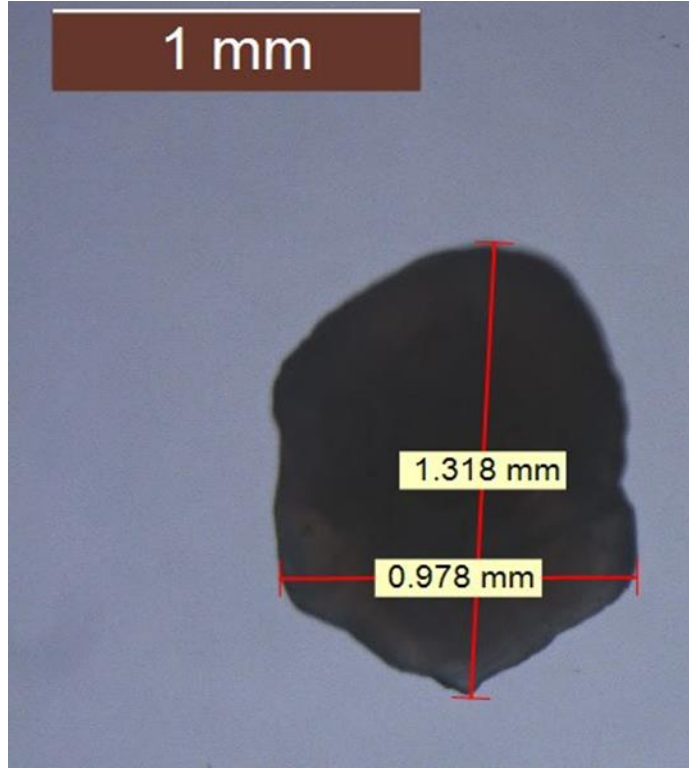
Keywords : Otolith Biometry, Sellal bleak, *Alburnus sellal*, Murat River.

1. GİRİŞ

Yöresel adı ile gümüş balığı olarak bilinen *Alburnus sellal* türü Türkiye iç sularında yaşayan *Alburnus* türlerinden birisidir. Gümüş balığı genellikle küçük boylu, etleri de fazla kılçıklı olması nedeniyle ekonomik değerlidir [1]. Gümüş balığı ile ilgili taksonomik revizyon [2] ve popülasyonun morfometrik ve meristik özellikleri üzerine çalışmalar [3] ile Dicle Nehri'nden (Şırnak-Türkiye) [4] ve Fırat Nehri'nden [5] bildirilmiş boy-ağırlık ilişkisi çalışmaları bulunmaktadır. Bu tür ile ilgili otolit boyutları ve balık boyu ilişkisi ile ilgili herhangi bir çalışma mevcut değildir. Fakat çeşitli balıkların otolit yapısı, otolit boyu-balık boyu arasında ilişki ile ilgili birçok çalışma mevcuttur [6, 7, 8, 9, 10, 11, 12]. Bu çalışmada Murat Nehri'den (Muş-Varto,Türkiye) yakalanan *Alburnus sellal* türünün otolit biyometrisinin ortaya koyulması amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

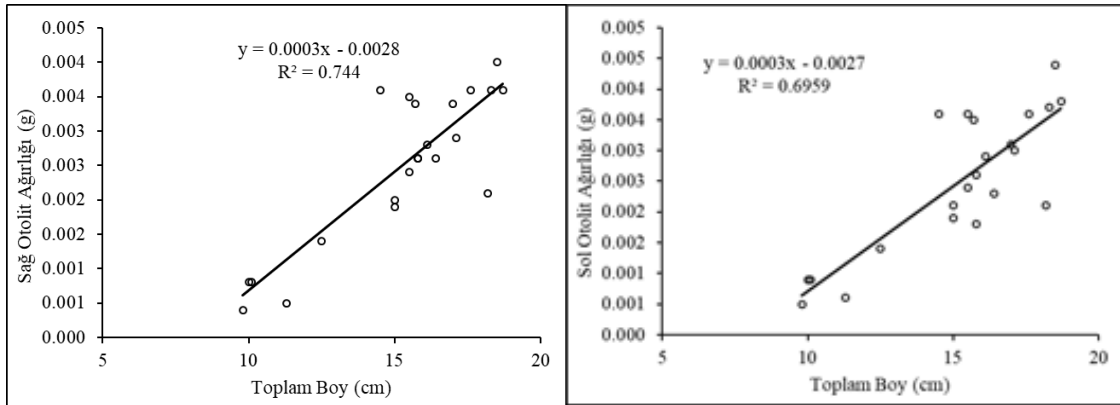
Bu çalışmada *Alburnus sellal* balık örnekleri Murat Nehri, Muş-Varto bölgesi ($39^{\circ}09'244$ K - $41^{\circ}53'253$ D, $39^{\circ}02'307$ K - $41^{\circ}73'385$ D) koordinatları arasına kalan bölgede 28-40 mm göz açıklığına ve 330– 460 m uzunluğa sahip multimesh solungaç ağları kullanılarak yakalanmıştır. Balık örnekleri incelenmek üzere Fırat Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi Balık Biyolojisi laboratuvarına getirilmiştir. Gümüş balıklarının tür tayini Birecikligil vd. [2]'ne göre yapılmıştır. Toplam 30 adet balık örneğinin total boyları (TL) cm olarak, ağırlıkları g olarak 0.1 hassasiyetle belirlenmiştir. Her balıktan hem sağ hem de sol sagittal otolitler çıkarılarak ve yaklaşık 5 dakika boyunca %10 KOH solüsyonunda tutularak su ile yıkanmış ve kilitli poşetlerde saklanmıştır. Otolitlerin ağırlıkları 0.0001 g hassas terazide tartılmış, boy ve genişlikleri ise binoküler stereo mikroskopta (Leica S8APO) ve bilgisayar bağlantılı LAS görüntüleme sisteminde ölçülmüştür (Görsel 1). Otolit boyutları-toplam boy ilişkileri $y= a+bx$ denklemi kullanılarak incelenmiştir.



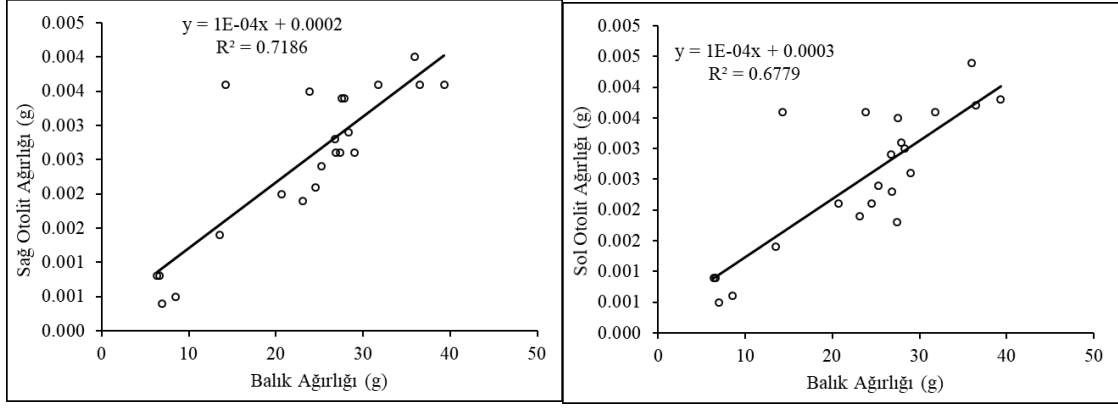
Görsel 1. Murat Nehri *Alburnus sellal* türüne ait otolit boy ve en ölçümleri

3. BULGULAR

Yakalanan balıkların minimum ve maksimum boy ve ağırlıkları sırasıyla 7.0-18.7 cm ve 2.24-39.33 g olarak bulunmuştur. Türe ait Minimum ve maksimum otolit ağırlıkları 0.0004-0.0044 g, minimum ve maksimum otolit boy ve enleri ise sırasıyla 0.741-1.331 mm ve 0.524-1.149 mm olarak bulunmuştur. Gümüş balığının toplam balık boyu ile sağ ve sol otolit ağırlığı arasında (Görsel 2) balık ağırlığı ile sağ ve sol otolit ağırlığı arasında (Görsel 3) pozitif yönde ve kuvvetli doğrusal bir ilişki bulunmaktadır.

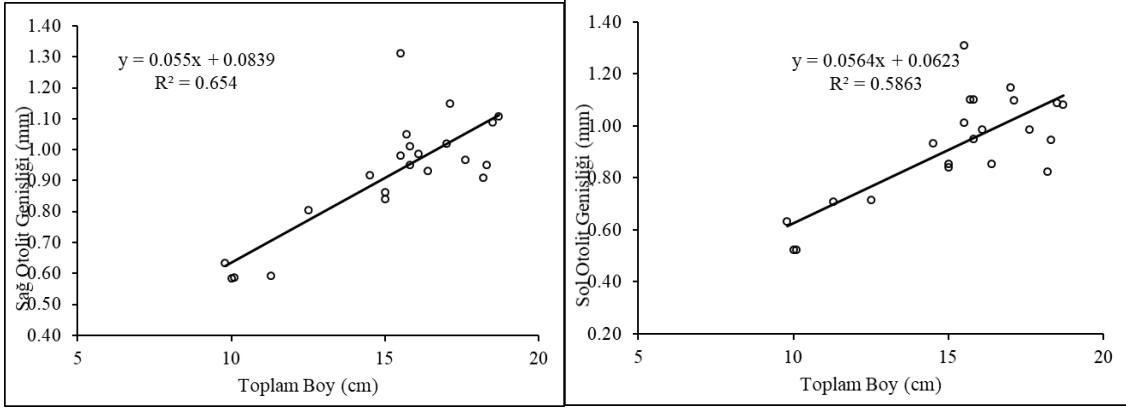


Görsel 2. *Alburnus sellal* toplam balık boyu ile sağ ve sol otolit ağırlığı arasındaki ilişki

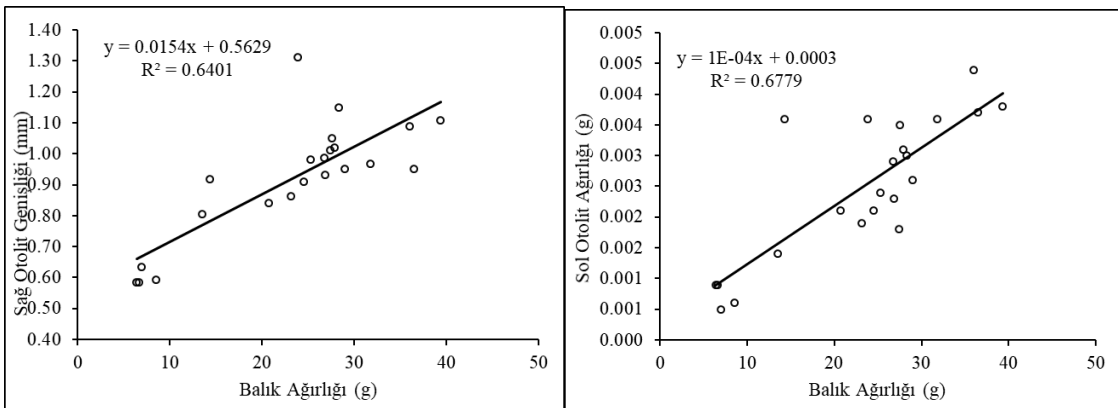


Görsel 3. *Alburnus sellal* balık ağırlığı ile sağ ve sol otolit ağırlığı arasındaki ilişki

Alburnus sellal'in toplam balık boyu ile sağ ve sol otolit ağırlığı arasında (Görsel 4) balık ağırlığı ile sağ ve sol otolit ağırlığı arasında (Görsel 5) pozitif yönde ve orta derecede doğrusal bir ilişki bulunmaktadır.

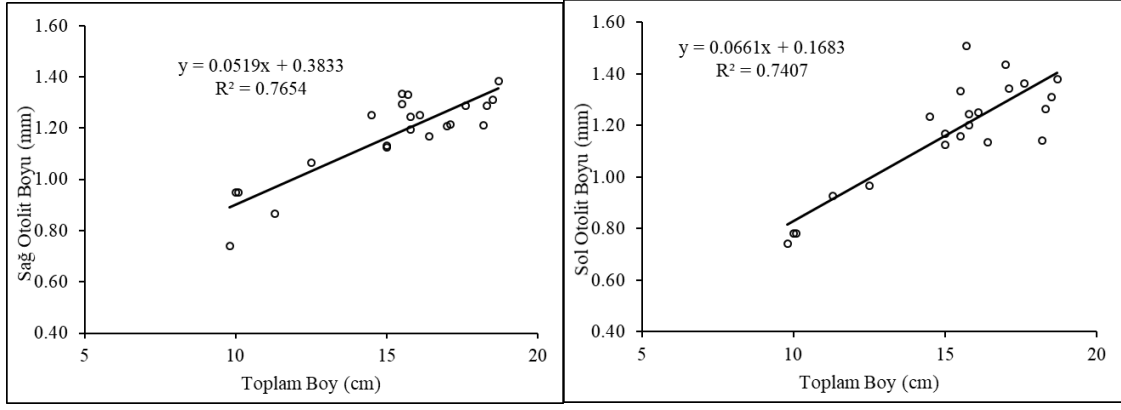


Görsel 4. *Alburnus sellal* toplam boy ile sağ ve sol otolit genişliği arasındaki ilişki

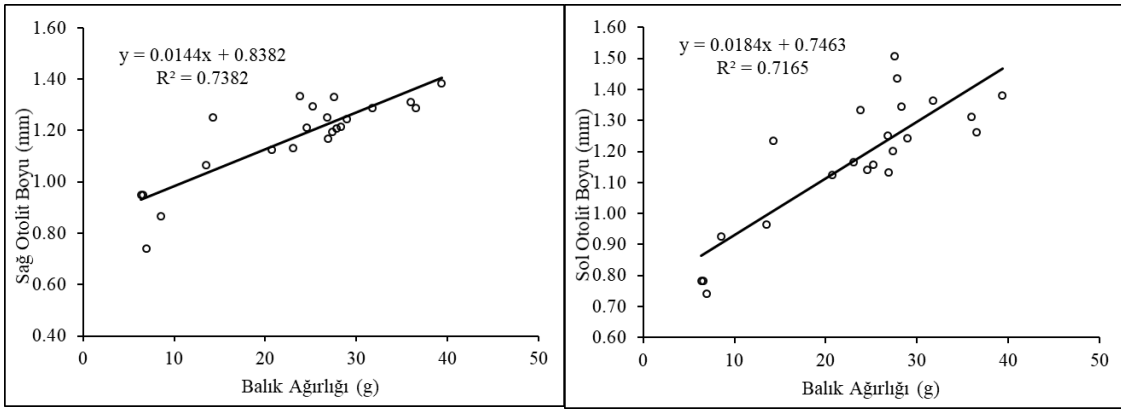


Görsel 5. *Alburnus sellal* balık ağırlığı ile sağ ve sol otolit ağırlığı arasındaki ilişki

Yine *Alburnus sellal*'in toplam balık boyu ile sağ ve sol otolit boyu arasında (Görsel 6) balık ağırlığı ile sağ ve sol otolit ağırlığı arasında (Görsel 7) pozitif yönde ve kuvvetli doğrusal bir ilişki bulunmaktadır.



Görsel 6. *Alburnus sellal* toplam boy ile sağ ve sol otolit boyu arasındaki ilişki



Görsel 7. *Alburnus sellal* balık ağırlığı ile sağ ve sol otolit boyu arasındaki ilişki

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Çalışmada *Alburnus sellal* türünün sağ ve solundan alınan otolitlerin genişlikleri (P=1), boyları (P=1) ve ağırlıkları (P=0.9) arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (P>0.05). Bu türde otolit ağırlığındaki %74 oranındaki artışın balık boyundaki artıştan kaynaklandığını söylemek mümkündür. Bu çalışma Murat Nehri'nde yaşayan *Alburnus sellal* türüne ait ilk otolit biyometrisi çalışmasını oluşturmaktadır. Başka çalışma olmaması nedeniyle karşılaştırma yapılamamıştır. Araştırma sonuçlarının arkeolojik çalışmalarda ve mide içeriği araştırmalarında önemli bir araç olarak kullanılabileceği ve türle ilgili daha sonra yapılacak olan diğer çalışmalara temel oluşturması düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- [1] Geldiay, R. ve Balık, S. *Türkiye Tatlısu Balıkları*, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fak. Yayın No: 46 (II.Baskı) İzmir. pp. 532, 1996.
- [2] Birecikligil, S.S., Yücel, Ş.Y., Çiçek, E. A Taxonomic Evaluation of *Alburnus sellal* Heckel, 1843 and *Alburnus adanensis* Battalgazi, 1944 Based on Morphological Characters and Mitochondrial DNA Sequences. *Pakistan J. Zool.*, vol. 48(2), pp. 465-473, 2016.

- [3] Düşükcan, M, Eroglu, M, Çoban, M. Özlüce Baraj Gölü (Elazığ-Bingöl, Türkiye)'nde Yaşayan *Alburnus sellal* Heckel, 1843 Populasyonunda Bazı Morfometrik ve Meristik Özelliklerinin İncelenmesi. *Acta Aquatica Turcica*, 18 (4), 486 – 494, (2022). 10.22392/actaquatr.1117235
- [4] Yüksel, A.Y. , Bozkurt, R., Dörtbudak, M.Y. H., Yalçın. Dicle Nehri'ndeki (Şırnak-Türkiye) *Alburnus sellal* Heckel, 1843 Populasyonunun Boy-Ağırlık İlişkisi ve Kondisyon Faktörü . *Commagene Journal of Biology*, 5(2), 131-135 (2021). DOI: 10.31594/commagene.907294
- [5] Çiçek, E., Seçer, B., Sungur, S., Öztürk, S., Bahçeci, H. Length-weight relationships and condition factors of 28 fish species belonging to Leuciscidae (Cypriniformes) from Turkey. *Journal of Applied Ichthyology*, 38:364–367, (2022). <https://doi.org/10.1111/jai.14315>
- [6] Gökerti, O., Başusta, A. Hazar Gölü'nde yaşayan *Alburnus heckeli* (Battalgil, 1943)'de kemiksi yapılardan karşılaştırmalı yaş tayini. *E-journal of New World Sciences Academy. Ecological Life Sciences*, 5A0057,5,(4), 358-375, (2010).
- [7] Şen, D., Aydın, R., Çatla, M. Relationships between fish length and otolith length in the population of *Capoeta capoeta umbla* (Heckel, 1843) inhabiting Hazar Lake, Elazığ, Turkey, *Archives of Polish Fisheries*, 9(2): 267-272, (2001)
- [8] Bostancı, D., Yılmaz, S., Yılmaz, M., Kandemir, Ş., Polat, N. (2009). Eğirdir Gölü'nden Sudak (*Sander lucioperca* L., 1758)'ın Otolit Boyutları- Balık Boyu İlişkileri ve Bazı Populasyon Parametreleri. *Fırat Üniv. Fen Bilimleri dergisi* 21 (1), 53-60.
- [9] Basusta, A., Özer, E., Girgin, H. Munzur Nehri'ndeki Kırmızı Benekli Alabalık (*Salmo trutta macrostigma* (Dumeril., 1858)) 'ın Otolit Boyutları-Balık Boyu Arasındaki İlişki. , 22 – 29, (2013).
- [10] Başusta A., Bal, H., Aslan, E. Otolith biometry-total length relationships in the population of Hazar Bleak, *Alburnus heckeli* (Battalgil, 1943) inhabiting Lake Hazar, Elazig, Turkey. *Pakistan Journal of Zoology*, 45, 1180-1182, (2013).
- [11] Düşükcan, M. Özlüce Baraj Gölü'ndeki *Capoeta trutta* (Heckel, 1843) populasyonunda Balık Boyu-Otolit Biyometrisi İlişkisi, 764 – 769, (2018). 10.24925/turjaf.v6i6.764-769.1911
- [12] Karachle, P., Başusta, A., Başusta, N., Bostancı, D., Buz, K., Girgin, H., ... Chater, I. New Fisheries-related data from the Mediterranean Sea (April 2015). *Mediterranean Marine Science. Mediterranean Marine Science* , vol.16, no.1, 285-293, (2015).

BALIKLARIN SPERMİNDEKİ YAĞ ASİDİ PROFİLİ

Arş. Gör. Dr. Esin ÖZÇİÇEK*

Munzur Üniversitesi, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5035-725X>

Doç. Dr. Filiz KUTLUYER KOCABAŞ

Munzur Üniversitesi, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8334-5802>

Prof. Dr. Mehmet KOCABAŞ

Karadeniz Teknik Üniversitesi, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7934-6500>

*Sorumlu yazar

ÖZET

Spermatozoanın ana bileşeni olarak lipitler, hücre zarlarının yapısında bulunur. Spermatozoanın işlevselliği ve kalitesi, yağ asidi (FA) bileşimi ile ilişkilidir. Spermatozoanın FA profilinin tanımlanması ve miktarının belirlenmesi, kuluçkahane üretimi, gamet kalitesi larva ve yavru için önemlidir. Habitatın özellikleri (sıcak veya soğuk su tatlı su, deniz suyu) ve su kütleleri (fiziksel, kimyasal ve biyolojik), bazı yemlerin varlığı sucul canlılarda yağ asitlerinin bileşimini etkiler. Deniz balıklarının spermleri dokosaheksaenoik asit bakımından zengin olup, bu yağ asidi sperma kalitesi üzerinde oldukça etkilidir. Gökkuşluğu alabalığı ve Avrupa levreği gibi türlerin yemlerindeki esansiyel yağ asidi içeriğinin, sperm kalitesi ve spermin yaşama gücünde olumlu etkisi olduğu belirlenmiştir. Birçok balığın spermlerindeki linolenik yağ asidi spermin kalitesini yükseltmekte, kısırlığı gidermekte ve sperm fonksiyonlarını düzenlemektedir. Semen biyolojisini anlamak ve verimliliği en üst düzeye çıkarmak için farklı faktörlerin balık spermasının yağ asidi profili üzerindeki etkileri konusunda daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır.

Anahtar Kelimeler: Yağ asidi, balık, sperm, kalite.

FATTY ACID PROFILE IN FISH SPERM

ABSTRACT

As a major component of spermatozoa, lipids are found in the structure of cell membranes. The functionality and quality of spermatozoa are correlated with the fatty acid (FA) composition. Identification and quantification of FA profile of spermatozoa are important for hatchery production, gamete quality and subsequent larvae and juvenile. The properties of habitat (warm or cold water freshwater, marine water) and aquatic bodies (physical, chemical and biological), presence of some feed affect the composition of fatty acids in aquatic animals. The sperm of marine fish is rich in docosahexaenoic acid, and this fatty acid is very effective on sperm quality. It has been determined that the essential fatty acid content in the feed of species such as rainbow trout and European sea bass has a positive effect on sperm quality and sperm viability. Linolenic fatty acid in the sperm of many fish improves sperm quality, eliminates infertility and regulates sperm functions. More researches are needed on the effects of different factors on the fatty acid profile of fish sperm for understanding of semen biology and maximise productivity.

Keywords: Fatty acid, fish, sperm, quality.

1. GİRİŞ

Son zamanlarda, balıkların lipit ve yağ asidi (FA) bileşimine olan ilgi artmıştır. Balık doğal olarak yüksek düzeyde n-6 serisi ve özellikle eikosapentaenoik asit (EPA, 20:5 n-3) ve dokosaheksaenoik asit (DHA, 22:6 n-3) gibi n-3 serisi çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) içerir ve bu yağ asitleri insan sağlığına yararlı etkileri nedeniyle insan diyetinin temel biyokimyasal bileşenleri olarak kabul edilmektedir (Shirai ve ark., 2002; Zenebe ve ark., 1998). Son çalışmalar, n-3 PUFA'ların kardiyovasküler hastalık, inflamasyon, saldırganlık, depresyon, hipertansiyon, otoimmün bozukluklar ve kanserin önlenmesinde ve tedavisinde hayati bir rol oynadığını göstermiştir (Stancheva ve ark., 2010).

Semende yağ asidi bileşimi, spermatozoanın işlevselliği ile yakından ilişkilidir. Yüksek seviyelerde tekli doymamış yağ asitleri, sperm kriyodirencini artırır (Pustowka ve ark., 2000) ve n-3 esansiyel yağ asidi eksikliği olan diyetler, balıklarda sperm motilitesini azaltır (Vassallo-Agius ve ark., 2001).

Lipidler ve yağ asitleri balıkların üremesinde önemli rollere sahiptir. Yumurta kalitesini, sperm canlılığını, larvaların yumurtlamasını ve hayatta kalmasını etkiler (Yanes-Roca ve ark., 2009; Lahnsteiner ve ark., 2009). Lipitler, balıklarda embriyonik gelişim aşamaları boyunca metabolik enerjinin ana kaynaklarıdır ve lipid metabolizması farklı türler arasında farklılık gösterebilir (Harlıoğlu, 2017). Farklı balık türlerinin kaslardaki yağ asidi içeriği ve mevsimsel değişimi ile ilgili çok sayıda çalışma yapılmasına rağmen literatürde gametlerdeki yağ asit profili ile ilgili çalışmaların sayısı azdır. Bu derlemede, farklı balık türlerinin sperm hücrelerinin yağ asit profili ile ilgili çalışmalar sunulmuştur.

1.1. Yağ asidi içeriğini etkileyen faktörler

Balık lipidlerinin FA bileşimi, türler içinde bile mevsim, mevcut yemin türü ve miktarı, su sıcaklığı, pH, tuzluluk ve üreme döngüsü gibi farklı abiyotik ve biyotik faktörlere bağlı olarak son derece değişkendir (Zenebe ve ark., 1998; Shirai ve ark., 2002; Kaushik ve ark., 2006).

Anağ beslemesi sadece yumurtaların kimyasal bileşimini etkilemekle kalmaz, aynı zamanda üreme sürecinin başarısını etkileyen en önemli faktörlerden biridir (Fernández-Palacios ve ark., 2011). Özellikle, diyet n-3 HUFA, balıklarda FSH ve LH seviyelerini değiştirerek yumurtalık steroidogenezini ve vitellogeneksi etkiler (Peng ve ark., 2015). Spesifik olarak, dokosaheksaenoik asit (DHA, 22:6 n-3) ve eikosapentaenoik asit (EPA, 20:5 n-3), deniz balıklarının yumurtalarında gliserofosfolipitlerin ana bileşeni olan DHA olduğundan, hücre zarlarının yapısını ve işlevini korumada önemli bir rol oynar (Izquierdo, 1996). Ayrıca, araşidonik asit (ARA, 20:4 n-6) türevleri, feromon çekim (Stacey ve Sorensen, 2006) ve steroidogenez (Henrotte ve ark., 2011; Norberg ve ark., 2017) gibi süreçlerde yer alarak balıklardaki çeşitli üreme işlevlerine de katılır.

1.2. Sperm kalitesi

Balıklarda üreme başarısını çok sayıda faktör belirler. Erkek bireylerde sperm miktarı (ör. hacim ve konsantrasyon) ve kalite (ör. hareketlilik, seminal plazma pH'ı, zar bileşimi ve kararlılığı ve DNA bütünlüğü), hem doğal hem de yapay yumurtlamada dölleme kapasitesini ve üreme başarısını belirleyebilir. Seminal plazma pH'ı, osmolalitesi ve bileşimi (iyonlar, lipidler, protein) ile enzimatik ve proteolitik aktivite, sperm olgunlaşmasını etkileyen spesifik biyobelirteçlerdir ve sperm yumurtaları dölleme yeteneği ile bağlantılıdır. Üreme, üretimde tipik bir darboğaz olduğundan, sperm kalitesinin değerlendirilmesi, su ürünleri yetiştiriciliği uygulamasında hayati bir rol oynar ve genellikle kârını belirler. Ayrıca, sperm kalitesinin tahmini, gen bankası için başarılı bir kriyoprezervasyon gerçekleştirmek için yüksek kaliteli sperm gerekli olduğu nesli tükenmekte olan türlerle çalışan biyologlar için temel bir araçtır (Kowalski ve Cejko, 2019).

Sperm kalitesinin kontrolü, hem yerleşik ticari türlerin üretimi hem de yüksek ticari ilgiye sahip yeni türlerin piyasaya sürülmesi açısından su ürünleri yetiştiriciliği endüstrisi için önemli bir konudur. Prediktif tahmin edicilerin veya sperm kalitesinin belirteçlerinin tanımlanması, diğer araştırma alanlarında ve biyoteknoloji şirketlerinin geliştirilmesinde de önemli uygulamalara sahip olacaktır. Bununla birlikte, sperm kalitesini doğru bir şekilde tahmin etmek ve bu kalite tahmin edicileri, bu hücrelerin sadece oosite ulaşmak ve yumurtayı döllemek için değil, aynı zamanda gösterileceği gibi, başarılı bir üretime katkıda bulunmak için kapasiteleri ile ilişkilendirmek son derece zor olmuştur. Bu kalite değerlendirmesi, sperm etkilediği mekanizmaları daha iyi anlamak ve genel gamet kalitesini etkileyen bazı faktörleri kontrol etmek için uygun olabilir. Bu faktörlerin çoğu, anaç performansı, yaşam öyküsü, sosyal bağlam veya anaç beslenmesi, çevresel manipülasyon ve anaç yönetimi prosedürleri gibi yetiştirme koşullarıyla ilgilidir.

1.3. Balıklarda sperm yağ asit içeriği ve sperm kalitesi

Birçok biyotik ve abiyotik faktör yumurta ve sperm kalitesi ile verimini etkiler. Yağ asitlerinden dokosaheksaenoik asit (DHA) ve çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) içindeki eikosapentaenoik asitler (EPA), vitaminler, karotenoidler ve eser elementler üreme performansı üzerinde etkilidir (Hardy, 1996). Bununla birlikte, gökkuşağı alabalığının semen seminal plazmasındaki palmitik, araşidonik ve linoleik asit, sperm hücresi canlılığı, motilitesi ve ortalamasını olumlu yönde etkiler, ayrıca sperm hücreleri aktive edildiğinde dölleme oranı üzerinde olumlu etkilidir (Lahnsteiner ve ark., 2009; Mansour ve ark., 2011). Ancak teleost balıklarda sperm hücreleri testis ve seminal sıvıda immobilizedir ve motilitenin başlaması dölleme ortamının koşullarına bağlıdır. Semen seminal plazması, sperm hücrelerinin canlılığını, hareketliliğini veya immobilizasyonunu destekleyen çok önemli iyonlara (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , HCO_3^-) sahiptir (Alavi ve Cosson, 2006; Browne ve ark., 2015; Dzyuba ve Cosson, 2014). Öte yandan, balık spermasındaki PUFA ve yüksek oranda doymamış yağ asitleri (HUFA) düzeylerinin doymuş yağ asitleri (SFA) düzeyinden daha fazla olduğu ve *Lota lota* türünde sperm hücrelerinin hareketliliğini etkilediğini Blecha ve ark. (2018) bildirmişlerdir.

Deniz balıklarının spermleri DHA açısından zengin olup, bu yağ asidi sperma kalitesini oldukça etkilemektedir (Tinoco, 1982). Gökkuşağı alabalığı (Watanabe ve ark., 1984d; Labbe ve ark., 1993; Özgür, 2009; Özcan, 2011) ve Avrupa levreği (Asturiano, 1999) gibi türlerin yemlerindeki esansiyel yağ asidi içeriği, sperm kalitesi ile sperm yaşam gücünü olumlu

etkilediği bildirilmiştir. Pek çok balığın spermelerindeki linolenik yağ asidi, sperm kalitesini yükseltmekte, kısırılığı gidermekte ve sperm fonksiyonlarını düzenlemektedir (Tinoco, 1982).

Mansour ve ark. (2011) *Salvelinus alpinus* türünde sperm yağ asidi içeriğini analiz etmişler, tüm balık ve dölleme sınıflarında sperm hücrelerindeki ortalama yağ asidi yüzdesi, %50 çoklu doymamış yağ asidi (PUFA), %25 doymuş yağ asidi (SFA) ve yaklaşık %15 tekli doymamış yağ asidi (MUFA) olduğunu, genel olarak yüksek dölleme oranına sahip gruplarda sperm hücrelerinin daha düşük SFA konsantrasyonuna (özellikle daha kısa zincirli FA'lar), daha yüksek C20:3 n-6, C20:4 n-6, C22:5 n-3, C22:6 n-3, toplam n-3 ve n-6 konsantrasyonlarına ve daha yüksek PUFA/SFA ve n-3/n-6 FA oranlarına sahip olduklarını rapor etmişlerdir.

Hajiahmadian ve ark. (2016), farklı bitkisel yağ asidi seviyelerine sahip yemlerle beslenen gökkuşuğu alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*) sperma kalite parametrelerini araştırmışlardır. Balıkları ticari bir diyetle ve farklı seviyelerde bitkisel yağ asitleri içeren on formüle edilmiş diyetle beslemişlerdir. Son olarak, formüle edilmiş HUFA/MUFA= 0.0 ve HUFA/SFA=0.25 oranlarının diyetteki en yüksek sperm hücre hareketliliğini ve süresini belirlemişlerdir. En yüksek semen yoğunluğu ve spermatokrit, formüle edilmiş HUFA/SFA= 0,0 ve HUFA/PUFA= 0,37 oranlarındaki diyetle hesaplamışlardır.

Harlıoğlu (2017), gökkuşuğu alabalığı *O. mykiss*'in gamet, embriyo ve larvalarının yağ asidi kompozisyonunu araştırmışlar, PUFA'nın C20:4 (Araşidonik asit), C22:6 n-3 (DHA) ve C20:5 n-3 (EPA) değerlerinin gökkuşuğu alabalığında sperm yağ asitleri bakımından en yüksek değer olduğunu saptamışlardır. Döllenen yumurta ve semende C16:0 (palmitik asit) ve C18:0 (Stearik asit)'ın, döllenen yumurta ve semende ise C18:1 n-9 (Oleik asit)'un ana SFA olduğunu belirlemişlerdir.

Blecha ve ark. (2018), hem doğal ortamdaki hem de yetiştiricilik ortamındaki *Lota lota* sperm hücresi kalitesi ve semen lipid içeriği hakkında araştırma yapmışlar, yetiştiricilik ortamındaki balıkları ticari peletlerle beslerken, doğal ortamdaki balıkları *Pseudorasbora parva* ile beslemişler, yetiştiricilik ortamındaki sperm hücresinin, doğal ortamdakine kıyasla aktivasyonda gecikme, daha az semen hacmi, daha az SFA, n-6 PUFA, özellikle 20:4 n-6 (ARA) olduğunu bulmuşlardır. Ek olarak, gruplar arasında VCL değeri aktivasyondan 10, 20 ve 30 s sonra anlamlı fark göstermezken ($p>0,05$) ancak doğal ortamdaki VCL değerinde RAS grubundan anlamlı fark ($p<0,05$) daha az olduğunu bulmuşlardır. Aktivasyondan 40 ve 50 saniye sonra, doğal koşullarda balıkların damızlık olarak daha uygun olabileceği sonucuna varmışlardır.

Özgür ve ark. (2023) gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) ve kahverengi alabalık (*Salmo trutta fario*) türlerinin seminal plazmasının yağ asidi bileşimleri ile sperm hücre hızları ile ilişkilerini incelemişler, *S. t. fario* için toplam SFA ve MUFA seviyeleri, *Oncorhynchus mykiss*'ten daha yüksek miktarlardayken, toplam PUFA miktarları daha az olduğunu, SFA için palmitik ve stearik asit, MUFA için oleik ve nervonik asitler ve semen seminal plazma PUFA için linolenik, araşidonik, EPA ve DHA asitler olduğunu, semen hacmi ve SFA (miristik, palmitik ve margarik asit), MUFA (palmitoleik, ginkgolik, oleik ve nervonik asit) ve PUFA (linoleik, gama-linolenik ve eikosadienoik asit) seviyeleri her iki tür arasında önemli ölçüde farklı olduğunu belirlemişlerdir.

2. SONUÇLAR

Sonuç olarak, sperm yağ asidi profillerinin dölleme oranı üzerindeki kilit rolleri doğrulanmış olsa da, çeşitli diyet yağ asitleri ile erkek bireylerin üremesi arasındaki ilişki hakkında sınırlı veriler mevcuttur. Gametlerde yağ asit profilinin belirlenmesi ile ilgili çalışmalar, anaç yönetimi için önem taşımakta ve su ürünleri yetiştiriciliğinde verimliliği en üst düzeye çıkarmak için özel diyetlerin hazırlanması ve optimal formülasyonların geliştirilmesine katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Alavi, S.M.H., Cosson, J. Sperm motility in fishes. (II) Effects of ions and osmolality: A review., *Cell Biol. Int.*, 30, 1–14, 2006.
- Asturiano, J.F., *El proceso reproductivo de la lubina europea (Dicentrarchus labrax L.) Efectos de los acidos grasos de la dieta: estudios in vivo e in vitro*. PhD Thesis, Valencia University, Spain, 1999.
- Blecha, M., Dzyuba, B., Boryshpolets, S., Horokhovatskyi, Y., Dadras, H., Malinovskiy, O., Sampels, S., Policar, T. Spermatozoa quality and sperm lipid composition in intensively cultured and wild burbot (*Lota lota*), *Anim. Reprod. Sci.*, 198, 129–136, 2018.
- Browne, R.K., Kaurova, S.A., Uteshev, V.K., Shishova, N.V., McGinnity, D., Figiel, C.R., Mansour, N., Agnew, D., Wu, M., Gakhova, E.N., Dzyuba, B., Cosson, J. Sperm motility of externally fertilizing fish and amphibians, *Theriogenology*, 83, 1–13, 2015.
- Dzyuba, V., Cosson, J. Motility of fish spermatozoa: From external signaling to flagella response. *Reproductive Biology*, 2014.
- Fernández-Palacios, H., Norberg, B., Izquierdo, M., Hamre, K., Effects of broodstock diet on eggs and larvae, In: Holt, G.J. (Ed.), *Larval Fish Nutrition*, John Wiley and Sons Inc., Oxford, UK, pp. 151–181, 2011.
- Hajiahmadian, M., Sarvi Moghanlou, K., Agh, N., Farrokhi A.F. Semen characteristics of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) following diets containing different vegetable fatty acid levels, *Reprod. Domest. Anim.*, 51, 979–984, 2016.
- Hardy, R.W. Broodstock management and egg and larval quality, *Aquaculture*, 14, 140–142, 1996.
- Harlioglu, A.G. Comparative study of fatty acid composition of gametes, embryos and larvae of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, *Pakistan J. Zool.*, 49, 1547-1936, 2017.
- Henrotte, E., Milla, S., Mandiki, S.N.M., Kestemont, P. Arachidonic acid induces production of 17, 20 β -dihydroxy-4-pregnen-3-one (DHP) via a putative PGE2 receptor in fish follicles from the Eurasian perch, *Lipids*, 46(2), 179–187, 2011.
- Izquierdo, M.S. Essential fatty acid requirements of cultured marine fish larvae, *Aquac. Nutr.*, 2(4), 183–191, 1996.
- Kaushik, S.J., Corraze, G., Radunz-Neto, J., Larroquet, L., Dumas, J. Fatty acid profiles of wild brown trout and Atlantic salmon juveniles in the Nivelles basin, *Journal of Fish Biology*, 68, 1376–1387, 2006.
- Kowalski, R.K., Cejko, B.I. Sperm quality in fish: Determinants and affecting factors. *Theriogenology*, Sep 1, 135, 94-108, 2019
- Labbe, C., Loir, M., Kaushik, S., Maisse, G., The influence of both rearing and dietary lipid origin on fatty acid composition of spermatozoan polar lipids in rainbow trout

- (*Oncorhynchus mykiss*), Effect on sperm cryopreservation tolerance, *Fish Nutrition in Practice*, Biarritz (France), June 24–27, 1991. Ed. INRA, Paris 1993, (Les Colloques, no. 61), pp. 49-59, 1993.
- Lahnsteiner, F., Mansour, N., McNiven, M., Richardson, G.F. Fatty acids of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) semen: Composition and effects on sperm functionality. *Aquaculture*, 298, 118-124, 2009.
- Mansour, N., Lahnsteiner, F., McNiven, M.A., Richardson, G.F., Pelletier, C.S. Relationship between fertility and fatty acid profile of sperm and eggs in Arctic char, *Salvelinus alpinus*, *Aquaculture*, 318, 371–378, 2011.
- Norberg, B., Kleppe, L., Andersson, E., Thorsen, A., Rosenlund, G., Hamre, K. Effects of dietary arachidonic acid on the reproductive physiology of female Atlantic cod (*Gadus morhua* L.). *Gen. Comp. Endocrinol.*, 250, 21–35, 2017.
- Özcan, S., “N-3 Serisi Yağ Asitleri Katılan Yemlerle Beslenen Gökkuşluğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)’nda Sperma Kalitesinin Araştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, 2011.
- Özgür, M.E., “Gökkuşluğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* W., 1792) Üretiminde Yumurta, Embriyo ve Larva Kalitesine Yeme Katılan n-3 Serisi Esansiyel Yağ Asitlerinin Etkisi”, Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, 2009.
- Özgür, M.E., Erdoğan, S., Aydemir, S., Yumuşakbaş, H. Evaluation of Relationship between Sperm Cell Velocities and Fatty Acids Contents of Semen Seminal Fluid in the Two Trout Fish Species, *Pakistan J. Zool.*, 55, 863-870, 2023.
- Peng, S., Gao, Q., Shi, Z., Zhang, C., Wang, J., Yin, F., Zhang, Y. Effect of dietary n-3 LC-PUFAs on plasma vitellogenin, sex steroids, and ovarian steroidogenesis during vitellogenesis in female silver pomfret (*Pampus argenteus*) broodstock, *Aquaculture* 444, 93–98, 2015.
- Pustowka, C., McNiven, M.A., Richardson, G.F., Lall, S.P. Source of dietary lipid affects sperm plasma membrane integrity and fertility in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum) after cryopreservation, *Aquaculture Research*, 31, 297-305, 2000.
- Shirai, N., Terayama, M., Takeda, H. Effect of season on the fatty acid composition and free amino acid content of the sardine *Sardinops melanostictus*, *Comparative Biochemistry and Physiology*, 131B, 387–393, 2002.
- Stacey, N., Sorensen, P. Reproductive pheromones, *Fish Physiol.*, 24, 359, 2006.
- Stancheva, M., Dobрева, D., Merdzhanova, A., Galunska, B. Vitamin content and fatty acids composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), *Plodiv. University, Paisii Hilendarski, Bulgaria Scientific Papers Book 5*, 37,117-123, 2010.
- Tinoco, J. Dietary requirements and functions of α -linolenic acid in animals, *Prog. Lipid Res.*, 21, 1-45, 1982.
- Vassallo-Agius, R., Watanabe, T., Yoshizaki, G., Satoh, S., Takeuchi, Y. Quality of eggs and spermatozoa of rainbow trout fed an n-3 essential fatty acid-deficient diet and its effects of the lipid and fatty acid components of eggs, semen and livers, *Fisheries Science*, 67, 818–827, 2001.
- Watanabe, T., Takeuchi, T., Saito, M., Nishimura, K. Effect of low protein-high calorie or essential fatty acid deficiency diet on reproduction of rainbow trout. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 50(7), 1207-1215, 1984d.

Yanes-Roca, C., Rhody, N., Nystrom, M., Main, K.L. Effects of fatty acid composition and spawning season patterns on egg quality and larval survival in common snook (*Centropomus undecimalis*), *Aquaculture*, 287, 335-340, 2009.

Zenebe, T., Ahlgren, G., Boberg, M. Fatty acid content of some freshwater fish of commercial importance from tropical lakes in the Ethiopian Rift Valley, *Journal of Fish Biology*, 53, 987–1005, 1998.

SALMONİD BALIKLARIN YUMURTASINDAKİ YAĞ ASİDİ PROFİLİ

Arş. Gör. Dr. Esin ÖZÇİÇEK*

Munzur Üniversitesi, , ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5035-725X>

Doç. Dr. Filiz KUTLUYER KOCABAŞ

Munzur Üniversitesi, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8334-5802>

Prof. Dr. Mehmet KOCABAŞ

Karadeniz Teknik Üniversitesi, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7934-6500>

*Sorumlu yazar

ÖZET

Yumurta kalitesi üreme başarısı, dölleme ve kuluçka oranları için önemlidir ve yağ asidi (FA) profili yumurta kalitesini yansıtır. Araşidonik (20:4 n-6), linolenik (18:3 n-3) ve eikosapentaenoik (20:5 n-3) yağ asitleri; tatlı su balıklarının yumurtalarındaki kaliteyi arttırmaktadır. Tatlı su balıklarının esansiyel yağ asitleri açısından dengeli yemlerle beslenmesi; yumurtaların dölleme oranını, yumurta verimini, çıkan larvaların kalitesi ile yaşama oranını olumlu etkilemektedir. Yumurtalardaki yağ asidi kompozisyonları, balığın diğer doku ve yemlerindeki yağ asidi kompozisyonlarına göre daha dayanıklıdır. Salmonidlerin biyolojisi, davranışı, ekolojisi ve evrimi kapsamlı bir şekilde incelenmiştir ve en yaygın kültüre alınan türler Salmonid'lerdedir. Habitatın özellikleri (sıcak veya soğuk su tatlı su, deniz suyu) ve su kütleleri (fiziksel, kimyasal ve biyolojik), bazı yemlerin varlığı akuatik canlılarda yağ asitlerinin bileşimini etkiler. Farklı balık türlerinde (*Salmo trutta labrax*, *Salvelinus alpinus*, *Oncorhynchus mykiss*, *Salmo opimus*) yumurta yağ asidi profili bildirilmiştir. Başarılı embriyonik ve larva gelişimi için balık yumurtasındaki yağ asidi profilinin değerlendirilmesi hakkında daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.

Anahtar Kelimeler: Yağ asidi, balık, Salmonid, yumurta.

FATTY ACID PROFILE IN EGG OF SALMONID FISH

ABSTRACT

The egg quality is important for reproduction success, fertility and hatching rates, and fatty acid (FA) profile reflects the egg quality. Arachidonic (20:4 n-6), linolenic (18:3 n-3) and eicosapentaenoic (20:5 n-3) fatty acids increase the quality of freshwater fish eggs. Feeding freshwater fish with food balanced in terms of essential fatty acids; It positively affects the fertilization rate of eggs, egg production, quality and survival rate of the larvae. The fatty acid compositions in eggs are more stable than the fatty acid compositions in other tissues and feed of fish. The biology, behavior, ecology and evolution of Salmonids have been extensively studied and the most common cultured species are in Salmonids. The properties of habitat (warm or cold water freshwater, marine water) and aquatic bodies (physical, chemical and biological), presence of some feed affect the composition of fatty acids in aquatic animals. FAs of egg profile has been reported in different fish species (*Salmo trutta labrax*, *Salvelinus*

alpinus, *Oncorhynchus mykiss*, *Salmo opimus*). More studies are required about assessment of the fatty acid profile in fish egg for successful embryonic and larval development.

Keywords: Fatty acid, fish, Salmonid, egg.

1. GİRİŞ

Su ürünleri yetiştiriciliğinde gametlerin kalitesi birincil bir rol oynar. Doğal veya kültür koşullarında balıkların gamet kalitesi birçok biyotik ve abiyotik faktörden etkilenir (İslam ve Akhter, 2011; Kutluyer ve ark., 2014). Biyolojik gamet kalitesi, bir spermin dölleme veya bir yumurtanın dölleni normal bir embriyoya dönüşme yeteneği olarak tanımlanabilir. Ayrıca gametlerin kalitesi, gametlerin kullanımına bağlı olarak uygulamalardaki özel biyoteknolojik farklılıklarla (örn. androjenez, nükleer transfer) açıklanabilir.

Yüksek kaliteli yumurtalar, yüksek dölleme başarısını, normal bir embriyo gelişimini, yüksek yumurtadan çıkma oranlarını ve canlı yavruları desteklemek için gerekli materyali içerir (Kjørsvik ve ark., 1990; Kjørsvik ve ark., 2003; Pavlov ve ark., 2004). Yumurta büyüklüğü (Barneche ve ark., 2018; Hixon ve ark., 2013; Lim ve ark., 2014) ve dişi yaşı (Lasne ve ark., 2018) tarihsel olarak yumurta kalitesinin göstergeleri olarak kabul edilmiştir. Doğadaki balıklardan elde edilen yumurtalar, yetiştiricilik koşulları altında üretilen yumurtalara göre daha yüksek dölleme oranları, kuluçka oranları, hayatta kalma ve çıkışta boyut gösterdikleri için genellikle yetiştiricilik ortamındaki anaçlardan elde edilen yumurtalardan daha kaliteli kabul edilir (Srivastava ve Brown, 2011). Yumurta kalitesinin ana itici güçlerinden biri anaç beslenmesidir (Brooks ve ark., 1997), somon endüstrisinden gelen talebi karşılamak ve vahşi stokları korumak için bir ön koşul olan yetiştiricilik yoluyla elde edilen yumurtaların ve larvaların kalitesini ve sağlamlığını artırmak için gereklidir (Brooker ve ark., 2018).

Genel olarak balıklarda yumurta içeriğinin larvaların yumurtadan çıkma ve yaşama oranları ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Teleost yumurtaları genellikle eikosapentaenoik asit (20:5 n-3, EPA) ve dokosaheksaenoik asit (22:6 n-3, DHA) gibi çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) açısından zengindir. n-3 ve n-6 PUFA esansiyel yağ asitleridir ve balıkların n-3'e mutlak gereksinimi vardır (Sargent ve ark., 1989; Sargent, 1995). Anaç balıklarına verilen gıdanın yağ asidi içeriğinin, yumurtaların yağ asidi bileşimini etkileyebileceği ve n-3 ve n-6 HUFA'nın toplam yumurtalardaki yağ asitleri larva gelişimi, büyümesi ve hayatta kalması ile ilişkilidir; yumurtalarda n-3 ve n-6 HUFA azlığı, larvalarda düşük kuluçka ve hayatta kalma oranlarına neden olur (Furuuta ve ark., 2000, 2003). Farklı balık türlerinin kaslardaki yağ asidi içeriği ve mevsimsel değişimi ile ilgili çok sayıda çalışma yapılmasına rağmen literatürde gametlerdeki yağ asit profili ile ilgili çalışmaların sayısı azdır. Bu derlemede, farklı balık türlerinin yumurtasında yağ asit profili ile ilgili çalışmalar sunulmuştur.

1.1. Balıklarda yumurta yağ asidi içeriğini etkileyen faktörler

Yumurtalardaki yağ asitleri, vitellogenoz sırasında karaciğer tarafından kastaki yağ dokusundan sağlanır (Sargent ve ark., 1989). Diyetdeki yağ asitleri, yağ dokusunda depolanır ve serum albümini üzerinde adsorbe edilerek karaciğere aktarılır ve orada lipoprotein halinde

birleştirilir. Yağ asitleri, özellikle doymuş ve tekli doymamış yağ asitleri, karaciğer tarafından alınır ve yumurta lipoprotein biyosentezi için metabolik enerji olarak kullanılır. Kalan yağ asitleri, tercihen HUFA, fosfolipitlere ve triasilgliserollere dahil edilir ve yumurtaya özgü apoproteinler yoluyla yeni sentezlenen lipidlerle ilişkilendirilir (Özaki ve ark., 2008).

Lipitler, anaç beslenmesi ve yumurta kalitesi ile ilgili en çok tartışılan biyokimyasal gruptur. Olgunlaşan anaç balığın diyet bileşimi, gelişmekte olan embriyo için tek enerji kaynağı olan ve dolayısıyla embriyoların canlılığı ve gelişimi için kritik bir faktör olan yumurtalarının lipid bileşimine yansır (Izquierdo ve ark., 2000). Özellikle dokosaheksaenoik asit (DHA) ve eikosapentaenoik asit (EPA) gibi esansiyel çoklu doymamış yağ asitlerinin içeriği birçok deniz balıklarında yumurta ve larva kalitesi için önemlidir (Fuiman ve Ojanguren, 2011; Furuita ve ark., 2000; Pickova ve ark., 1997). Lipit bileşimi, gelişmekte olan embriyonik zarların fizyolojik özelliklerinin yanı sıra, zararlı sıcaklık, basınç ve peroksidasyondaki değişiklikler gibi stresle başa çıkma yeteneğini de etkiler (Parrish, 2013). Çalışmalar, balık anaç diyetlerindeki farklı lipid seviyelerinin ve/veya lipid kompozisyonunun yumurta kalitesini değiştirdiğini göstermiştir (Fernández-Palacios ve ark., 2011). Lipitlerin heterojenliği ve bunların dölleme, fizyolojik mekanizmalar ve çevresel strese karşı savunma ile ilişkileri, onları yumurta kalitesini değerlendirmek için önemli biyobelirteçler haline getirir. Aslında lipidomikler, çevresel stresi tespit etmek için ihtiyolojide başarıyla uygulanmıştır (Yan ve ark., 2012).

1.2. Salmonidlerde yumurta yağ asit içeriği ve yumurta kalitesi

Hayatta kalma, büyüme ve stres faktörlerine karşı tolerans açısından ölçülen balık larvalarının kalitesi, su ürünleri yetiştiriciliğindeki ana zorluklardan biridir. Yumurtadaki rezervler esas olarak triasilgliseritlerden (TG) oluşan yağ küreciklerinde birikir; Yumurta kalitesini değerlendirmek için kullanılan nispeten kolay bir yol, yağ küresinin boyutunu ölçmektir (Avila ve Juario, 1987; Schaerlinger ve Zarski, 2015; Stuart ve ark., 2020). Larvalar geliştikçe TG olarak depolanan yağ asitlerini kullanırlar ve yağ küreciklerinin boyutu küçülür. Aksine, fosfolipidlerdeki yağ asitleri, proteinler, pigmentler ve karbonhidratlar da içeren yumurta sarısında depolanır: larva büyümesi sırasında hücre zarı oluştuğundan yumurta sarısı azalır. DHA ve EPA'dan yoksun bir diyet, gonadal olgunlaşmayı, döllemeyi ve oositlerin sayısını ve boyutunu, ayrıca canlı yumurta sayısını, yağ globül boyutunu, yağ rezervlerini ve yumurtadan çıkma, hayatta kalma ve stres toleransı gibi larva kalite kriterlerini etkileyebilir (Sargent ve ark., 1999). Salmonidler, dünya çapında ekolojik ve ticari açıdan önemli balık türlerinin bir ailesidir (Harlıoğlu, 2017) ve şimdiye kadar farklı Salmonid türünün yumurtasında yağ asit profilinin belirlenmesi ile ilgili çalışmalar yapılmıştır.

Ashton ve ark. (1993) *Oncorhynchus tshawytscha* türünde yaptıkları çalışmada, doğal ortam ve kültür ortamındaki bireylerin yumurta ve alevinlerindeki yağ asidi içeriklerini araştırmışlar, C18:1 n-9'un, en yüksek konsantrasyonda bulunan yağ asidi olduğunu, C22:6 n-3'ün, toplam lipidlerde en yüksek ikinci konsantrasyonda yağ asidi olduğunu bildirmişlerdir.

Aras ve ark. (2003) *Salmo trutta labrax* türünde yaptıkları çalışmada yumurta, gonad ve diğer dokularda yağ asit içeriğini incelemişler, yumurtada laurik (12:0), miristik (14:0), stearik (18:0), araşidik 20:0) ve palmitik asit (16:0) doymuş yağ asitleri bulunduğunu, en düşük palmitik asit ve toplam SFA, MUFA içeriğinin ve en yüksek n-3 çoklu doymamış yağ asidi (PUFA) içeriğinin yumurtada bulunduğunu belirlemişlerdir.

Mansour ve ark. (2011) *Salvelinus alpinus* türünde yumurta yağ asidi içeriğini analiz etmişler. Yüksek dölleme oranı içeren gruptaki yumurta koryonları, daha kısa zincirli doymuş FA'ların daha düşük seviyelerine ve daha yüksek C18:3 n-3, C18:4 n-3 seviyelerine ve daha yüksek bir PUFA / SFA oranına sahip olduğunu, n-3/n-6 oranının (yaklaşık 2,2±0,2), toplam yumurtadaki oranın (yaklaşık 6,4±0,4) yarısından daha az olduğunu belirlemişlerdir.

Baki ve ark. (2021) gökkuşuğu alabalığı yumurtasında yağ asitlerinden C16:0, C18:1 n-9c, C18:2 n-6c ve C22:6 n-3'ün bol miktarda bulunduğunu, tekli doymamış yağ asitlerinden (MUFA) başlıca C18:1 n-9 ve doymuş yağ asitlerinden (SFA) başlıca C16:0 yağ asitlerinin sırasıyla yaklaşık %10 ve %13'ünü oluşturduğunu, ana çoklu doymamış yağ asidi (PUFA) tüm yumurta örneklerinde yağ asitlerinin %14.94±1.07 ile 16.65±0.19'u arasında bulunan ve aynı zamanda en bol bulunan yağ asidi olan dokosaheksaenoik asit (DHA) olduğunu, gökkuşuğu alabalığı yumurtalarının yağ asidi bileşimine ağırlıklı olarak (ω -3) serisinden PUFA'nın hakim olduğunu rapor etmişlerdir.

2. SONUÇ

Sonuç olarak, larva üretimi, sonraki büyüme, gelişme, sağlık ve potansiyel üretkenlik büyük ölçüde yetiştiricilikle elde edilen yumurtaların kalitesine bağlıdır. Güvenilir yumurta kalitesi, yeni türlerin üretimi için kritik bir konudur ve yumurta kalitesini etkileyen besin bileşenlerinin değerlendirilmesi gerekir. Balıklarda eksojen beslenmeye başlamadan önce yumurtaların ve sonraki larvaların ihtiyaç duyduğu tüm temel besinler anaç tarafından sağlanır. Yumurtaların lipit içeriği ve yağ asidi bileşimi, balıklarda yumurta kalitesinde önemli bir rol oynar ve bu nedenle, birçok türde yumurtaların ve sonraki yavruların hayatta kalmasını etkiler. Gametlerde yağ asit profilinin belirlenmesi ile ilgili çalışmalar, üretkenliği en üst düzeye çıkarmak ve su ürünleri yetiştiriciliği sektörüne sağlıklı ve sağlam larvalar tedarik etmek amacıyla, hem anaç diyetlerinin formülasyonu hem de yetiştiriciliği yapılan türlerde yumurta kalitesine ilişkin gelecekteki araştırmalarda bilgi sağlamak için bir temel sağlar.

KAYNAKLAR

- Aras, N.M., Haliloğlu, H.İ., Ayık, Ö., Yetim, H. "Comparison of Fatty Acid Profiles of Different Tissues of Mature Trout (*Salmo trutta labrax*, Pallas, 1811) Caught from Kazandere Creek in the Çoruh Region, Erzurum, Turkey," Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences, 27, 2, 2003.
- Ashton, H.J., Farkvan, D.O., March, B.E. Fatty acid composition of lipids in the eggs and alevins from wild and cultured chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*), Can J Fish Aquat Sci, 50, 648-655, 1993.
- Avila, E.M., Juario, J.V. Yolk and oil globule utilization and developmental morphology of the digestive tract epithelium in larval rabbitfish, *Siganus guttatus* (Bloch), Aquaculture, 65, 319–331, 1987.
- Baki, B., Kaya Ozturk, D., Tomgisi, S. Comparative Analysis of Egg Biochemical Composition and Egg Productivity Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) in Different Stations in Turkey, Aquaculture Studies, 21, 117-127, 2021.
- Barneche, D.R., Robertson, D.R., White, C.R., Marshall, D.J. Fish reproductive energy output increases disproportionately with body size, Science, 360, 642–645, 2018.

- Brooker, A.J., Papadopoulou, A., Gutierrez, C., Rey, S., Davie, A., Migaud, H. Sustainable production and use of cleaner fish for the biological control of sea lice: recent advances and current challenges, *Vet. Rec.*, 183, 11, 2018.
- Brooks, S., Tyler, C.R., Sumpter, J.P. Egg quality in fish: what makes a good egg? *Rev. Fish Biol. Fish.*, 7, 387–416, 1997.
- Fernández-Palacios, H., Norberg, B., Izquierdo, M., Hamre, K., Effects of broodstock diet on eggs and larvae, In: Holt, G.J. (Ed.), *Larval Fish Nutrition*, Wiley, pp. 151–181, 2011.
- Fuiman, L.A., Ojanguren, A.F. Fatty acid content of eggs determines antipredator performance of fish larvae, *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 407, 155–165, 2011.
- Furuita, H., Tanaka, H., Yamamoto, T., Shiraishi, M., Takeuchi, T. Effects of n-3 HUFA levels in broodstock diet on the reproductive performance and egg and larval quality of the Japanese flounder, *Paralichthys olivaceus*, *Aquaculture*, 187, 387–398, 2000.
- Furuita, H., Yamamoto, T., Shima, T., Suzuki, N., Takeuchi, T. Effect of arachidonic acid levels in broodstock diet on larval and egg quality of Japanese flounder *Paralichthys olivaceus*. *Aquaculture*, 220, 725–735, 2003.
- Harlioglu, A.G. Comparative study of fatty acid composition of gametes, embryos and larvae of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, *Pakistan J. Zool.*, 49, 1547-1936, 2017.
- Hixon, M.A., Johnson, D.W., Sogard, S.M. BOFFFFs: on the importance of conserving old-growth age structure in fishery populations, *ICES J. Mar. Sci.*, 71, 2171–2185, 2013.
- Islam, S.M., Akhter, T. Tale of fish sperm and factors affecting sperm motility: a review, *Adv Life Sci*, 1, 11–19, 2011.
- Izquierdo, M.S., Socorro, J., Arantzamendi, L., Hernandez-Cruz, C.M. Recent advances in lipid nutrition in fish larvae, *Fish Physiol. Biochem.*, 22, 97–107, 2000.
- Kjørsvik, E., Mangor-Jensen, A., Holmefjord, I., 1990. Egg quality in fishes. In: *Advances in Marine biology*. Elsevier, pp. 71–113.
- Kjørsvik, E., Hoehne-Reitan, K., Reitan, K. Egg and larval quality criteria as predictive measures for juvenile production in turbot (*Scophthalmus maximus* L.), *Aquaculture*, 227, 9–20, 2003.
- Kutluyer, F., Kayim, M., Ogretmen, F., Buyukleblebici, S., Tuncer, B. Cryopreservation of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* spermatozoa: effects of extender supplemented with different antioxidants on sperm motility, velocity and fertility, *Cryobiology* 69, 462-6, 2014.
- Lasne, E., Leblanc, C.A.L., Gillet, C. Egg size versus number of offspring trade off: female age rather than size matters in a domesticated arctic charr population, *Evol. Biol.*, 45, 105–112, 2018.
- Lim, J.N., Senior, A.M., Nakagawa, S. Heterogeneity in individual quality and reproductive trade-offs within species, *Evol.*, 68, 2306–2318, 2014.
- Mansour, N., Lahnsteiner, F., McNiven, M.A., Richardson, G.F., Pelletier, C.S. Relationship between fertility and fatty acid profile of sperm and eggs in Arctic char, *Salvelinus alpinus*, *Aquaculture*, 318, 371–378, 2011.
- Özaki, Y., Koga, H., Takahashi, T., Adachi, S., Yamauchi, K. Lipid content and fatty acid composition of muscle, liver, ovary and eggs of captive-reared and wild silver Japanese eel *Anguilla japonica* during artificial maturation, *Fisheries Science*, 74(2), 362–371, 2008.

- Parrish, C.C., *Lipids in Marine Ecosystems*, International Scholarly Research Notices, 2013.
- Pavlov, D., Kjorsvik, E., Refsti, T., Andersen, O., *Brood stock and egg production*, In: Moksness, E., Kjorsvik, E., Olsen, Y. (Eds.), *Culture of Cold-Water Marine Fish*. Blackwell Publishing, London, pp. 129–203, 2004.
- Pickova, J., Dutta, P.C., Larsson, P.O., Kiessling, A. Early embryonic cleavage pattern, hatching success, and egg-lipid fatty acid composition: comparison between two cod (*Gadus morhua*) stocks, *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 54, 2410–2416, 1997.
- Sargent, J.R., *Origins and functions of egg lipids: nutritional implications*. In: Bromage NR, Roberts RJ (eds). *Broodstock Management and Egg and Larval Quality*. Blackwell Science, Oxford, 353–372, 1995.
- Sargent, J.R., Henderson, R.J., Tocher, D.R., The lipids. In: Halver JE (ed.). *Fish Nutrition*, 2nd edn. Academic Press, San Diego, CA., 153–218, 1989.
- Sargent, J., McEvoy, L., Estevez, A., Bell, G., Bell, M., Henderson, J., Tocher, D. Lipid nutrition of marine fish during early development: current status and future directions, *Aquaculture*, 179, 217–229, 1999.
- Schaerlinger, B., Z'arski, D., Evaluation and improvements of egg and larval quality in Percid fishes. In: Kestemont, P., Dabrowski, K., Summerfelt, R. (Eds.), *Biology and Culture of Percid Fishes*. Springer, Dordrecht, 2015.
- Srivastava, R., Brown, J. The biochemical characteristics and hatching performance of cultured and wild Atlantic salmon (*Salmo salar*) eggs, *Can. J. Zool.*, 69, 2436–2441, 2011.
- Stuart, K.R., Armbruster, L., Johnson, R., Drawbridge, M.A. Egg diameter as a predictor for egg quality of California yellowtail (*Seriola dorsalis*), *Aquaculture*, 522, 735154, 2020.
- Yan, X., Xu, J., Chen, J., Chen, D., Xu, S., Luo, Q., Wang, Y. Lipidomics focusing on serum polar lipids reveals species dependent stress resistance of fish under tropical storm, *Metabolomics*, 8, 299–309, 2012.

FARKLI TUZ SEVİYELERİNİN *IN VITRO* KOŞULLARDA HAVUÇ (*Daucus carota* L.) BİTKİSİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ

Arş. Gör. Ecem KARA

Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, ORCID NO: 0000-0002-0118-2673

Doç. Dr. Gökhan BAKTEMUR

Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, ORCID NO: 0000-0002-0362-5108

ÖZET

Abiyotik stres koşullarından biri olan tuzluluk, bitki gelişimi üzerine doğrudan etki ederek ürün verimini ve kalitesini düşürmektedir. Bu çalışmada ülkemizde ve dünyada sevilerek tüketilen havuç bitkisi üzerine farklı tuz seviyelerinin etkileri belirlenmiştir. Denemede kullanılan besin ortamları, MS içerisine 0 (kontrol-HA), 100 (HB), 200 (HC), 300 (HD) mM NaCl eklenerek oluşturulmuştur. Çalışmada farklı seviyelerde tuz içeren ortamlarda havuç tohumlarının çimlenme yüzdesi (%), bitkilerin gerçek su içeriği (%), gövde yaş ve kuru ağırlıkları (g) ile kök yaş ve kuru ağırlıkları (g) belirlenmiştir. Araştırmada havuç tohumlarının en yüksek çimlenme yüzdesi kontrol ortamında gerçekleşirken (%84.20), en düşük HD (%51.40) ortamından elde edilmiştir. Bitkilerin gerçek su içerikleri incelendiğinde sıralamanın HA (%87.38), HB (%84.79), HC (%81.61) ve HD (%81.02) olduğu dikkat çekmiştir. Gövde yaş ağırlığı en yüksek olan bitkiler HA (0.128 g) ortamından saptanırken, en düşük olan bitkiler HD (0.010 g) ortamından elde edilmiştir. Bitkilerin gövde kuru ağırlıkları kıyaslandığında; HA (0.016 g) ve HB (0.016g) ortamlarından tespit edilen bitkilerin istatistiki olarak aynı grupta yer aldığı ve en yüksek kuru ağırlığa sahip bitkilerin bu ortamlardan elde edildiği dikkat çekmiştir. Kök yaş ağırlığı en yüksek olan bitki HA (0.050 g) ortamında belirlenirken, en düşük olan bitki HD (2.224 g) ortamında görülmüştür. Çalışma sonucunda tuz seviyesi arttıkça çimlenme yüzdesi, bitkilerin gerçek su içeriği, gövde yaş ve kuru ağırlığı, kök yaş ve kuru ağırlığında azalmalar olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Abiyotik stres, tuzluluk, havuç

1. GİRİŞ

Toprak tuzluluğu, arazi verimliliğini tehdit eden küresel bir sorun olup tahminlere göre, 2050 yılına kadar tüm ekilebilir arazilerin %50'sinin tuzluluktan etkileneceği öngörülmektedir

(Butcher ve ark., 2016). Toprak tuzluluğu, bitki fonksiyonlarını ve büyümesini engelleyen aşırı iyonların [kalsiyum (Ca^{2+}), magnezyum (Mg^{2+}), sodyum (Na^+) sülfatlar (SO_4^{2-}) ve klorürler (Cl^-) gibi] toprakta birikmesidir (Keller ve ark., 1986). Toprak tuzluluğu, besin maddelerinin ve suyun biyolojik alımını engelleyerek bitkilerin büyümesi ve gelişmesi için gerekli fizyolojik işlevleri bozmaktadır (Munns, 2002). Toprak tuzluluğunun insan kaynaklı (ikincil tuzlanma) ve doğal (birincil tuzlanma) olmak üzere iki ana nedeni vardır. Ağır kimyasal gübrelere birlikte ürün sulaması için düşük kaliteli su kullanımı, toprak tuzlanmasına neden olan başlıca insan kaynaklı uygulamadır (Pena ve ark., 2020). İnsanların neden olduğu tuzlanma koşulları, kötü drenaj koşulları altında daha da kötüleşmektedir (Manasa ve ark., 2020). Toprak tuzlanmasının önde gelen doğal nedenleri arasında; ana materyallerin oluşumu, minerallerin fiziksel veya kimyasal ayrışması ve deniz suyu girişi sayılabilir (Ramos ve ark., 2020). Sulanan alanlar arazi bozulmasına karşı daha hassastır ve toprak tuzlanması nedeniyle günde 14 km^2 'den fazla verimli alan kaybedilmektedir (Metternicht ve Zinck, 2009).

Havuç (*Daucus carota* L), dünya çapında yetiştirilen popüler kök sebzelerden birisidir. Amerika Birleşik Devletleri de dahil olmak üzere Batı ülkelerinde diyetdeki karotenoidlerin en önemli kaynağını oluşturmaktadır (Block 1994 ; Torronen ve ark. 1996 ; Sharma ve ark. 2012). Havuç zengin karoten ve askorbik asit kaynağıdır olmasının yanı sıra; nem, protein, yağ, karbonhidrat, şeker ve lif içeren vitaminli bir gıda olarak bilinir. Havuç, karotenoidler açısından zengin eşsiz bir bitkidir ve terpenoidler ve poliasetilenlerin varlığı nedeniyle karakteristik bir tada sahiptir. Sert havuç aroması, büyüme sırasında kökte şekerlerin geç gelişmesi ile kabul edilebilir bir sınıra kadar maskelenir. Pigmentlerdeki çeşitlilik kırmızı, turuncu, sarı, mor, siyah ve beyaz köklerin oluşmasına neden olur. Farklı renkteki köklerde bulunan pigmentler insan sağlığına yönelik yaygın tıbbi özelliklere sahiptir. Havuç çiğ ya da pişmiş olarak tüketilmekte ve havuç konservesi, cips, şekerleme, helva, toz, meyve suyu, içecek, konserve gibi katma değerli ürünlere işlenmektedir. Havuç, çorba, içecek, şarap, güveç, köri, turta ve reçellerin hazırlanmasında harmanlayıcı olarak kullanılmaktadır (Raees-ul ve Prasad 2015).

Steril koşullar altında bitki kısımlarının yapay besin ortamına aktarılma işlemine bitki doku kültürü denir. Bitki doku kültürünün amaçları; hastalıklardan ve virüsten ari materyal elde etmek, yok olma tehlikesi ile karşı karşıya kalınan türlerin korunmasını sağlamak, üretimi zor olan türlerin çoğaltmak, kısa süre içerisinde çok sayıda bitkiyi üretimi ve abiyotik-biyotik stres koşullarına dayanıklı bitki elde etmek olarak sıralanabilmektedir.

Bu denemede, havuç bitkisinin *in vitro* koşullar altında farklı konsantrasyonlarda hazırlanmış NaCl'nin 0 (kontrol), 100, 200, 300 mM tuzluluğa ve tuzluluğun değişik dozlarına karşı tepkisinin belirlenmesi hedeflenmiştir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma, Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi bitki doku kültürü laboratuvarında yapılmıştır. Çalışma materyali olarak Nantes havuç çeşidi tohumları kullanılmıştır. Denemede 4.4 g/l MS (Murashige ve Skoog, 1962) besin ortamı, karbon kaynağı olarak 30 g/L sakkaroz, katılaştırmayı sağlamak amacıyla 7 g/L agar ve NaCl'nin 0, 100, 200, 300 mM dozları kullanılmıştır (Çizelge 1). Hazırlanan besin ortamlarının pH'ı, 5.8 olacak şekilde ayarlanmış, $121 \text{ }^\circ\text{C}$ sıcaklıkta, 1.2 atm basınçta 15 dakika süre ile otoklav ile sterilizasyonu gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 1. Ortamların adlandırılması

Dozlar	NaCl (mM)
HA (Kontrol)	0
HB	100
HC	200
HD	300

Denemede kullanılan havuç tohumları steril kabin içerisinde %20'lik sodyum hipoklorit çözeltisinde 20 dk bekletilmiş ve 4-5 defa steril saf su ile yıkama işlemi yapılarak yüzey sterilizasyonu sağlanmıştır. Sterilizasyon işlemi tamamlanan ortamların steril kabin içerisinde petrilere dökümü sağlanmış, ortamlar soğuyup katılaşıncaya kadar bekletilmiştir. Sterilize edilen havuç tohumlarının steril kabin içerisinde besin ortamına ekimi sağlanmıştır. Ekimi tamamlanan tohumlar $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklık ve 3.000 lüks' ışık altında 16 saat aydınlık 8 saat karanlık periyotta bekletilmiştir.

Deneme kapsamında tohumların çimlenme yüzdesi (%) (Kaya ve ark. 2006), gerçek su içeriği (%), gövde yaş ağırlığı (g), gövde kuru ağırlığı (g), kök yaş ağırlığı (g), kök kuru ağırlığı (g), (Keleş, 2019) incelenmiştir. Deneme dört tekerrürlü ve her tekerrürde 5 petri ve her petride 10 tohum olacak şekilde tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuştur. Çalışma sonucunda elde edilen verilere SAS temeli üzerine kurulu JMP 8.1 istatistik paket programı kullanılmış, ortalamalar LSD testi ile karşılaştırılmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Değişik dozlarda hazırlanan NaCl'nin havuç tohumlarının ekimi sonrası çimlenme yüzdesi (%) ve gerçek su içeriği (%) Çizelge 2'de verilmiştir. Denemede çimlenme yüzdesi ve gerçek su içeriği istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Çimlenme yüzdesi en fazla kontrol grubu olan HA (%84.20) ortamında görülürken en az HD (%51.40) ortamında belirlenmiştir. Sonuçlar dikkate alındığında NaCl dozları arttıkça çimlenme yüzdesinin azaldığı dikkat çekmiştir. Çizelgeye göre gerçek su içeriği çimlenme yüzdesindeki gibi en fazla HA (%87.38) en az HD (%81.02) ortamında elde edilmiştir.

Yapılan birçok çalışmada, tuzluluk stresinin tohumlarda çimlenme üzerine engelleyici etkide bulunduğu bildirilmiştir (Ghoulam ve Fores 2001; Gulzar ve Khan 2002; Çavuşoğlu ve ark. 2007; Ibrahim 2016; Akbıyık ve Aktaş 2022). Akbıyık ve Aktaş (2022) yaptıkları çalışmada, Nantes havuç çeşidi tohumlarını asetil salisik asit solüsyonunun değişik konsantrasyonlarında ön çimlendirme uygulamasına tabi tutarak çimlenme ve çıkış performanslarını belirlemişlerdir. Deneme sonucunda yüksek tuz konsantrasyonunun (150 mM NaCl) havuç tohumlarının çimlenmesini azalttığı, yüksek dozdaki ASA ön uygulamalarının tohumların çimlenme ve çıkış parametrelerini etkilediğini bildirmişlerdir. Yapılan çalışmanın sonuçları dikkate alındığında literatürle benzer sonuçlar elde olduğu görülmüştür.

Çizelge 2. Değişik dozlarda hazırlanmış NaCl'nin havuçta çimlenme yüzdesi (%) ve gerçek su içeriği (%) üzerine etkisi

Dozlar	Çimlenme Yüzdesi (%)	Gerçek Su İçeriği (%)
HA (Kontrol)	84.20a	87.38a
HB	75.80b	84.79ab
HC	69.60c	81.61b
HD	51.40d	81.02b
LSD	1.50***	4.68*

*P ≤ 0.05, ***P ≤ 0.001,

Çizelge 3'de havuç bitkisinin gövde yaş – kuru (g), kök yaş - kuru ağırlıkları (g) verilmiştir. Çalışmada incelenen tüm parametreler istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Çizelgeye göre gövde yaş ağırlığı en fazla istatistiksel olarak aynı grupta yer alan HA (0.128 g) ve HB (0.104 g) ortamında elde edilirken, gövde yaş ağırlığı en az HC (0.025 g) ve HD (0.010 g) ortamlarında tespit edilmiştir. Gövde kuru ağırlığı bakımından HA (0.016 g) ve HB (0.016) ortamları en fazla ağırlığa sahipken, HC (0.005 g) ve HD (0.002 g) ortamları ise en az ağırlığa sahip olduğu saptanmıştır. Kök yaş ağırlığı en fazla kontrol grubu olan HA (0.050 g) ortamında olduğu gözlenirken, en az yaş ağırlığı istatistiksel olarak aynı grupta yer alan HC (0.06 g) ve HD (0.04 g) ortamlarında olduğu görülmüştür. Çizelge 3'e göre kök kuru ağırlığı en fazla kontrol grubu olan HA (0.0061 g) ortamından elde edilirken, en az istatistiksel olarak aynı grupta yer alan HC (0.0007 g) ve HD (0.0003 g) ortamlarında elde edilmiştir.

Kurum ve ark. (2013), dünyada yaygın olarak kullanılan Obez, RS 841 ve Ferro F1 kabak çeşitlerinde farklı tuzluluk düzeylerinin (0, "kontrol", 2, 4, 8 ve 12 dS m⁻¹) fide büyümesi üzerine etkilerini incelemiştir. Denemede tuzlu ortamda yetiştirilen fidelerde; bitki ana gövde uzunluğu, bitki uzunluğu, kök uzunluğu, sürgün uzunluğu, kök taze ağırlığı, kök kuru ağırlığı, sürgün taze ağırlığı, sürgün kuru ağırlığı ve yapraklardaki iyon konsantrasyonları (Ca⁺⁺, K⁺, Na⁺) belirlenmiştir. Sonuçlar dikkate alındığında, çözeltilerin elektriksel iletkenliği arttığında kök uzunluğu, sürgün uzunluğu, kök taze ağırlığı, kök kuru ağırlığı, sürgün taze ağırlığı ve sürgün kuru ağırlıklarının azalma eğiliminde olduğunu bildirmişlerdir. Karakoç ve Kale (2016), dört farklı konsantrasyonda (0, 2, 4 ve 6 dS/m) sulama suyundaki farklı tuz cinslerinin marul bitkisi üzerine etkilerini belirledikleri çalışmada NaCl ve CaSO₄ tuzları kullanılarak sulama suyu hazırlanmış ve saksı uygulamaları gerçekleştirmiştir. Uygulama sonrası bitkilerin belirli büyüklüğe gelmesi ile birlikte hasat edilerek, yaş ve kuru ağırlıkları tespit edilmiş ve tuzluluk konsantrasyonunun artmasıyla marul bitkisinin yaş ve kuru ağırlıklarında azalmalar olduğunu bildirmişlerdir. Avcı ve ark. (2020), pamuk çeşitlerinde *in vitro* koşullarda tuz uygulamalarında, artan tuz konsantrasyonunun bitkinin yaş kök ağırlığında azalmaya neden olduğunu bildirmiştir. Altuner ve ark. (2022), *in vitro* koşullarda tuz stresinin bazı arpa çeşitlerinde etkilerinin belirledikleri çalışmada, tuz konsantrasyonunun artması ile birlikte kuru kök ağırlığının azaldığını bildirmiştir. Kara ve Baktemur (2023a), *in vitro* koşullar altında beyaz baş lahana'nın farklı NaCl (0, 50, 100, 150, 200, 250, 300 mM) dozlarındaki gelişim

performanslarını incelemiştir. Denemede gövde yaş ve kuru ağırlığı en yüksek olan bitkilerin BLC (sırasıyla 0.554, 0.055 g) ortamında, kök yaş ağırlığı ise en yüksek BLC (0.141 g) ortamında olduğunu bildirmiştir. Kara ve Baktemur (2023b), Yaptıkları çalışmada bahçe teresi tohumlarının *in vitro* koşullarda farklı tuz stresi (0, 50, 100, 150, 200, 250 ve 300 mM) seviyelerine tutularak gelişim durumlarını incelemiştir. Sonuçlar dikkate alındığında gövde yaş ağırlığı en yüksek TRA (0.200 g) ve TRB (0.183 g) ortamlarında, en düşük TRF (0.066 g) ve TRG (0.040 g) ortamlarında tespit etmişlerdir. Sonuçlar dikkate alındığında NaCl dozları arttıkça bitkilerin ağırlıklarının azaldığı belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar, literatürü destekler nitelikte olduğu göze çarpmaktadır.

Çizelge 3. Değişik dozlarda hazırlanmış NaCl'nin havuçta gövde yaş – kuru (g), kök yaş - kuru ağırlıkları (g) üzerine etkisi

Dozlar	Gövde Yaş Ağırlık (g)	Gövde Kuru Ağırlık (g)	Kök Yaş Ağırlık (g)	Kök Kuru Ağırlık (g)
HA (Kontrol)	0.128a	0.016a	0.050a	0.0061a
HB	0.104a	0.016a	0.043b	0.0050b
HC	0.025b	0.005b	0.006c	0.0007c
HD	0.010b	0.002b	0.004c	0.0003c
LSD	0.045***	0.004***	0.005***	0.001***

***P ≤ 0.001

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tuzluluk, bitkilerin büyüme ve gelişmelerini doğrudan etkileyerek ürün verimini önemli ölçülerde düşüren abiyotik stres faktörlerinden birisidir. Yapılan bu çalışmada, *in vitro* koşullarda farklı dozlarda hazırlanmış NaCl'nin (0 (kontrol), 100, 200, 300 mM) farklı tuz dozlarına karşı performansının belirlenmesi hedeflenmiştir. Değişik dozlarda hazırlanan NaCl'nin havuç tohumlarının ekimi sonrası çimlenme yüzdesi en fazla kontrol grubu olan HA (%84.20) ortamda görülürken, gerçek su içeriği en fazla HA (%87.38) en az HD (%81.02) ortamlarından elde edilmiştir. Farklı dozlarda hazırlanmış NaCl'nin havuç bitkisinde etkisi incelendiğinde gövde yaş ağırlığı en fazla HA (0.128 g) ve HB (0.104 g) ortamlarında, gövde yaş ağırlığı en az HC (0.025 g) ve HD (0.010 g) ortamlarında saptanmıştır. Gövde kuru ağırlığı en fazla HA (0.016 g) ve HB (0.016) ortamlarında en az HC (0.005 g) ve HD (0.002 g) ortamlarında elde edilmiştir. Kök yaş ağırlığı en fazla kontrol ortamı olan HA (0.050 g) ortamında, en az HC (0.06 g) ve HD (0.04 g) ortamlarında belirlenmiştir. Kök kuru ağırlığı en fazla kontrol grubu olan HA (0.0061 g) ortamından, en az HC (0.0007 g) ve HD (0.0003 g) ortamlarından elde edilmiştir. Çalışma sonuçları dikkate alındığında tuzluluk dozlarının artması bitkinin gelişimini negatif yönde etkilemiştir. Bu kapsamda tuzluluğa karşı dayanıklı hatların oluşturulması oldukça önem arz etmektedir. Sonuç olarak bitkilerdeki verim kayıpları, tuz stresi koşullarına toleransı yüksek olan bitkiler seçilerek üretimde kullanılmasıyla azaltılabilecektir.

KAYNAKLAR

- Akbıyık, C. ve Aktaş, H. (2022). Asetil Salisilik Asit Solüsyonlarında Ön Çimlendirmenin Havuç Tohumlarının Tuz Stresi Altında Çimlenme ve Çıkışı Üzerine Etkileri. *Eurasian Journal of Biological and Chemical Sciences*, 5(2), 62-68.
- Altuner, F. Oral, E. Baran, İ. (2022). Bazı Arpa (*Hordeum vulgare* L.) Çeşitlerinde tuz (NaCl) stresinin çimlenme özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*. 19(1): 39-50
- Avcı, U.Y. Ahmed, H.A.A. Uranbey, S. (2020). Akdoğan G. farklı pamuk çeşitlerinin *in vitro* koşullarda tuz stresine toleransının belirlenmesi. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*. 9(1): 13-26.
- Block, G. (1994). Nutrient source of pro-vitamin A carotenoids in American diet. *Am J Epidemiol* 139:290–293
- Butcher, K. Wick, A. F. DeSutter, T. Chatterjee, A. And Harmon, J. (2016). Soil salinity: A threat to global food security. *Agronomy Journal*, 108(6), 2189-2200.
- Çavuşoğlu, K. Kabar, K. (2007). The effects of pretreatments of some plant growth regulators on germination and seedling growth of radish seeds under salin conditions. *Dumlupınar Üniv. Fen Bil Enst Der.* 14:27–36.
- Ghoulam, C. Fores, K. (2001). Effect of salinity on seed germination and early seedling growth of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *Seed Sci. Tech.* 29:357-364.
- Gulzar, S. Khan, Ma. (2002). Alleviation of salinity-induced dormancy in perennial grasses. *Biol. Plant.* 45(4):617-619
- Ibrahim, E. A. (2016). Seed priming to alleviate salinity stress in germinating seeds. *J. Plant Physiol.* 192: 38-46.
- Kara, E. Baktemur, G. (2023a). *In Vitro* Koşullarda Farklı Dozlarda Sodyum Klorür İçeren Besin Ortamlarında Beyaz Baş Lahana (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.) Bitkisinin Tolerans Düzeyinin Belirlenmesi. Sivas II. International Conference On Scientific and Innovation Research 15-17 September - Sivas / Türkiye pp.,1180-1190
- Kara, E. Baktemur, G. (2023b). Bahçe Teresinin (*Lepidium sativum* L.) *İn Vitro* Koşullarda Farklı Konsantrasyonlarda NaCl İçeren Besin Ortamlarında Gelişim Düzeyinin Belirlenmesi. Sivas II. International Conference On Scientific and Innovation Research 15-17 September - Sivas / Türkiye pp.,1191-1200
- Karakoç, B. ve Kale, Sema. (2016). Farklı Erişlikteki Tuz Cinslerine Sahip Sulama Suyu Tuz Düzeylerinin, Marul (*Lactuca sativa*) Verimi Üzerine Etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 11(1): 1-7.
- Kaya, M.D., Okçu, G., Atak, M., Çıkılı, Y., Kolsarıcı, Ö. (2006). Seed Treatments To Overcome Salt And Drought Stress During Germination İn Sunflower (*Helianthus annuus* L.). *European Journal of Agronomy*, 24(4): 291-295
- Keleş, B. (2019). *İn Vitro* Kültür Koşulları ve Tuzluluk (NaCl) Stresi Altında Çimlendirilen Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) Bitkisinde Meydana Gelen Morfolojik, Fizyolojik ve Biyokimyasal Değişimler. Batman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. 61.

- Keller, L.P. McCarthy, G.J. and Richardson, J.L. (1986). Mineralogy and stability of soil evaporites in North Dakota. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 50:1069–1071. doi:10.2136/sssaj1986.03615995005000040047x
- Kurum, R. Ulukapı, K. Aydınsakir, K. and ONUS, A. N. (2013). The influence of salinity on seedling growth of some pumpkin varieties used as rootstock. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 41(1).
- Manasa, M. Katukuri, N.R. Darveekaran Nair, S.S. Haojie, Y. Yang, Z. and Guo, R.B. (2020). Role of biochar and organic substrates in enhancing the functional characteristics and microbial community in a saline soil. *Journal of Environmental Management*, 269, 110737. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110737>
- Metternicht, G., and Zinck, J.A. (2009). Remote sensing of soil salinization: impact on land management, 374. CRC Press Taylor and Francis Group, New York.
- Munns, R. (2002). Comparative physiology of salt and water stress. *Plant Cell Environ.* 25:239–250. doi:10.1046/j.0016-8025.2001.00808.x
- Murashige, T., Skoog, F. (1962). A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. *Physiologia plantarum*, 15(3), 473-497
- Peña-Arancibia, J.L. McVicar, T.R. Paydar, Z. Li, L. Guerschman, J.P. Donohue, R.J. Dutta, D. Podger, G.M., van Dijk, A.I.J.M. and Chiew, F.H.S. (2014). Dynamic identification of summer cropping irrigated areas in a large basin experiencing extreme climatic variability. *Remote Sensing of Environment*, 154, 139– 152. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2014.08.016>
- Ramos, T.B., Castanheira, N. Oliveira, A.R., Paz, A.M. Darouich, H. Simionesei, L. Farzhamian, M. and Goncalves, M.C. (2020). Soil salinity assessment using vegetation indices derived from Sentinel-2 multispectral data. Application to Leziria Grande, Portugal. *Agricultural Water Management*, 241, 106387. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106387>
- Sharma, K.D. Karki, S. Thakur, N.S. and Attri, S. (2012). Chemical composition, functional properties and processing of carrot—a review. *Journal of food science and technology*, 49(1), 22-32.
- Torronen, R. Lehmusaho, M. Hakkinen, S. Hanninen, O. Mykkanen, H. (1996). Serum β -carotene response to supplementation with raw carrots, carrot juice or purified β -carotene in healthy nonsmoking women. *Nutr Res* 16:565–575

TUZ STRESİ ALTINDA KIRMIZI BAŞ LAHANANIN (*Brassica oleracea* var. *capitata* f. *rubra*) IN VITRO KOŞULLARDA GELİŞİM PERFORMANSININ BELİRLENMESİ

Arş. Gör. Ecem KARA

Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, ORCID NO: 0000-0002-0118-2673

Doç. Dr. Gökhan BAKTEMUR

Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, ORCID NO: 0000-0002-0362-5108

ÖZET

Bu çalışma, tuz stresi altında kırmızı baş lahana (*Brassica oleracea* var. *capitata* f. *rubra*) bitkisinin gelişim performansını belirlemek amacıyla yapılmıştır. Çalışmada kırmızı baş lahana tohumları 0 (kontrol-KLA), 100 (KLB), 200 (KLC), 300 (KLD) mM NaCl içeren besin ortamlarında çimlenmeye bırakılarak gelişim durumları tespit edilmiştir. Tohumların tuza duyarlılığını belirleme amacıyla çimlenme yüzdesi (%), bitkinin gerçek su içeriği (%), gövde ve kök yaş ağırlığı (g) ile gövde ve kök kuru ağırlığı (g) parametreleri incelenmiştir. Kırmızı baş lahana tohumlarının çimlenme yüzdesi kontrol uygulamasında (%85.00) en yüksek önem grubunda yer almıştır. Bu ortamı sırasıyla KLB (%61.25), KLC (%57.50) ve KLD (%34.25) ortamları izlemiştir. Tuz stresinin artışı tohum çimlenme performansını önemli oranlarda azalttığı göze çarpmıştır. Gelişen bitkiler içinde gövde yaş ağırlıkları en yüksek bitkiler KLD (1.01 g) ortamında olduğu dikkat çekmiştir. Gövde kuru ağırlıkları en düşük bitkiler kontrol grubundan (0.01 g) elde edilmiştir. Kök yaş ve kuru ağırlıkları en yüksek olan bitkiler benzer şekilde KLD (sırasıyla; 0.43, 0.29 g) ortamında oluşan bitkilerde olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Abiyotik stres, tuzluluk, NaCl

1. GİRİŞ

Kırmızı baş lahana (*Brassica oleracea* var. *capitata* f. *rubra*) cruciferae familyasına ait önemli ve oldukça besleyici egzotik bir sebzedir (Manasa ve ark., 2017a; Manasa ve ark.,2017b) . Karakteristik mor veya kırmızı renkte olan yenilebilir başları, yıllık olarak yetiştirilmektedir. Yüksek antosiyanin içeriği nedeniyle kırmızı baş lahana, üzümün geçerli bir alternatifi olabilir (Henry, 1996). Bu sebze, Avrupa'nın Akdeniz bölgesinde doğada yetişen bir bitki olup, Kuzey ve Orta Avrupa, Kuzey Amerika, Çin ve Japonya'da yaygın olarak yetiştirilmektedir (Yuan ve ark., 2009; Rani ve ark., 2021). Kırmızı baş lahanadan elde edilen pigmentler, birçok endüstriyel ekstraksiyon ve hazırlama patentinin bulunduğu Japonya'da yaygın olarak kullanılmaktadır. Salatalarda, haşlanmış sebze olarak, turşularda ve kurutulmuş sebze olarak kullanılmaktadır (Piccaglia ve ark.,2002). Karotenler, proteinler (%0.35), yağlar (%0.25), kalsiyum (%3.56), fosfor (%19.90), potasyum, kükürt, mineraller ve birçok vitamin (A, B1, B2, C...) açısından zengin bir kaynaktır (Sadanand ve Fatmi, 2022). Kırmızı baş lahananın tıbbi özelliklere sahip olduğu bilinmektedir. İndol-3-karbinolün varlığı nedeniyle antikanser özelliği

bulunmaktadır. Kırmızı lahananın önemli bir avantajı, genellikle çiğ olarak tüketilmesi, bu sayede ısı işlemlere duyarlı vitaminlerin ve bazı polifenolik bileşiklerin korunmasına olanak sağlamasıdır (Ismail ve ark., 2004). Kırmızı baş lahana yetiştirilmesinin diğer faydaları ise yetiştirme maliyetinin ucuz olması, hasat ve depolama işlemlerinin kolaylıkla yapılabilmesidir (Sadanand ve Fatmi, 2022).

Tuz stresi, bitkisel tarıma yönelik artan bir tehdit oluşturmaktadır. Küresel ısınma nedeniyle tuzluluğun etkisi artmaya başlamıştır. Zayıf drenajla birlikte yapılan sulamanın neden olduğu toprak tuzluluğu, verimli olan tarım arazilerinin kaybına neden olmaktadır. Yüksek konsantrasyonlarda tuz iyonları, bitkiler için toksik etki oluşturmaktadır. Toprakta bulunan ve bitkide zararlanmalara neden olan tuzların çoğunluğu sodyum klorürdür. Yüksek tuz içeriği, topraktaki azalmış ozmotik potansiyel nedeniyle su eksikliğini veya ozmotik stresi temsil etmektedir. Tuz stresinin ozmotik stres, spesifik iyon toksisitesi, beslenme dengesizliği ve bozulmuş hormonal düzenleme yoluyla bitki büyümesini azalttığı yaygın olarak bilinmektedir (Munns ve Tester, 2008; Zörb ve ark, 2019). Bitki tuz toleransının mekanizması, bitki biyolojisinde yoğun bir araştırma konusudur. Amaçlar, iyon homeostazisinin ve ozmotik düzenlemenin kontrolünü anlamak ve bu bilgiyi, gelişmiş tuz toleransına sahip mahsul bitkileri tasarlamak için kullanmaktır (Zhu, 2007).

Bitki doku kültürü, laboratuvar koşullarında bitki doku veya organlarının kontrollü bir şekilde çoğaltılmasını sağlayan bir tekniktir. Bu teknik; bitkilerin klonal çoğaltımı, bitki ıslahı, bitki hastalıklarının kontrolü ve diğer vegetatif yöntemlerle çoğaltılması zor olan bitkilerin üretimi gibi birçok farklı amaçla kullanılmaktadır. Bitki doku kültürü, bitki genetik varyasyonlarını koruyarak ve genetik mühendislik teknikleri kullanılarak bitki çeşitliliğini artırmak için de kullanılabilir. Aynı zamanda meristem kültürü yöntemiyle virüsten ari materyaller elde edilmesi, bitki ıslahı için haploid bitkiler elde edilmesi, hızlı çoğaltım ve bitki koruma programlarında hastalığa hassas ve direnç durumlarının tespiti gibi birçok alanda da kullanılmaktadır. Bitki doku kültürü genellikle bitki materyalinin sterilizasyonu, amaca yönelik hormonların hazırlığı, besin ortamlarının hazırlığı, materyallerin ortamlara aktarılması, ışık ve sıcaklık koşullarının kontrol altında tutulması aşamalarından oluşmaktadır. Doku kültürü totipotensi özelliği gösteren bitki doku, kök, gövde, yaprak, sürgün ucu, polen veya embriyo gibi materyaller kullanılarak yapılabilmektedir. Bitki doku kültürünün en önemli avantajlarından bir tanesi de kontrollü koşullar altında yapılması nedeniyle iklim koşullarına bağlı kalmadan yıl boyu üretim yapılabilmesidir.

Sunulan bu çalışmada, *in vitro* koşullar altında kırmızı baş lahananın (*Brassica oleracea* var. *capitata* f. *rubra*) farklı NaCl dozlarındaki performansının tespit edilmesi amaçlanmıştır.

2. MATEYAL VE YÖNTEM

Materyal

Deneme, Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Bitki Doku Kültürü laboratuvarında uygulanmıştır. Çalışmada Mohrenkopf kırmızı lahana tohumu kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan ortamların adlandırılması Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Ortamların adlandırılması

Dozlar	NaCl (mM)
KLA (Kontrol)	0
KLB	100
KLC	200
KLD	300

Yöntem

Denemede kullanılan ortamlar, farklı NaCl dozlarının (0, 100, 200, 300 mM) MS (Murashige ve Skoog 1962) besin ortamına eklenmesiyle oluşturulmuştur. Besin ortamında karbon kaynağı olarak sakkaroz eklendikten sonra pH'ı 5.8'e ayarlanmış ve katılaştırmak için agar ilave edilmiştir. Tuz içeren besin ortamları kaynatıldıktan sonra sterilizasyonu otoklavda 121 °C, 1.2 atm basınçta 15 dakika boyunca gerçekleştirilmiştir. Otoklavda steril edilen ortamların belli oranlarda petrilere dökümü gerçekleştirilip, ortamların soğuyup katlaşması sağlanmıştır. Denemede kullanılan kırmızı lahanaya tohumları %25' lik sodyum hipoklorit çözeltisinde 20 dakika bekletildikten sonra steril saf sudan 4-5 defa geçirilerek materyaller steril hale getirilmiştir. Steril tohumlar kabin içerisinde besin ortamlarına ekilmiş ve $25 \pm 2^\circ\text{C}$ sıcaklık 3.000 lux' lük ışık altında 16 saat aydınlık 8 saat karanlık ışık koşullarına sahip büyütme odasına bırakılmıştır.

Çalışma kapsamında; çimlenme oranı (%) (Kaya ve ark. 2006), gerçek su içeriği (%), gövde yaş-kuru ağırlığı (g), kök yaş-kuru ağırlığı (g) (Keleş, 2019) parametreleri incelenmiştir.

İstatistiksel analiz

Deneme, Tesadüf Parselleri Deneme Desenine göre analiz edilmiş ve 4 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Çalışma verileri, JMP 8.0.1 istatistik paket programında analiz edilmiş ve ortalamalar arasındaki farklılıklara LSD testi uygulanmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Araştırmada farklı konsantrasyonlarda NaCl'nin kırmızı baş lahanada çimlenme yüzdesi (%) üzerine etkileri istatistiki olarak önemli bulunurken, gerçek su içeriği üzerine etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 2). Çimlenme yüzdesinin en fazla olduğu ortam kontrol grubu olan KLA (%85.00) olurken bunu KLB (%61.25) ve KLC (%57.50) takip etmiştir. En az çimlenmenin gerçekleştiği ortam KLD (%34.25) olarak belirlenmiştir. Tuz konsantrasyonunun artmasıyla birlikte tohumların çimlenme yüzdesinde önemli oranlarda azalmalar olduğu dikkat çekmiştir. Farklı konsantrasyonlarda NaCl kullanılarak hazırlanan ortamlardan elde edilen bitkilerin gerçek su içerikleri arasındaki farklılıkların istatistiki olarak önemli bulunmamıştır.

Zhu ve ark., (2013) yaptıkları çalışmada; tuzluluğun 204 mM NaCl'ye kadar artışının dört karnabahar türünde çimlenme yüzdesi ve canlılık indeksinin önemli ölçüde azalma gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Çizelge 2. Farklı konsantrasyonlarda hazırlanmış NaCl'nin kırmızı baş lahanada çimlenme yüzdesi (%) ve gerçek su içeriği (%) üzerine etkisi

Ortamlar	Çimlenme Yüzdesi (%)	GSİ (%)
KLA	85.00a	86.60
KLB	61.25b	88.44
KLC	57.50c	88.10
KLD	34.25d	88.38
LSD	1.912***	Ö.D.

***P ≤ 0.001, Ö.D; Önemli Değil

Farklı konsantrasyonlarda hazırlanmış NaCl'nin kırmızı baş lahanada bitkisinde gövde yaş-kuru (g), kök yaş-kuru (g) ağırlıkları üzerine etkileri istatistiksel açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir. Gövde yaş ağırlığı en yüksek KLD (1.01 g) ortamında oluşan bitkilerden, en düşük KLA (0.15 g) ortamındaki bitkilerden elde edilmiştir. Gövde kuru ağırlığı incelendiğinde yaş ağırlığına paralel olarak tuz konsantrasyonundaki artış, gövde kuru ağırlığında da artışa neden olmuştur. Gövde kuru ağırlığı en yüksek bitkiler KLD (0.10 g) ortamında gözlenirken, kuru ağırlığı en az olan bitkiler KLA ortamında gözlenmiştir. Kök yaş ağırlığı en yüksek bitkiler KLD (0.43 g) ortamında oluşmuş ve bunu KLC (0.30 g) ve KLB (0.25 g) ortamları takip etmiştir. Kök yaş ağırlığı en düşük olan bitkiler KLA (0.07 g) ortamından elde edilmiştir. Bitkilerin kök kuru ağırlıkları kıyaslandığında, kök ağırlığı en fazla olan bitkiler KLD (0.029 g) ortamından elde edilmiş ve bunu KLC (0.019 g) ve KLB (0.015 g) ortamlarındaki bitkiler takip etmiştir. Yüksek tuz konsantrasyonunun gövde yaş-kuru, kök yaş-kuru ağırlıklarının artışına neden olduğu dikkat çekmiştir.

Jamil ve ark. (2005) tarafından yapılan çalışmada; lahana (*Brassica oleracea capitata*) ve karnabahar (*Brassica oleracea botrytis*) gibi Brassica türlerinin artan tuz konsantrasyonlarında taze sürgün ve kök ağırlığı, yaprak alanı ve yaprak sayısının önemli oranlarda azaldığı bildirilmiştir. Zaghdoud ve ark., (2012) iki farklı çeşit brokoliyle yaptıkları çalışmada, tuzluluk stresinin artmasına bağlı olarak sürgün ve kök kuru ağırlıklarının her iki çeşit için de azaldığını tespit etmişlerdir. Saraçoğlu ve Akat (2022) üç farklı tuzluluk düzeyinin süs lahanasında belirli kalite parametreleri üzerine etkilerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda, en düşük tuzluk düzeyinde en yüksek görsel skor, bitki çapı ve bitki boyu değerlerinin tespit edildiğini bildirmişlerdir.

Bu çalışmada sonucunda, artan tuz konsantrasyonunun kırmızı baş lahana tohumları üzerine çimlenmeyi engelleyici etkide olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuç literatürle kıyaslandığında paralel bir yaklaşım elde edildiği gözlenmiştir. Tuz konsantrasyonundaki artışın çimlenme üzerine azaltıcı etkide bulunduğu bildirilmiştir. Bu çalışmada tuzluluk konsantrasyonunun artışıyla gövde yaş-kuru ağırlıkları ile kök yaş-kuru ağırlıklarının da arttığı göze çarpmıştır. Literatür incelendiğinde tuzluluğun artışının bitki ağırlığını azalttığı sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmada kullanılan tohumların bitki büyümesi aşamasında tuza toleransının yüksek olduğu dikkat çekmektedir.

Çizelge 3. Farklı konsantrasyonlarda hazırlanmış NaCl'nin kırmızı baş lahanada bitkisinde gövde yaş (g), gövde kuru (g), kök yaş (g) ve kök kuru (g) ağırlıkları üzerine etkileri

Ortamlar	Gövde yaş (g)	Gövde kuru (g)	Kök yaş (g)	Kök kuru (g)
KLA	0.15c	0.01c	0.07c	0.007c
KLB	0.53b	0.05b	0.25b	0.015bc
KLC	0.64b	0.06ab	0.30ab	0.019ab
KLD	1.01a	0.10a	0.43a	0.029a
LSD	0.255***	0.034**	0.159**	0.010**

P ≤ 0.01, *P ≤ 0.001

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma kapsamında farklı tuz konsantrasyonları (0, 100, 200, 300 Mm) içeren besin ortamında gelişim performanslarını kıyaslama amacıyla kırmızı baş lahanada tohumları ekilmiştir. Yapılan karşılaştırmalar sonucunda, 300 mM tuz konsantrasyonunun, kırmızı baş lahanada tohumlarının çimlenme oranını olumsuz yönde etkilediği tespit edilmiştir. Tuzluluk konsantrasyonunun artışıyla gövde yaş-kuru ağırlıkları ile kök yaş-kuru ağırlıklarının da arttığı göze çarpmıştır. Bu çalışma sonucunda *in vitro* koşullarda uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının diğer bitki türlerinde de gerek *in vitro* koşullarda gerekse açık alanda denenerek bitkilerin gelişim performanslarının değerlendirilmesi önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Henry, B.S. (1996). Natural food colors, in Natural Food Colorants, Ed by GAF Henry and JD Houghton, Blackie Academic and Professional, New York, pp 40–79.
- Ismail, A. Marjan, Z.M. and Foong Ch.W. 2004. Total antioxidant activity and phenolic content in selected vegetables. Food Chemistry. 87: 581-586.
- Jamil, M. Lee, C.C. Rehman, S.U. Lee, D.B. Ashraf, M. Rha, E.S. (2005). Salinity (NaCl) tolerance of Brassica species at germination and early seedling growth. Electronic J Environ, Agri Food Chem, 4: 970-976.
- Manasa, S. Mukunda, L. Sadarunnisa, S. and Rajasekharam, T. (2017a). Response of red cabbage (*Brassica oleracea* L. var. *capitata* f. *rubra*) to different levels of plant and row spacing. *Intl. J. Curr. Microbiol. App. Sci*, 6(11), 1684-1689.
- Manasa, S. Mukunda, L. Sadarunnisa, S. & Rajasekharam, T. (2017b). Response of red cabbage (*Brassica oleracea* L. var. *capitata* f. *rubra*) to different levels of plant and row spacing. *Intl. J. Curr. Microbiol. App. Sci*, 6(11), 1684-1689.
- Murashige, T., Skoog, F. (1962). A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. *Physiologia plantarum*, 15(3), 473-497
- Munns R. Tester, M. (2008). Mechanisms of salinity tolerance. *Annu. Rev. Plant Biol.* 59, 651–681. doi: 10.1146/annurev.arplant.59.032607.092911

- Piccaglia, R. Marotti, M. and Baldoni, G. (2002). Factors influencing anthocyanin content in red cabbage (*Brassica oleracea* var *capitata* L f *rubra* (L) Thell). Journal of the Science of Food and Agriculture. 82. 1504 - 1509. 10.1002/jsfa.1226.
- Rani, K.S. Kerketta, A. and Bahadur, V. (2021). Effect of Different Spacing on Yield and Yield Attributing Parameters of Red Cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata* f. *rubra*). Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci, 10(11), 313-321.
- Sadanand, S. and Fatmi, U. (2022). Effect of organic and inorganic fertilizers on growth, quality and yield of red cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata* f. *rubra*) cv. Red Jewel. *The Pharma Innovation Journal*; 11 (3), 2046-2048.
- Saraçoğlu, Ö. A. and Akat, H. (2022). Topraksız Süs Lahanası (*Brassica oleracea* var. *acephala*) Yetiştiriciliğinde Farklı Tuzluluk Düzeylerinin Bazı Kalite Kriterleri ve Bitki Besin Elementleri Üzerindeki Etkileri. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 13(1), 114-128.
- Yuan, Y. Chiu, L. Li, L. (2009). Transcriptional regulation of anthocyanins biosynthesis in red cabbage. *Planta*.;230:1141-1153.
- Zaghdoud, C. Alcaraz-Lopez, C. Mota-Cadenas, C. Martínez-Ballesta, M.D.C., Moreno, D.A. Ferchichi, A. & Carvajal, M. (2012). Differential responses of two broccoli (*Brassica oleracea* L. var *Italica*) cultivars to salinity and nutritional quality improvement. *The Scientific World Journal*, 2012.
- Zhu, J.K. (2007). Plant salt stress. eLS.
- Zorb, C. Geilfus, C.M. Dietz, K.J. (2019). Salinity and crop yield. *Plant Biol. J.* 21, 31–38. doi: 10.1111/plb.12884

SINGULAR TWO-INTERVAL STURM-LIOUVILLE PROBLEMS WITH TRANSMISSION CONDITIONS

Prof., Kadriye AYDEMİR

Amasya University, - 0000-0002-8378-3949

Prof., Oktay Sh. MUKHTAROV

Tokat Gaziosmanpaşa University, 0000-0001-7480-6857

Asst. Prof., Merve YÜCEL

Çorum Hitit University, 0000-0001-7990-2821

ABSTRACT

This work devoted to the investigation of singular two-interval Sturm-Liouville problems, the main feature of which is the nature of the differential equation, as well as the boundary transmission conditions imposed at the common end of the left and right intervals, called the interaction point. We have found sufficient conditions that guarantee the simplicity of all eigenfunctions and the orthogonality of eigenfunctions belonging to different eigenvalues. Note that, in the special case $\gamma=1$, the problem under consideration and results obtained are reduced to similar classical ones, therefore our results are a generalization of the corresponding classical results.

Keywords: Sturm-Liouville problems, transmission conditions, comparison theorems.

1. INTRODUCTION

In physics many problems arise in the form of second order linear differential equations involving complex spectral parameters, commonly referred as a Sturm-Liouville eigenvalue problems, after the mathematicians C. Sturm (1803-1855) and J. Liouville (1809-1882), who studied some important properties of these boundary value problems., in particular the properties of their eigenvalues and eigenfunctions. The eigenvalues and eigenfunctions of Sturm-Liouville can be used to represent the solutions of many mathematical physics problems in Fourier series expansions. The classical Sturm-Liouville eigenvalue problem is given by the second-order linear differential-equation

$$-\frac{d}{dx}\left(p(x)\frac{dy}{dx}\right) + q(x)y = \lambda s(x)y, \quad x \in (a, b) \quad (1)$$

under appropriate boundary conditions specified at the ends of the interval (a, b) . If the interval $[a, b]$ is finite the real-valued functions $p(x)$ is continuous differentiable on $[a, b]$, the real-valued functions $q(x)$ and $s(x)$ are continuous on $[a, b]$ and $p(x) > 0$, $r(x) > 0$ for all $x \in [a, b]$, then the problem is said to be regular. Otherwise, it is called singular Sturm-Liouville problem. A value of the spectral parameter λ for which there is a nontrivial solution $y(x) \neq 0$,

satisfying the given boundary conditions is called an eigenvalue and the solution $y(x)$ is called an eigenfunction corresponding to this eigenvalue. We would like to note that, some important problems of mathematical physics include not only the conditions, specified on the boundary of the region, called the boundary conditions but also the conditions, specified on the given inner surface, called the transmission conditions. For example, transmission conditions arise in thermal conduction problems for a thin laminate plate, in “hydraulic fracturing” in heat transfer through an infinitely conductive layer etc. (see [4, 5, 6, 9],). Recently, there has been a growing interest in boundary value problems involving additional transmission conditions (see, for example, [1,2,3,7,8],)

2. MAIN RESULTS

Let us consider the two-interval Sturm-Liouville equation

$$Ly := -(p(x)y')' + q(x)y = \lambda y(x) \quad (1)$$

defined on two non-interval secting intervals $\Omega_\ell := [a, \xi)$ and $\Omega_r := (\xi, b]$. We assume that the function $p(x)$ is continuous differentiable on $\Omega := \Omega_\ell \cup \Omega_r$ and has a finite limit values $p(\pm\xi)$, $q(x)$ is continuous on $\Omega = \Omega_\ell \cup \Omega_r$ and has a finite limit values $q(\pm\xi)$, $p(x)$ and $q(x)$ are nonnegative on $\Omega = \Omega_\ell \cup \Omega_r$, $p(x) > 0$ for all $x \in (a, \xi) \cup (\xi, b)$, $p(\xi - 0) > 0$ and $p(\xi + 0) > 0$. We shall investigate the solutions $y = y(x, \lambda)$ of the two interval differential equation (1) subject to the following boundary conditions,

(i) If $p(a) > 0$ then there are real numbers α and α' such that $\alpha^2 + (\alpha')^2 > 0$ and

$$\alpha y(a) + \alpha' y'(a) = 0 \quad (2)$$

(ii) If $p(b) > 0$ then there are real numbers β and β' such that $\beta^2 + (\beta')^2 > 0$ and

$$\beta y(b) + \beta' y'(b) = 0 \quad (3)$$

$$(iii) \quad y(\xi + 0) = y(\xi - 0) \quad (4)$$

$$(iV) \quad y'(\xi + 0) = y'(\xi - 0) \quad (5)$$

where $\alpha, \alpha', \beta, \beta'$ is a non-zero number. It should be noted that the boundary conditions (2) is not present when $p(a) = 0$ and the boundary conditions (3) is not present when $p(b) = 0$.

Lemma 1. Let λ be an eigenvalue of the problem. Suppose

$$u(x) = \begin{cases} u_\ell(x), & x \in \Omega_\ell \\ u_r(x), & x \in \Omega_r \end{cases} \quad (6)$$

and

$$v(x) = \begin{cases} v_\ell(x), & x \in \Omega_\ell \\ v_r(x), & x \in \Omega_r \end{cases} \quad (7)$$

are eigenfunctions, belonging to this eigenvalue. If $p(a) > 0$, then left-hand eigensolutions $u_\ell(x)$ and $v_\ell(x)$ are linearly dependent (that is $v_\ell(x) = A_\ell u_\ell(x)$, for some $A_\ell \neq 0$) while if $p(b) > 0$, then right-hand eigensolutions $u_r(x)$ and $v_r(x)$ are linearly dependent (that is $v_r(x) = A_r u_r(x)$, for some $A_r \neq 0$).

Proof. Suppose that $p(a) > 0$. Then the boundary conditions (2) implies that

$$\alpha u_\ell(a) + \alpha' u_\ell'(a) = 0 \tag{8}$$

$$\alpha v_\ell(a) + \alpha' v_\ell'(a) = 0 \tag{9}$$

Since α and α' are not both zero the determinant of these system of linear equations (with respect to the variables α, α') is equal to zero. Therefore there is a constant $A_\ell \neq 0$, such that

$$v_\ell(a) = A_\ell u_\ell(a), \quad v_\ell'(a) = A_\ell u_\ell'(a) \tag{10}$$

Then the functions $w_\ell(x) = v_\ell(x) - A_\ell u_\ell(x)$ is a left solution of the two-interval differential equation (1) satisfying the initial conditions

$$y(a) = 0, \quad y'(a) = 0 \tag{11}$$

By virtue of the well-known existence and uniqueness theorem ordinary differential equations, that the only solution of the equation (1) defined on the left interval $\Omega_\ell = [a, \xi)$, that satisfies the initial conditions (11) is the trivial solution $y \equiv 0$, that is $w_\ell(x) = 0$ for all $x \in \Omega_\ell = [a, \xi)$ which completes the proof for the case $p(a) \neq 0$. The proof for the case $p(b) \neq 0$ is totally similar.

Theorem 1. If $p(a) \neq 0$ and $p(b) \neq 0$, then $A_\ell = A_r$, that is the eigenfunctions $u(x)$ and $v(x)$ (which are defined in the previous Lemma 1) are linearly dependent.

Proof. Assume the contrary that $A_\ell \neq A_r$. By Lemma 1

$$v(x) = \begin{cases} v_\ell(x), & x \in \Omega_\ell \\ v_r(x), & x \in \Omega_r \end{cases} = \begin{cases} A_\ell u_\ell(x), & x \in \Omega_\ell \\ A_r u_r(x), & x \in \Omega_r \end{cases}$$

Since the eigenfunctions $u(x)$ and $v(x)$ are satisfied the transmission conditions (4)-(5) we get

$$A_r u_r(\xi + 0) = v_r(\xi + 0) = \gamma v_\ell(\xi - 0) = \gamma A_\ell u_\ell(\xi - 0) = \gamma A_\ell \frac{1}{\gamma} u_r(\xi + 0)$$

Hence

$$(A_r - A_\ell) u_r(\xi + 0) = 0$$

Similarly we can show that

$$(A_r - A_\ell) u_r'(\xi + 0) = 0$$

Since $A_\ell \neq A_r$, it follows that

$$u_r(\xi + 0) = u_r'(\xi + 0)$$

But it is known from the theory of the differential equations defined on the right interval Ω_r that, together with its first derivative vanishes when $x \rightarrow \xi$ is the trivial solution $y = 0$. Therefore $v_r(x) = 0$ for all $x \in \Omega_r$. Similarly we can show that $v_l(x)=0$ for all $x \in \Omega_l$. Thus we have a contradiction that the eigenfunction $v(x)$ is identically zero in whole range $[a, \xi) \cup (\xi, b]$. The proof is complete.

Theorem 3. $p(a) > 0$ and $p(b) > 0$. Then every eigenvalue of the problem (1)-(5) is simple.

Theorem 4. Let $u(x)$ and $v(x)$ are eigenfunctions of the problem (1)-(5) corresponding to distinct eigenvalues λ and μ respectively. If $p(\xi + 0) = p(\xi - 0)$, then $u(x)$ and $v(x)$ are orthogonal, that is

$$\int_a^{\xi-0} u(x) v(x) dx + \int_{\xi+0}^b u(x) v(x) dx = 0$$

Proof. By applying the well-known Green’s formula (see, [10]) we have

$$\begin{aligned} & (\lambda - \mu) \left(\int_a^{\xi-0} u(x) v(x) dx + \int_{\xi+0}^b u(x) v(x) dx \right) \\ &= p(b)W(u, v; b) - P(a)W(u, v; a) - p(\xi + 0)W(u, v; \xi + 0) + p(\xi - 0)W(u, v; \xi - 0) \end{aligned}$$

By using the boundary -transmission conditions (2)-(5) we can show that the right-hand side of this equality is zero, and the result follows because $\lambda \neq \mu$.

REFERENCES

- [1] Allahverdiev BP., Tuna H., Eigenfunction expansion for singular Sturm-Liouville problems with transmission conditions, *Electronic Journal of Differential Equations*, 3:1–10, 2019.
- [2] Ao Ji-jun, Sun Jiong, Matrix representations of Sturm–Liouville problems with coupled eigenparameter-dependent boundary conditions, *Applied Mathematics and Computation*, 244:142–148, 2014.
- [3] Aydemir K, Mukhtarov Osh., Class of Sturm–Liouville problems with eigenparameter dependent transmission conditions, *Numerical Functional Analysis and Optimization*, 38(10):1260–1275, 2017.
- [4] Coddington E. A. and Levinson, N., *Theory of Ordinary Differential Equations*, McGraw-Hill, New York, 1955.

- [5] Eastham MSP. The spectral theory of periodic differential equations. Scottish Academic Press [distributed by Chatto & Windus, London; 1973.
- [6] Sagan, Hans, *Boundary and Eigenvalue Problems of Mathematical Physics*, John Wiley & Sons, New York, 1961; reprinted by Dover Publications, New York, 1989.
- [7] Şen E., Computation of eigenvalues and eigenfunctions of a Schrödinger-type boundary-value-transmission problem with retarded argument, *Mathematical Methods in the Applied Sciences*, 41(16):6604–6610, 2018.
- [8] Uğurlu E., Some singular third-order boundary value problems, *Mathematical Methods in the Applied Sciences*, 43(5):2202–2215, 2020.
- [9] Wang, D. B., Periodic Boundary Value Problems for Nonlinear First-Order Impulsive Dynamic Equations on Time Scales, *Advances in Difference Equations* 2012, 12, 2012.
- [10] Titchmarsh, E. C., *Eigenfunctions Expansion Associated with Second Order Differential Equations I*, second edn. Oxford Univ. press, London, 1987.

SUFFICIENT CONDITIONS FOR UNIVALENCE OF A GENERAL DIFFERENTIAL OPERATOR

Prof. Dr. Erhan DENİZ

Kafkas University, - 0000-0002-9570-8583

Dr. Sercan KAZIMOĞLU

Kafkas University, - 0000-0002-1023-4500

Ufuk ÖZTÜRK

Kafkas University, - 0000-0003-3269-2825

ABSTRACT

In this study, we give some sufficient conditions for univalence of a general differential operator of analytic functions. The key tools in the proof of our main results are coefficient and some lemmas that related with univalence of analytic functions.

Keywords: Differential operator, Analytic functions, Univalent functions.

1. INTRODUCTION

Let H be the class of analytic functions in $U := \{z \in \mathbb{C} : |z| < 1\}$ and $H[a, n]$ be the subclass of H consisting of functions of the form $f(z) = a + a_n z^n + a_{n+1} z^{n+1} + \dots$.

Let A be the subclass of H consisting of functions of the form

$$f(z) = z + \sum_{n=2}^{\infty} a_n z^n, \quad (z \in U). \quad (1.1)$$

By S , we show that the class of univalent functions in A . We will use the following differential operator $D_{\lambda, \mu}^m f$ which defined and studied by Deniz and Orhan (see [1]) for $f \in A$;

$$\begin{aligned} D_{\lambda, \mu}^0 f(z) &= f(z), \\ D_{\lambda, \mu}^1 f(z) &= D_{\lambda, \mu}(f(z)) = \lambda \mu z^2 f''(z) + (\lambda - \mu) z f'(z) + (1 - \lambda + \mu) f(z), \\ D_{\lambda, \mu}^2 f(z) &= D_{\lambda, \mu}(D_{\lambda, \mu}^1 f(z)), \\ &\vdots \\ D_{\lambda, \mu}^m f(z) &= D_{\lambda, \mu}(D_{\lambda, \mu}^{m-1} f(z)), \end{aligned}$$

where $\lambda \leq \mu \leq 0$ and $m \in \mathbb{N}_0 = \mathbb{N} \cup \{0\}$.

If f is given by (1.1) then from the definition of the operator $D_{\lambda,\mu}^m f(z)$ it is easy to see that

$$D_{\lambda,\mu}^m f(z) = z + \sum_{n=2}^{\infty} [1 + (\lambda\mu n + \lambda - \mu)(n-1)]^m a_n z^n. \tag{1.2}$$

It should be remarked that the $D_{\lambda,\mu}^m$ is a generalization of many other linear operators considered earlier. In particular, for $f \in A$ we have the following:

1. $D_{1,0}^m f(z) \equiv D^m f(z)$ the operator investigated by Salagean [2].
2. $D_{\lambda,0}^m f(z) \equiv D_{\lambda}^m f(z)$ the operator studied by Al-Oboudi [3].
3. $D_{\lambda,\mu}^m f(z)$ the operator considered for $0 \leq \mu \leq \lambda \leq 1$, Raducanu and Orhan [4].

Many differential operators studied by various authors can be seen in the literature (see for examples [5-9]).

Our considerations are based on the following results.

Lemma 1. (see [10]) Let $f \in A$. If

$$(1 - |z|^2) \left| \frac{zf''(z)}{f'(z)} \right| \leq 1 \tag{1.3}$$

for all $z \in U$ then the function f is univalent in U .

Lemma 2. (see [11]) Let $f \in A$. If

$$\left| \frac{z^2 f''(z)}{f^2(z)} - 1 \right| < 1 \tag{1.4}$$

for all $z \in U$ then the function f is univalent in U .

Lemma 3. (see [12]) Let ρ be a real number $1 > \rho > \frac{1}{2}$ and $f \in A$. If

$$\left| \left(1 - |z|^{2\rho}\right) \frac{zf''(z)}{f'(z)} + 1 - \rho \right| \leq \rho \tag{1.5}$$

for all $z \in U$ then the function f is univalent in U .

Lemma 4. (see [13]) If $f(z) \in S$ and

$$\frac{z}{f(z)} = 1 + \sum_{n=1}^{\infty} b_n z^n \tag{1.6}$$

then

$$\sum_{n=1}^{\infty} (n-1) |b_n|^2 \leq 1.$$

Lemma 5. (see [14]) Let $\nu \in \mathbb{C}$, $\operatorname{Re}(\nu) \geq 0$ and $f \in A$. If

$$\left(\frac{1 - |z|^{2\operatorname{Re}(\nu)}}{\operatorname{Re}(\nu)} \right) \left| \frac{z f''(z)}{f'(z)} \right| \leq 1 \quad (1.7)$$

for all $z \in U$ then function

$$F_\nu(z) = \left(\nu \int_0^z u^{\nu-1} f'(u) du \right)^{1/\nu}$$

is univalent in U .

2. THE MAIN RESULTS

In this section, we establish the sufficient conditions to obtain a univalence for analytic functions involving the differential operator (1.2).

Theorem 1. Let $f \in A$. If

$$\sum_{n=2}^{\infty} [1 + (\lambda\mu n + \lambda - \mu)(n-1)]^m n^2 |a_n| \leq 1 \quad (2.1)$$

for all $z \in U$ then $D_{\lambda,\mu}^m f(z)$ is univalent in U .

Proof. Let $f \in A$. Then for all $z \in U$ we have

$$\begin{aligned} (1 - |z|^2) \left| \frac{z [D_{\lambda,\mu}^m f(z)]''}{[D_{\lambda,\mu}^m f(z)]'} \right| &\leq \left| \frac{z [D_{\lambda,\mu}^m f(z)]''}{[D_{\lambda,\mu}^m f(z)]'} \right| \\ &\leq \frac{\sum_{n=2}^{\infty} [1 + (\lambda\mu n + \lambda - \mu)(n-1)]^m [n(n-1)] |a_n|}{1 - \sum_{n=2}^{\infty} [1 + (\lambda\mu n + \lambda - \mu)(n-1)]^m n |a_n|} \end{aligned}$$

the last inequality is less than 1 if the assertion (2.1) is hold. Thus in view of Lemma 1, $D_{\lambda,\mu}^m f(z)$ is univalent in U .

Theorem 2. Let $f \in A$. If

$$\sum_{n=2}^{\infty} [1 + (\lambda\mu n + \lambda - \mu)(n-1)]^m |a_n| \leq \frac{-5 + \sqrt{33}}{4} \quad (2.2)$$

for all $z \in U$ then $D_{\lambda,\mu}^m f(z)$ is univalent in U .

Proof. Let $f \in A$. By using $\|z_1| - |z_2| \leq |z_1 - z_2|$ in the inequality (1.4), we have $\left| \frac{z^2 f'(z)}{2f^2(z)} \right| < 1$.

It sufficient to show that

$$\left| \frac{z^2 [D_{\lambda,\mu}^m f(z)]'}{2 [D_{\lambda,\mu}^m f(z)]^2} \right| \leq 1.$$

Therefore

$$\left| \frac{z^2 [D_{\lambda,\mu}^m f(z)]'}{2 [D_{\lambda,\mu}^m f(z)]^2} \right| \leq \frac{1 + \sum_{n=2}^{\infty} [1 + (\lambda\mu n + \lambda - \mu)(n-1)]^m n |a_n|}{2 \left\{ 1 - 2 \sum_{n=2}^{\infty} [1 + (\lambda\mu n + \lambda - \mu)(n-1)]^m |a_n| - \left(\sum_{n=2}^{\infty} [1 + (\lambda\mu n + \lambda - \mu)(n-1)]^m |a_n| \right)^2 \right\}}$$

the last inequality is less than 1 if the assertion (2.2) is hold. Thus in view of Lemma 2, $D_{\lambda,\mu}^m f(z)$ is univalent in U .

Theorem 3. Let $f \in A$. If for all $z \in U$ and $1 > \rho > \frac{1}{2}$

$$\sum_{n=2}^{\infty} n(2\rho + n - 2) [1 + (\lambda\mu n + \lambda - \mu)(n-1)]^m |a_n| \leq 2\rho - 1 \tag{2.3}$$

then $D_{\lambda,\mu}^m f(z)$ is univalent in U .

Proof. Let $f \in A$. Then for all $z \in U$ we have

$$\begin{aligned} \left| \left(1 - |z|^{2\rho}\right) \frac{z [D_{\lambda,\mu}^m f(z)]^{\rho}}{[D_{\lambda,\mu}^m f(z)]^{\rho}} + 1 - \rho \right| &\leq \left| \frac{z [D_{\lambda,\mu}^m f(z)]^{\rho}}{[D_{\lambda,\mu}^m f(z)]^{\rho}} \right| + |1 - \rho| \\ &\leq \frac{\sum_{n=2}^{\infty} [1 + (\lambda\mu n + \lambda - \mu)(n-1)]^m [n(n-1)] |a_n|}{1 - \sum_{n=2}^{\infty} [1 + (\lambda\mu n + \lambda - \mu)(n-1)]^m n |a_n|} + |1 - \rho|. \end{aligned}$$

The last inequality is less than ρ if the assertion (2.3) is hold. Thus in view of Lemma 3, $D_{\lambda,\mu}^m f(z)$ is univalent in U .

As applications of Theorems 1, 2 and 3 we have the following results.

Theorem 4. Let $f \in A$. If for all $z \in U$ one of the inequalities (2.1) - (2.3) holds then

$$\sum_{n=1}^{\infty} (n-1) |b_n|^2 \leq 1,$$

where

$$\frac{z}{D_{\lambda,\mu}^m f(z)} = 1 + \sum_{n=1}^{\infty} b_n z^n.$$

Proof. Let $f \in A$. Then in view of Theorems 1, 2 or 3, $D_{\lambda,\mu}^m f(z)$ is univalent in U . Hence by Lemma 4 we obtain the result.

Theorem 5. Let $f \in A$. If for all $z \in U$ and $\text{Re}(\nu) > 0$

$$\sum_{n=2}^{\infty} n[(n-1) + \text{Re}(\nu)] [1 + (\lambda\mu n + \lambda - \mu)(n-1)]^m |a_n| \leq \text{Re}(\nu) \tag{2.4}$$

then

$$G_{\nu}(z) = \left(\nu \int_0^z u^{\nu-1} [D_{\lambda,\mu}^m f(u)]' du \right)^{1/\nu}$$

is univalent in U .

Proof. Let $f \in A$. Then for all $z \in U$ we have

$$\begin{aligned} \frac{(1 - |z|^{2\text{Re}(\nu)})}{\text{Re}(\nu)} \left| \frac{z [D_{\lambda,\mu}^m f(z)]''}{[D_{\lambda,\mu}^m f(z)]'} \right| &\leq \frac{1}{\text{Re}(\nu)} \left| \frac{z [D_{\lambda,\mu}^m f(z)]''}{[D_{\lambda,\mu}^m f(z)]'} \right| \\ &\leq \frac{1}{\text{Re}(\nu)} \frac{\sum_{n=2}^{\infty} [1 + (\lambda\mu n + \lambda - \mu)(n-1)]^m [n(n-1)] |a_n|}{1 - \sum_{n=2}^{\infty} [1 + (\lambda\mu n + \lambda - \mu)(n-1)]^m n |a_n|}. \end{aligned}$$

The last inequality is less than 1 if the assertion (2.4) is hold. Thus in view of Lemma 5, $G_{\nu}(z)$ is univalent in U .

REFERENCE

- [1] Deniz, E., Orhan, H., The Fekete-Szegö Problem for a Generalized Subclass of Analytic Functions, *Kyungpook Math.*, J. 50, 37–47, 2010.
- [2] Salagean, G.S., Subclasses of univalent functions. *Complex analysis –Proc. 5th Rom.–Finn. Semin., Bucharest 1981, Part 1, Lect. Notes Math.*, 1013, 362–372, 1983.
- [3] Al-Oboudi, F.M., On univalent functions defined by a generalized Salagean operator, *Int. J. Math. Math. Sci.*, 27, 1429–1436, 2004.
- [4] Raducanu, D., Orhan, H., Subclasses of analytic functions defined by a generalized differential operator, *Int. Journal of Math. Analysis*, Vol.4(1), 1–15, 2010.
- [5] Darus, M., Ibrahim, R.W., On new classes of univalent harmonic functions defined by generalized differential operator, *Acta Universitatis Apulensis*, 18, 61–69, 2009.
- [6] Al-Abbadi, M.H., Darus, M., Differential Subordination Defined by New Generalised Derivative Operator for Analytic Functions, *International Journal of Mathematics and Mathematical Sciences*, Volume 2010, Article ID 369078, 15, 2010.
- [7] Darus, M., Al-Abbadi, M.H., Differential subordination for new generalised derivative operator, *Acta Universitatis Apulensis*, 20/2009, 265–280, 2009.
- [8] Ibrahim, A., Owa, S., Darus, M., Nakamura. Y., Generalization of Salagean operator for certain analytic functions, *Banach J. Math. Anal.*, 2(2), 16–22, 2008.
- [9] Al-Shaqsi, K., Darus, M., An operator defined by convolution involving the polylogarithms functions, *Journal of Mathematics and Statistics*, 4(1), 46–50, 2008.
- [10] Becker, J., Löwnersche Differential gleichung und quasi-konform fortsetzbare schlichte funktionen, *J. Reine Angew. Math.*, 255, 23–43, 1972.
- [11] Ozaki, S., Nunokawa, M., The Schwarzian derivative and univalent functions, *Proc. Amer. Math. Soc.*, 33(2), 392–394, 1972.
- [12] Tudor, H., A sufficient condition for univalence, *General Math.*, Vol. 17, No. 1, 89–94, 2009.
- [13] Goodman, A.W., *Univalent Functions*, Vol.I and II, Mariner, Tampa, Florida, 1983.
- [14] Pascu, N.N., On the univalence criterion of Becker, *Mathematica*, Cluj-Napoca, Tome 29(52) Nr.2, 175–176, 1987.

FEKETE-SZEGÖ PROBLEM FOR SUBCLASSES OF ANALYTIC FUNCTIONS INCLUDING THE COMBINATION OPERATOR

Prof. Dr. Erhan DENİZ

Kafkas University, edeniz36@gmail.com - 0000-0002-9570-8583

Dr. Sercan KAZIMOĞLU

Kafkas University, srcnkzmglu@gmail.com - 0000-0002-1023-4500

Ali İhsan KOÇ

Kafkas University, alihsan36@hotmail.com - 0009-0000-9999-9122

ABSTRACT

In this study, we introduce and study some new subclasses of analytic functions defined by the combination of Deniz-Orhan and Ruscheweyh differential operators. We obtain upper bounds of initial coefficients and Fekete-Szegö inequalities for these new subclasses.

Keywords: Analytic functions, Univalent functions, Fekete-Szegö problem, Starlike and convex function, Differential operator

1 INTRODUCTION

Let A denote the family of functions f of the form

$$f(z) = z + \sum_{n=2}^{\infty} a_n z^n \quad (5)$$

which are analytic in the open unit disk $U = \{z \in \mathbb{C} : |z| < 1\}$. Further, let S denote the class of functions which are univalent in U . It is well-known that for $f \in S$, $|a_3 - a_2^2| \leq 1$. A classical theorem of Fekete-Szegö (see [1]) states that for $f \in S$ given by

$$|a_3 - \mu a_2^2| \leq \begin{cases} 3 - 4\mu & \text{if } \mu \leq 0, \\ 1 + 2 \exp\left(\frac{-2\mu}{1-\mu}\right) & \text{if } 0 < \mu < 1, \\ 4\mu - 3 & \text{if } \mu \geq 1. \end{cases}$$

This inequality is sharp in the sense that for each μ there exists a function in S such that equality holds. Later, Pfluger (see [2]) has considered the complex values of μ and provided

$$|a_3 - \mu a_2^2| \leq 1 + 2 \left| \exp\left(\frac{-2\mu}{1-\mu}\right) \right|.$$

Up to this time several authors have attempted to extend the above inequality to more general classes of analytic functions.

Given $0 \leq \alpha < 1$, a function $f \in A$ is said to be in the class $S^*(\alpha)$ of starlike functions of order α in U if

$$\Re\left(\frac{zf'(z)}{f(z)}\right) > \alpha \quad (0 \leq \alpha < 1, z \in U).$$

On the other hand, a function $f \in A$ is said to be in the class of convex functions of order α in U , denoted by $C(\alpha)$, if

$$\Re\left(1 + \frac{zf''(z)}{f'(z)}\right) > \alpha \quad (0 \leq \alpha < 1, z \in U).$$

A notions of starlike functions of order α and convex functions of order α were generalized onto a complex order $b(b \in \mathbb{C} \setminus \{0\})$ by Nasr and Aouf (see [3]), Wiatrowski (see [4]), Nasr and Aouf (see [5]). In particular, the classes $S^* = S^*(0)$ and $C = C(0)$ are the familiar classes of starlike and convex functions in U , respectively.

Let $f(z) = z + \sum_{n=2}^{\infty} a_n z^n$ and $g(z) = z + \sum_{n=2}^{\infty} b_n z^n$ be analytic functions in U . The Hadamard product (or convolution) of f and g , denoted by $f * g$ is defined by

$$(f * g)(z) = z + \sum_{n=2}^{\infty} a_n b_n z^n = (g * f)(z) \quad (z \in U).$$

Deniz and Orhan [6] introduced the following linear multiplier differential operator for $T_{n,\xi}^m f(z)$

$$\begin{aligned} T_{n,\xi}^0 f(z) &= f(z) \\ T_{n,\xi}^1 f(z) &= \eta \xi z^2 f''(z) + (n - \xi) z f'(z) + (1 - \eta + \xi) f(z) = T_{n,\xi} f(z) \\ T_{n,\xi}^m f(z) &= T_{\eta,\xi} (T_{n,\xi}^{m-1} f(z)) \quad (m \in \mathbb{N}_0 = \mathbb{N} \cup \{0\}), \end{aligned}$$

where $\eta \geq \xi \geq 0$. We note that,

$$T_{n,\xi}^m f(z) = z + \sum_{n=2}^{\infty} [1 + (\eta \xi n + \eta - \xi)(n-1)]^m a_n z^n \tag{6}$$

with $T_{n,\xi}^m f(0) = 0$.

When $\xi = 0$ and $\xi = \eta - 1 = 0$, respectively, we obtain Al-Oboudi and Salagean differential operators.

The Ruscheweyh derivative of the r^{th} order of f , denoted by $D^r f(z)$, is defined by

$$D^r f(z) = \frac{z(z^{r-1}f(z))^{(r)}}{r!}, \quad r \in \mathbb{N}_0. \text{ Ruscheweyh [7], determined that}$$

$$D^r f(z) = \frac{z}{(1-z)^{r+1}} * f(z) = z + \sum_{n=2}^{\infty} \frac{\Gamma(r+n)}{\Gamma(r+1)(n-1)!} a_n z^n. \quad (7)$$

Now we define a combination differential operator by using Deniz-Orhan and Ruscheweyh differential operators as follows:

$$D_{\eta,\xi}^{m,r} f(z) = T_{\eta,\xi}^m f(z) = z + \sum_{n=2}^{\infty} [1 + (\eta\xi n + \eta - \xi)(n-1)]^m \frac{\Gamma(r+n)}{\Gamma(r+1)(n-1)!} a_n z^n,$$

where $m \in \mathbb{N}_0$, $\eta, \xi \geq 0$, $r \geq 0$. Here the letter m denotes the Deniz-Orhan differential operator and the letter r represents the Ruscheweyh differential operator. With the help of the differential operator $D_{\eta,\xi}^{m,r} f(z)$, we define new subclasses of analytic functions as follows.

Definition 1. Let b be a nonzero complex number, and let f be an univalent function of the form (1), such that $D_{\eta,\xi}^{m,r} f(z) \neq 0$ for $z \in U \setminus \{0\}$. We say that f belongs to $S_{\eta,\xi}^m(b,r)$ if

$$\Re \left(1 + \frac{1}{b} \left(\frac{z(D_{\eta,\xi}^{m,r} f(z))'}{D_{\eta,\xi}^{m,r} f(z)} - 1 \right) \right) > 0 \quad (m \in \mathbb{N}_0, \eta, \xi \geq 0, r \geq 0, z \in U).$$

Definition 2. Let b be a nonzero complex number, and let f be an univalent function of the form (1), such that $D_{\eta,\xi}^{m,r} f(z) \neq 0$ for $z \in U \setminus \{0\}$. We say that f belongs to $C_{\eta,\xi}^m(b,r)$ if

$$\Re \left(1 + \frac{1}{b} \frac{z(D_{\eta,\xi}^{m,r} f(z))''}{(D_{\eta,\xi}^{m,r} f(z))'} \right) > 0 \quad (m \in \mathbb{N}_0, \eta, \xi \geq 0, r \geq 0, z \in U)$$

Taking specific values to the parameters b, r, m and η, ξ we get the following important subclasses studied by various authors in earlier works, for instance, $S_{\eta,\xi}^0(b,r) = F_r(b)$, $C_{\eta,\xi}^0(b,r) = S_r^0(b)$ (Kanas and Darwish (see [8])), $S_{1,0}^m(1-\alpha,0) = S^m(\alpha)$ (Sălăgean (see [9])), $S_{\eta,\xi}^0(b,0) = S^*(1-b)$ (Nasr and Aouf (see [3])), $C_{\eta,\xi}^0(b,0) = C(1-b)$ (Wiatrowski (see [4])), Nasr and Aouf (see [5])).

Actually, many authors have considered the Fekete-Szegö problem for various subclasses of A the upper bound for $|a_3 - \mu a_2^2|$ is investigated by many different authors (see [21], [18],

[14], [22], [10], [11], [12], [13]) and (see also recent investigations on this subject by [15], [6], [8], [16], [23], [17], [20]).

In the present paper we concentrate on the coefficient estimates and the Fekete-Szegö problem for the subclasses $S_{\eta,\xi}^m(b,r)$ and $C_{\eta,\xi}^m(b,r)$.

2 MAIN RESULTS

We denote by P a class of analytic function in U with $p(0)=1$ and $\Re p(z) > 0$. In order to prove our main results, we shall require the following lemmas.

Lemma 1. [19] Let $p \in P$ with $p(z) = 1 + c_1 z + c_2 z^2 + \dots$, then

$$|c_n| \leq 2 \text{ for } n \geq 1.$$

If $|c_1| = 2$ then $p(z) \equiv p_1(z) = (1 + \gamma_1 z) / (1 - \gamma_1 z)$ with $\gamma_1 = c_1 / 2$. Conversely, if $p(z) \equiv p_1(z)$ for some $|\gamma_1| = 1$, then $c_1 = 2\gamma_1$ and $|c_1| = 2$. Furthermore we have

$$\left| c_2 - \frac{c_1^2}{2} \right| \leq 2 - \frac{|c_1|^2}{2}.$$

If $|c_1| < 2$ and $\left| c_2 - \frac{c_1^2}{2} \right| = 2 - \frac{|c_1|^2}{2}$, then $p(z) \equiv p_2(z)$, where

$$p_2(z) = \frac{1 + z \frac{\gamma_2 z + \gamma_1}{1 + \bar{\gamma}_1 \gamma_2 z}}{1 - z \frac{\gamma_2 z + \gamma_1}{1 + \bar{\gamma}_1 \gamma_2 z}},$$

and $\gamma_1 = c_1 / 2$, $\gamma_2 = \frac{2c_2 - c_1^2}{4 - |c_1|^2}$. Conversely, if $p(z) \equiv p_2(z)$ for some $|\gamma_1| < 1$ and $|\gamma_2| = 1$ then

$$\gamma_1 = c_1 / 2, \gamma_2 = \frac{2c_2 - c_1^2}{4 - |c_1|^2} \text{ and } \left| c_2 - \frac{c_1^2}{2} \right| \leq 2 - \frac{|c_1|^2}{2}.$$

We begin with the following result.

Theorem 1. Let $m \in \mathbb{N}_0$, $\eta, \xi \geq 0$, $r \geq 0$ and let b be nonzero complex number. If f of the form (1) is in $S_{\eta,\xi}^m(b,r)$, then

$$|a_2| \leq \frac{2|b|}{(1 + 2\eta\xi + \eta - \xi)^m (r+1)}, \quad (8)$$

and

$$|a_3| \leq \frac{2|b|}{(1+2(3\eta\xi + \eta - \xi))^m (r+1)(r+2)} \max\{1, |1+2b|\}. \quad (9)$$

Extremal functions are given by

$$\frac{z(D_{\eta,\xi}^{m,r} f(z))'}{D_{\eta,\xi}^{m,r} f(z)} = \frac{1+(2b-1)z}{1-z} \quad (10)$$

and

$$\frac{z(D_{\eta,\xi}^{m,r} f(z))'}{D_{\eta,\xi}^{m,r} f(z)} = \frac{1+(2b-1)z}{1-z}, \quad (11)$$

respectively, where p_1, p_2 are given in Lemma 1. Equality in (4) holds if (6), and in (5) if (7).

Proof. We know that $D_{\eta,\xi}^{m,r} f(z) = z + \Delta_2 z^2 + \Delta_3 z^3 + \dots$, where

$$\Delta_2 = (1+2\eta\xi + \eta - \xi)^m (r+1)a_2 \quad (12)$$

$$\Delta_3 = (1+2(3\eta\xi + \eta - \xi))^m \frac{(r+1)(r+2)}{2} a_3. \quad (13)$$

By the definition of the class $S_{\eta,\xi}^{m,r}(b,r)$ there exists $p \in P$ such that

$$\frac{z(D_{\eta,\xi}^{m,r} f(z))'}{D_{\eta,\xi}^{m,r} f(z)} = 1+b(p(z)-1), \text{ so that}$$

$$\frac{z(1+2\Delta_2 z + 3\Delta_3 z^2 + \dots)}{z + \Delta_2 z^2 + \Delta_3 z^3 + \dots} = 1-b+b(1+c_1 z + c_2 z^2 + \dots)$$

which implies the equality

$$z + 2\Delta_2 z^2 + 3\Delta_3 z^3 + \dots = z + (bc_1 + \Delta_2)z^2 + (bc_2 + \Delta_2 bc_1 + \Delta_3)z^3 + \dots$$

Equating the coefficients of both sides we have

$$\Delta_2 = bc_1, \quad \Delta_3 = \frac{b^2 c_1^2}{2} + \frac{bc_2}{2}, \quad (14)$$

so that, on account of (8) and (10)

$$a_2 = \frac{bc_1}{(1+2\eta\xi + \eta - \xi)^m (r+1)} \quad (15)$$

$$a_3 = \frac{b(bc_1^2 + c_2)}{(1 + 2(3\eta\xi + \eta - \xi))^m (r+1)(r+2)}. \quad (16)$$

Taking into account (11), (12) and from Lemma 2, we obtain

$$|a_2| = \left| \frac{bc_1}{(1 + 2\eta\xi + \eta - \xi)^m (r+1)} \right| \leq \frac{2|b|}{(1 + 2\eta\xi + \eta - \xi)^m (r+1)}, \quad (17)$$

and

$$\begin{aligned} |a_3| &= \left| \frac{b}{(1 + 2(3\eta\xi + \eta - \xi))^m (r+1)(r+2)} \left[c_2 - \frac{c_1^2}{2} + \frac{(1+2b)c_1^2}{2} \right] \right| \\ &\leq \frac{|b|}{(1 + 2(3\eta\xi + \eta - \xi))^m (r+1)(r+2)} \left[2 - \frac{|c_1|^2}{2} + \frac{|1+2b||c_1|^2}{2} \right] \\ &= \frac{|b|}{(1 + 2(3\eta\xi + \eta - \xi))^m (r+1)(r+2)} \left[2 + \frac{(|1+2b|-1)|c_1|^2}{2} \right] \\ &\leq \frac{2|b|}{(1 + 2(3\eta\xi + \eta - \xi))^m (r+1)(r+2)} \max\{1, |1+2b|\}. \end{aligned}$$

Thus, we have

$$|a_3| \leq \frac{2|b|}{(1 + 2(3\eta\xi + \eta - \xi))^m (r+1)(r+2)} \max\{1, |1+2b|\}.$$

We now obtain sharpness of the estimates in (4) and (5).

Firstly, in (4) the equality holds if $c_1 = 2$. Equivalently, we have $p(z) \equiv p_1(z) = (1+z)/(1-z)$. Therefore, the extremal function in $S_{\eta,\xi}^m(b,r)$ is given by

$$\frac{z(D_{\eta,\xi}^{m,r} f(z))'}{D_{\eta,\xi}^{m,r} f(z)} = \frac{1+(2b-1)z}{1-z}. \quad (18)$$

Next, in (5), for first case, the equality holds if $c_1 = c_2 = 2$. Therefore, the extremal functions in $S_{\eta,\xi}^m(b,r)$ is given by (14) and for second case, the equality holds if $c_1 = 0, c_2 = 2$. Equivalently, we have $p(z) \equiv p_2(z) = (1+z^2)/(1-z^2)$. Therefore, the extremal function in $S_{\eta,\xi}^m(b,r)$ is given by

$$\frac{z(D_{\eta,\xi}^{m,r} f(z))'}{D_{\eta,\xi}^{m,r} f(z)} = \frac{1+(2b-1)z^2}{1-z^2}. \quad (19)$$

Thus, the proof of Theorem 1 is completed.

Putting $m=0$ and $n=r$ in Theorem 2, we obtain the following result obtained by Kanas and Darwish [8, Theorem 2.2].

Corollary 1. Let $n \geq 0$ and let b be nonzero complex number. If f of the form (1) is in $F_r(b)$ then

$$|a_2| \leq \frac{2|b|}{n+1}$$

and

$$|a_3| \leq \frac{2|b|}{(n+1)(n+2)} \max\{1, |1+2b|\}.$$

Firstly, we consider functional $|a_3 - \mu a_2^2|$ for b nonzero complex number and $\mu \in \mathbb{C}$.

Theorem 2. Let b nonzero complex number and $f \in S_{\eta,\xi}^m(b,r)$. Then for $\mu \in \mathbb{C}$

$$|a_3 - \mu a_2^2| \leq \frac{2|b|}{(1+2(3\eta\xi + \eta - \xi))^m (r+1)(r+2)} \max\{1, |\delta_1|\},$$

where $\delta_1 = 1 + 2b - 2\mu b \frac{(1+2(3\eta\xi + \eta - \xi))^m (r+2)}{(1+2\eta\xi + \eta - \xi)^{2m} (r+1)}$. For each μ there is a function $S_{\eta,\xi}^m(b,r)$

such that equality holds.

Proof. Applying (11) we have

$$\begin{aligned} a_3 - \mu a_2^2 &\leq \frac{b}{(1+2(3\eta\xi + \eta - \xi))^m (r+1)(r+2)} [c_2 + bc_1^2] - \mu \frac{b^2 c_1^2}{(1+2\eta\xi + \eta - \xi)^{2m} (r+1)^2} \\ &= \frac{b}{(1+2(3\eta\xi + \eta - \xi))^m (r+1)(r+2)} \left[c_2 + bc_1^2 - \frac{\mu b(1+2\eta\xi)^m (r+2)}{(1+2\eta\xi + \eta - \xi)^{2m} (r+1)} c_1^2 \right] \\ &= \frac{b}{(1+2(3\eta\xi + \eta - \xi))^m (r+1)(r+2)} \left[c_2 - \frac{c_1^2}{2} + \frac{c_1^2}{2} \delta_1 \right]. \end{aligned}$$

Then, with the aid of Lemma 1, we obtain

$$\begin{aligned} |a_3 - \mu a_2^2| &\leq \frac{|b|}{(1+2(3\eta\xi + \eta - \xi))^m (r+1)(r+2)} \left[2 - \frac{|c_1^2|}{2} + \frac{|c_1^2|}{2} |\delta_1| \right] \\ &= \frac{|b|}{(1+2(3\eta\xi + \eta - \xi))^m (r+1)(r+2)} \left[2 + \frac{|c_1^2|}{2} (|\delta_1| - 1) \right] \\ &\leq \frac{|b|}{(1+2(3\eta\xi + \eta - \xi))^m (r+1)(r+2)} \max\{1, |\delta_1|\}. \end{aligned}$$

Thus, the proof of Theorem 2 is completed.

For $m=0$ and $n=r$ in Theorem 2, we obtain the following result obtained by Kanas and Darwish [8, Theorem 2.3].

Corollary 2. Let b nonzero complex number and $f \in F_r(b)$. Then for $\mu \in \square$

$$|a_3 - \mu a_2^2| \leq \frac{2|b|}{(n+1)(n+2)} \max \left\{ 1, \left| 1 + 2b - 2\mu b \frac{(n+2)}{(n+1)} \right| \right\}.$$

For each μ there is a function in $F_r(b)$ such that equality holds.

We next consider the case, when μ and b are real. Then we have:

Theorem 3. Let $b > 0$ and let $f \in S_{\eta,\xi}^m(b,r)$. Then for $\mu \in \square$ we have

$$|a_3 - \mu a_2^2| \leq \begin{cases} \frac{2b}{(1+2(3\eta\xi + \eta - \xi))^m (r+1)(r+2)} \delta_1 & \text{if } \mu \leq \frac{r+1}{r+2} \leq \delta_2 \\ \frac{2b}{(1+2(3\eta\xi + \eta - \xi))^m (r+1)(r+2)} & \text{if } \frac{r+1}{r+2} \leq \mu \leq \delta_2 \\ \frac{-2b}{(1+2(3\eta\xi + \eta - \xi))^m (r+1)(r+2)} \delta_1 & \text{if } \mu \geq \delta_2, \end{cases}$$

where

$$\delta_2 = \frac{(1+2b)(1+b\eta\xi + \eta - \xi)^{2m} (r+1)}{2b(1+2(3\eta\xi + \eta - \xi))^m (r+2)}$$

and $\delta_1 = 1 + 2b - 2\mu b \frac{(1+2(3\eta\xi + \eta - \xi))^m (r+2)}{(1+2\eta\xi + \eta - \xi)^{2m} (r+1)}$. For each μ there is a function $S_{\eta,\xi}^m(b,r)$

such that equality holds.

Proof. First, let $\mu \leq \frac{r+1}{r+2} \leq \delta_2$. In this case (11) and Lemma 1 give

$$\begin{aligned} |a_3 - \mu a_2^2| &\leq \frac{b}{(1+2(3\eta\xi + \eta - \xi))^m (r+1)(r+2)} \left[2 - \frac{|c_1^2|}{2} + \frac{|c_1^2|}{2} \delta_1 \right] \\ &\leq \frac{2b}{(1+2(3\eta\xi + \eta - \xi))^m (r+1)(r+2)} \delta_1. \end{aligned}$$

Let, now $\frac{r+1}{r+2} \leq \mu \leq \delta_2$. Then, using the above calculations, we obtain

$$|a_3 - \mu a_2^2| \leq \frac{2b}{(1+2(3\eta\xi + \eta - \xi))^m (r+1)(r+2)}.$$

Finally, if $\mu \geq \delta_2$, then

$$\begin{aligned} |a_3 - \mu a_2^2| &\leq \frac{b}{(1+2(3\eta\xi + \eta - \xi))^m (r+1)(r+2)} \left[2 - \frac{|c_1^2|}{2} + \frac{|c_1^2|}{2} \delta_1 \right] \\ &= \frac{b}{(1+2(3\eta\xi + \eta - \xi))^m (r+1)(r+2)} \left[2 - \frac{|c_1^2|}{2} [\delta_1 - 1] \right] \\ &\leq \frac{-2b}{(1+2(3\eta\xi + \eta - \xi))^m (r+1)(r+2)} [\delta_1]. \end{aligned}$$

Thus, the proof of Theorem 3 is completed.

Taking $m=0$ and $n=r$ in Theorem 3, we obtain the following result obtained by Kanas and Darwish [8, *Theorem 2.4*]

Corollary 3. Let $b > 0$ and let $f \in F_r(b)$ Then for $\mu \in \square$ we have

$$|a_3 - \mu a_2^2| \leq \begin{cases} \frac{2b}{(n+1)(n+2)} \left[1 + 2b \left(1 - \mu \frac{n+2}{n+1} \right) \right] & \text{if } \mu \leq \frac{n+1}{n+2}, \\ \frac{2b}{(n+1)(n+2)} & \text{if } \frac{n+1}{n+2} \leq \mu \leq \frac{(1+2b)(n+1)}{2b(n+2)}, \\ \frac{2b}{(n+1)(n+2)} \left[\frac{2\mu b(n+2)}{(n+1)} - 1 - 2b \right] & \text{if } \mu \geq \frac{(1+2b)(n+1)}{2b(n+2)}. \end{cases}$$

For each μ there is a function in $F_r(b)$ such that equality holds.

Now, we easily obtain bounds of coefficients and a solution of the Fekete-Szegö problem in $C_{\eta,\xi}^m(b)$.

Theorem 4. Let $m \in \mathbb{N}_0$, $\eta, \xi \geq 0$, $r \geq 0$ and let b be nonzero complex number. If f of the form (1) is in $C_{\eta,\xi}^m(b,r)$, then

$$|a_2| \leq \frac{|b|}{(1+2\eta\xi+\eta-\xi)^m(r+1)},$$

and

$$|a_3| \leq \frac{2|b|(1+2|b|)}{3(1+2(3\eta\xi+\eta-\xi))^m(r+1)(r+2)}.$$

Proof. From 13 and by the definition of the class $C_{\eta,\xi}^m(b,r)$ there exists $p \in P$ such that

$$\frac{z(D_{\eta,\xi}^{m,r} f(z))''}{(D_{\eta,\xi}^{m,r} f(z))'} = b(p(z)-1), \text{ so that}$$

$$\frac{z(2\Delta_2 + 6\Delta_3 z + \dots)}{1 + 2\Delta_2 z + 3\Delta_3 z^2 + \dots} = b(1 + c_1 z + c_2 z^2 + \dots - 1),$$

which implies the equality

$$2\Delta_2 z + (6\Delta_3 - 4\Delta_2^2)z^2 + \dots = bc_1 z + bc_2 z^2 + \dots$$

Equating the coefficients of both sides we have

$$\Delta_2 = \frac{bc_1}{2}, \quad 6\Delta_3 - 4\Delta_2^2 = bc_2, \quad (20)$$

so that, on account of (16)

$$a_2 = \frac{bc_1}{2(1+2\eta\xi+\eta-\xi)^m(r+1)}, \quad a_3 = \frac{b^2 c_1^2 + bc_2}{3(1+2(3\eta\xi+\eta-\xi))^m(r+1)(r+2)}. \quad (21)$$

Taking into account (17) and Lemma 1, we obtain

$$|a_2| = \left| \frac{bc_1}{2(1+2\eta\xi+\eta-\xi)^m(r+1)} \leq \frac{|b|}{(1+2\eta\xi+\eta-\xi)^m(r+1)} \right|, \quad (22)$$

and

$$\begin{aligned}
 |a_3| &= \left| \frac{b^2 c_1^2 + b c_2}{3(1+2(3\eta\xi + \eta - \xi))^m (r+1)(r+2)} \right| \\
 &\leq \frac{|b|(|c_2| + |b||c_1|^2)}{3(1+2(3\eta\xi + \eta - \xi))^m (r+1)(r+2)} \\
 &\leq \frac{2|b|(1+2|b|)}{3(1+2(3\eta\xi + \eta - \xi))^m (r+1)(r+2)}.
 \end{aligned}$$

Thus, we have

$$|a_3| \leq \frac{2|b|}{(1+2(3\eta\xi + \eta - \xi))^m (r+1)(r+2)} \max\{1, |1+2b|\}.$$

Thus, the proof of Theorem 4 is completed.

Putting $m=0$ and $n=r$ in Theorem 4, we obtain the following result obtained by Kanas and Darwish [8, *Theorem 2.5*].

Corollary 4. Let $n \geq 0$ and let b be nonzero complex number. If f of the form (1) is in $S_r(b)$, then

$$|a_2| \leq \frac{|b|}{n+1},$$

and

$$|a_3| \leq \frac{2|b|(1+2|b|)}{3(n+1)(n+2)}.$$

Theorem 5. Let b nonzero complex number and $f \in C_{\eta,\xi}^m(b,r)$. Then for $\mu \in \square$

$$|a_3 - \mu a_2^2| \leq \frac{2|b|}{3(1+2(3\eta\xi + \eta - \xi))^m (r+1)(r+2)} \max\{1, |\delta_3|\},$$

where

$$\delta_3 = 1 + 2b - \frac{3\mu b (1+2(3\eta\xi + \eta - \xi))^m (r+2)}{2 (1+2\eta\xi + \eta - \xi)^{2m} (r+1)}.$$

For each μ there is a function in $C_{\eta,\xi}^m(b,r)$ such that equality holds.

Proof. Applying (17) we have

$$\begin{aligned}
 a_3 - \mu a_2^2 &= \frac{b}{3(1+2(3\eta\xi + \eta - \xi))^m (r+1)(r+2)} [c_2 + bc_1^2] - \mu \frac{b^2 c_1^2}{4(1+2\eta\xi + \eta - \xi)^{2m} (r+1)^2} \\
 &= \frac{b}{3(1+2(3\eta\xi + \eta - \xi))^m (r+1)(r+2)} \left[c_2 + bc_1^2 - \frac{3\mu b(1+2(3\eta\xi + \eta - \xi))^m (r+2)}{4(1+2\eta\xi + \eta - \xi)^{2m} (r+1)} c_1^2 \right] \\
 &= \frac{b}{3(1+2(3\eta\xi + \eta - \xi))^m (r+1)(r+2)} \left[c_2 - \frac{c_1^2}{2} + \frac{c_1^2}{2} (\delta_3) \right]
 \end{aligned}$$

Then, with the aid of Lemma 1, we obtain

$$\begin{aligned}
 |a_3 - \mu a_2^2| &\leq \frac{|b|}{3(1+2(3\eta\xi + \eta - \xi))^m (r+1)(r+2)} \left[2 - \frac{|c_1^2|}{2} + \frac{|c_1^2|}{2} |\delta_3| \right] \\
 &= \frac{|b|}{3(1+2(3\eta\xi + \eta - \xi))^m (r+1)(r+2)} \left[2 + \frac{|c_1^2|}{2} (|\delta_3| - 1) \right] \\
 &\leq \frac{2|b|}{3(1+2(3\eta\xi + \eta - \xi))^m (r+1)(r+2)} \max \{1, |\delta_3| - 1\}.
 \end{aligned}$$

Thus, the proof of Theorem 5 is completed.

For $m = 0$ and $n = r$ in Theorem 5, we obtain the following result obtained by Kanas and Darwish [8, Theorem 2.6].

Corollary 5. Let b nonzero complex number and $f \in S_r(b)$. Then for $\mu \in \square$

$$|a_3 - \mu a_2^2| \leq \frac{2|b|}{3(n+1)(n+2)} \max \left\{ 1, \left| 1 + 2b - \mu \frac{3b(n+2)}{2(n+1)} \right| \right\}.$$

For each μ there is a function $S_r(b)$ such that equality holds.

References

- [1] M. Fekete, G. Szegö, Eine Bemerkung über ungerade schlichte Funktionen, *J. Lond. Math. Soc.* 8 (1933) 85-89.
- [2] A. Pfluger, The Fekete-Szegö inequality by a variational method, *Ann. Acad. Sci. Fenn. Ser. AI* 10 (1984).
- [3] M. A. Nasr, M. K. Aouf, Starlike function of complex order, *J. Natur. Sci. Math.* 25 (1985) 1-12.
- [4] P. Wiatrowski, The coefficients of a certain family of holomorphic functions, *Zeszyty Nauk. Uniw. Lodz., Nauki. Mat. Przyrod. Ser. II* (1971) 75-85.
- [5] M. A. Nasr, M. K. Aouf, On convex functions of complex order, *Mansoura Sci. Bull.* (1982) 565-582.
- [6] E. Deniz, H. Orhan, The Fekete-Szegö problem for a generalized subclass of analytic functions, *Kyungpook Math. J.* 50 (2010) 37-47.
- [7] S. Ruscheweyh, New criteria for univalent functions. *Proc. Amer. Math. Soc.* 1975; 49: 109-115. 345-349.
- [8] S. Kanas, H. E. Darwish, Fekete-Szegö problem for starlike and convex functions of complex order, *Appl. Math. Lett.* 23(7) (2010) 777-782.
- [9] G. S. Sălăgean, Subclasses of univalent functions, *Complex analysis–Proc. 5th Rom.-Finn. Semin., Bucharest 1981, Part 1, Lect. Notes Math.* 1013 (1983) 362-372.
- [10] F. R. Keogh, E. P. Merkes, A coefficient inequality for certain classes of analytic functions, *Proc. Amer. Math. Soc.* 20 (1969) 8-12.
- [11] W. Koepf, On the Fekete-Szegö problem for close-to-convex functions, *Proc. Amer. Math. Soc.* 101 (1987) 89-95.
- [12] R. R. London, Fekete-Szegö inequalities for close-to-convex functions, *Proc. Amer. Math. Soc.* 117 (1993) 947-950.
- [13] W. Ma, D. Minda, A unified treatment of some special classes of univalent functions, in: Z. Li, F. Ren, L. Yang, S. Zhang (Eds.), *Proceeding of Conference on Complex Analytic*, Int. Press, (1994) 157-169.
- [14] M. Darus, D. K. Thomas, On the Fekete-Szegö theorem for close-to-convex functions, *Math. Japonica* 44 (1996) 507-511.
- [15] E. Deniz, M. Çağlar, H. Orhan, The Fekete-Szegö problem for a class of analytic functions defined by Dziok-Srivastava operator, *Kodai Math. J.* 35 (2012) 439-462.
- [16] H. Orhan, E. Deniz, M. Çağlar, Fekete-Szegö problem for certain subclasses of analytic functions, *Demonstratio Mathematica* 45(4) (2012) 835-846.
- [17] H. Orhan, D. Răducanu, Fekete-Szegő problem for strongly starlike functions associated with generalized hypergeometric functions, *Math. Comput. Modelling* 50 (2009) 430-438.

- [18] A Chonweerayoot, D. K. Thomas, W. Upakarnitikaset, On the Fekete-Szegö theorem for close-to-convex functions, *Publ. Inst. Math. (Beograd) (N.S.)* 66 (1992) 18-26.
- [19] C. Pommerenke, *Univalent Functions*, in: *Studia Mathematica Mathematiche Lehrbucher*, Vandenhoeck and Ruprecht, 1975
- [20] D. Răducanu and H. Orhan, Subclasses of analytic functions defined by a generalized differential operator, *Int. Journal of Math. Analysis* 4(1) (2010) 1-15.
- [21] H. R. Abdel-Gawad, D. K. Thomas, The Fekete-Szegö problem for strongly close-to-convex functions, *Proc. Amer. Math. Soc.* 114 (1992)
- [22] M. Darus, D. K. Thomas, On the Fekete-Szegö theorem for close-to-convex functions, *Math. Japonica* 47 (1998) 125-132.
- [23] H. Orhan, E. Deniz, D. Răducanu, The Fekete-Szegö problem for subclasses of analytic functions defined by a differential operator related to conic domains, *Comput. Math. Appl.* 59 (2010) 283-295.

FORECASTING FOR GDP PER CAPITA USING MULTIPLIER PERCEPTRON AND GATED RECURRENT UNIT

Fabrice MUGENZI

Eskişehir Technical University, - 0000-0002-5466-8968

Asst. Prof. Dr. İsmail YENİLMEZ

Eskişehir Technical University, - 0000-0002-3357-3898

ABSTACT

It has been aimed to investigate the performance of the Multilayer Perceptron (MLP) and Gated Recurrent Unit (GRU) for the time series dataset in this research, the Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) model was utilized for inclusiveness. Three methods' performance has been presented for forecasting the GDP per capita of Brazil using historical data from 1961 to 2021. ARIMA (1,1,1) was identified as the most suitable model among several combinations for the GDP per capita of Brazil. MLP and GRU were also conducted to evaluate their forecasting capabilities on the used dataset. Statistical measures such as Mean Absolute Error (MAE), Root Mean Square Error (RMSE), Coefficient of Determination (R^2), and Mean Absolute Percentage Error (MAPE) were utilized to assess the effectiveness of ARIMA, MLP, and GRU models. Evaluation and comparison of the models have been presented according to the criteria, MLP was superior to the other two methods. ARIMA, which is considered a traditional method, has shown superior results compared to GRU, which is a type of Recurrent Neural Network type (RNN) and is generally used in time series analysis. The findings of this study help evaluate various methodologies in estimating GDP per capita according to statistical criteria and provide perspective on the strengths and limitations of the models using the example of GDP per capita in Brazil.

Keywords: Artificial neural networks, Recurrent neural network, Box-Jenkins, Time series analysis, Statistical criteria.

1. INTRODUCTION

The accurate prediction of a nation's economic prosperity, assessed through per capita Gross Domestic Product (GDP), is crucial for sustainable growth. Selecting an appropriate forecasting model is essential to minimize discrepancies between actual and predicted values, ensuring precise interpretations. In the realm of GDP analysis, Researchers have explored various techniques over time, including employing artificial neural network (ANN) models to enhance the accuracy of GDP forecasts [1]. While traditional econometric methods such as the Box-Jenkins approach continue to be prevalent, recent research, particularly in Malaysia, highlights the significant advantages of Artificial Neural Network (ANN) models in estimating GDP growth [2]. Studies conducted across 44 countries have explored the use of univariate and multi-indicator models for forecasting GDP growth [3]. Moreover, researchers have investigated the potential of utilizing Google Trends search data to predict GDP growth in both developed and emerging-market economies [4].

Furthermore, the Box-Jenkins (BJ) and Artificial Neural Network (ANN) methods have been applied and compared across various fields. For example, research has evaluated these methods in different contexts such as the COVID-19 pandemic [5][6], stock price forecasting [7], risk analysis [8], groundwater prediction [9], and GDP growth estimation [10]. These studies have indicated that the performance of BJ and ANN techniques is contingent upon the data pattern; the BJ model is suitable for time series with trend and seasonal patterns, whereas ANNs excel in predicting diverse series data [11][12]. However, the selection between these methods ultimately depends on the specific characteristics of the data [11]. For instance, ANNs and BJ methodologies have been compared and Rwanda's GDP has been analysed for 1960–2021. In this study, it has been concluded that innovative models are not often superior to the conventional method. MLP and GRNN have been superior to LSTM and ARIMA but ARIMA has been superior to LSTM [13]. The comparison of Box-Jenkins and neural networks methods has been also made for demand forecasting [14].

In this research, the objective is to estimate the real GDP per capita data for Brazil by employing the Multilayer Perceptron (MLP), Gated Recurrent Unit (GRU)) and BJ methods. Our goal is to identify the more accurate method for predicting GDP per capita in Brazil using data from the past 62 years (1960-2021).

2. METHOD

2.1. Conventional Methods

The ARIMA model combines autoregressive (AR) and moving average (MA) elements through differencing time series data. It uses parameters p , d , and q to represent AR and MA components, with alpha values for AR, theta values for MA, and an error term (epsilon) accounting for unexplained variations, as shown in Eq. 1.

$$X_t - \alpha_1 X_{t-1} - \dots - \alpha_p X_{t-p} = \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (1)$$

2.2. Multilayer Perceptron

This is a form of feedforward neural network composed of interconnected nodes, also known as artificial neurons [15]. Input data is received by the input layer, processed through nonlinear activation functions in the hidden layer, and predictions are generated by the output layer. MLP employs backpropagation, a supervised learning technique, to adjust connection weights and enhance predictions during training [16]. An example MLP architecture is presented in Figure 1 [13].

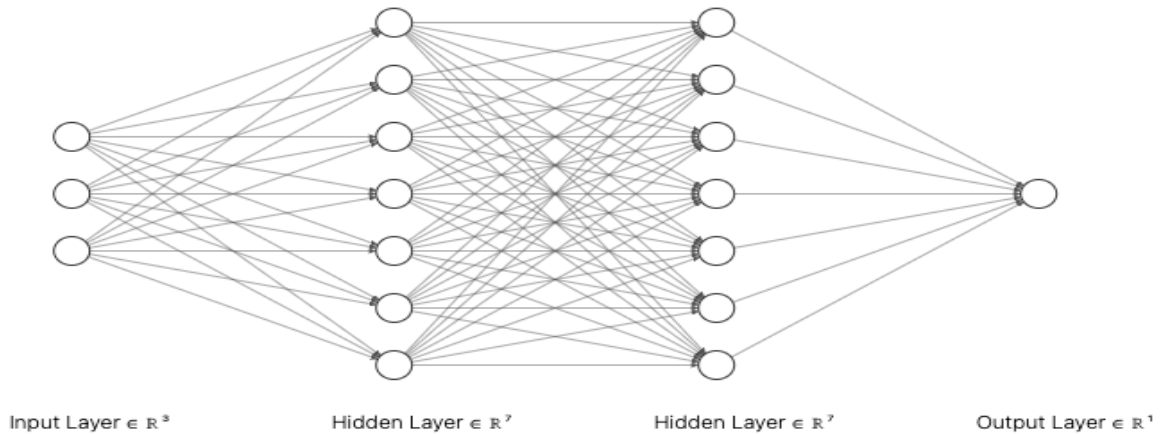


Figure 8: The Neural Network's Architecture (Yenilmez and Mugenzi, 2023)

In Figure 1, the link between nodes i and k is defined by weight w_{ik} . Nodes function by multiplying incoming signals or inputs with the weight w_{ik} , and then adding up these weighted inputs. Within the hidden layer, each node nonlinearly transforms its input, as described in Eq.2.

$$z_k = g \left(\sum_i y_i w_{ik} - \beta_k \right) \tag{2}$$

The variable β_k represents the bias of the k^{th} node, and $g(.)$ denotes the sigmoidal function.

$$g(x) = 1/(1 + e^{-x}) \tag{3}$$

The above function is categorized as a sigmoidal function and possesses benefits such as being continuous, differentiable at every point, and exhibiting a consistently increasing behavior. It can take input values from negative infinity to positive infinity and generates output values within the range of 0 to 1. The network's weights are adjusted by comparing the actual output to the desired response, aiming to minimize the sum of squared errors (SSE) as described in Eq.4.

$$SSE = \frac{1}{2} \sum_p \sum_j (\hat{z}_j - z_j)_p^2 \quad (4)$$

In this context, the predicted output of the j th node (output node), represented as \hat{z}_j , matches the actual input vector z_j of the same node. The specific input pattern is denoted as " p " [11].

2.3. Gated Recurrent Unit

Gated recurrent Unit (GRU), a specialized form of recurrent neural network (RNN), addresses the challenge of vanishing gradients and facilitates learning long-term dependencies in sequential data. It includes key components: the reset gate and the update gate, which manage information flow. These gates empower GRU to selectively remember or forget information from prior time steps. The reset gate decides how much of the previous hidden state to discard, while the update gate controls the incorporation of new information into the current hidden state [17].

Mathematically, the reset gate r_t and the update gate z_t are calculated as follows:

$$r_t = \sigma(W_r \cdot [h_{t-1}, x_t]) \quad (5)$$

$$z_t = \sigma(W_z \cdot [h_{t-1}, x_t]) \quad (6)$$

In the context, h_{t-1} represents the previous hidden state, x_t signifies the input at time step t , and σ denotes the sigmoid activation function. W_r and W_z correspond to the reset and update gates, respectively. subsequently, the current memory content \tilde{h}_t is calculated by combining the previous hidden state h_{t-1} with the current input x_t and using the reset gate:

$$\tilde{h}_t = \tanh(W \cdot [r_t \odot h_{t-1}, x_t]) \quad (7)$$

where W is a weight matrix.

Finally, the updated hidden state h_t is derived by blending the prior hidden state with the modified memory content, a process regulated by the update gate:

$$h_t = (1 - z_t) \odot h_{t-1} + z_t \odot \tilde{h}_t \quad (8)$$

GRUs have become widely used in a range of natural language processing applications, including tasks like language modelling and sentiment analysis. They offer a balance between

the long-term memory capabilities of LSTM (Long Short-Term Memory) networks and the computational efficiency of standard RNNs.

3. ANALYSIS AND RESULTS

Descriptive statistical information for GDP per capita in Brazil using data from 62 years (1960-2021) is presented in Tab 1.

Table 1: Summary statistics for GDP per capita of Brazil from 1960 to 2021.

Median	2324.5
Mean	3932.8
Standard deviation	3716.182
Maximum	13200.8
Minimum	229.3
Range	796.34
1st quartile	1287.6
3rd quartile	5866.1

When analyzing time series data, presenting the data on a graph is simple but important. Brazil's per capita GDP values from 1960 to 2021 are presented in Figure 1.

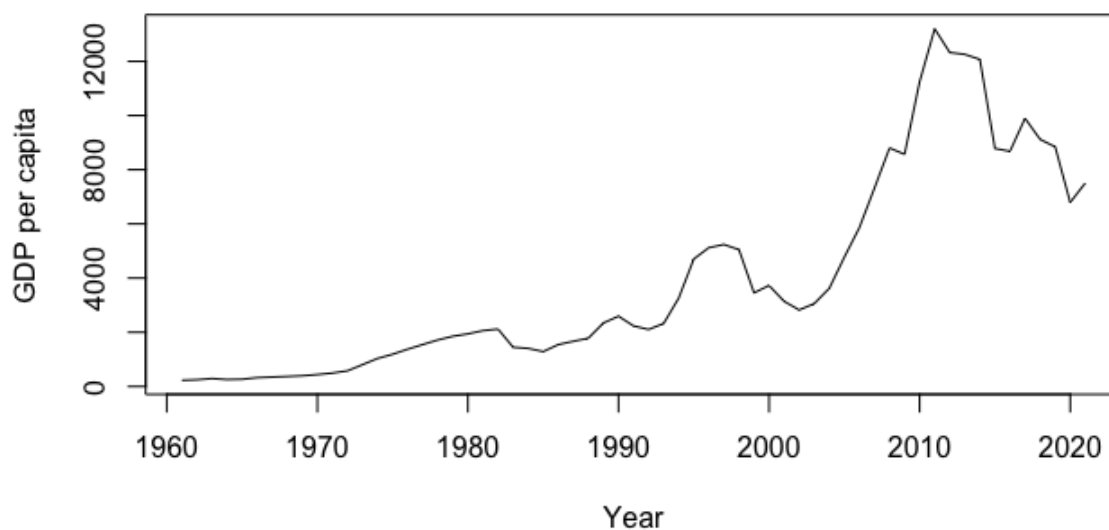


Figure 2. GDP per capita Over Time

Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) model analysis for Brazil's GDP data was taken as the traditional approach and its results were obtained. According to the criteria, the appropriate ARIMA model with the suitable combination was identified, and the associated model parameters (p, d, q) were provided in Table 2.

Table 2: A Summary for Identified ARIMA model.

Statistic	Value
Model specification	ARIMA (1, 1, 1)
Intercept	193.5726
AR coefficient	-0.5086
MA coefficients	0.7961
Root mean squared error	804.849
MAE	472.285
AIC	982.346
BIC	990.724

Analyses were made to check model diagnostics. In addition to the statistical measures, a graphical representation of the residuals is presented for convenience and clarity, which can be seen to indicate a normal distribution. Additionally, the Durbin-Watson test obtained a statistic of 1.95. It was concluded that there was no significant autocorrelation. Figures 3-4 display the autocorrelation function (ACF), partial autocorrelation function (PACF), and residuals in order.

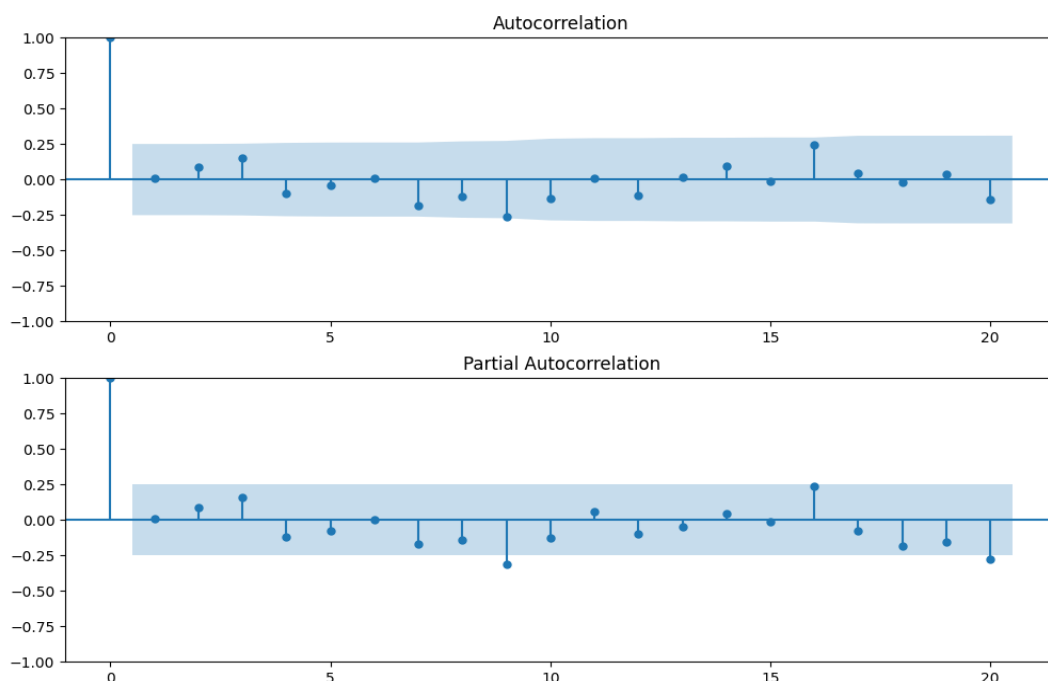


Figure 3: Autocorrelation and Partial Autocorrelation Plots

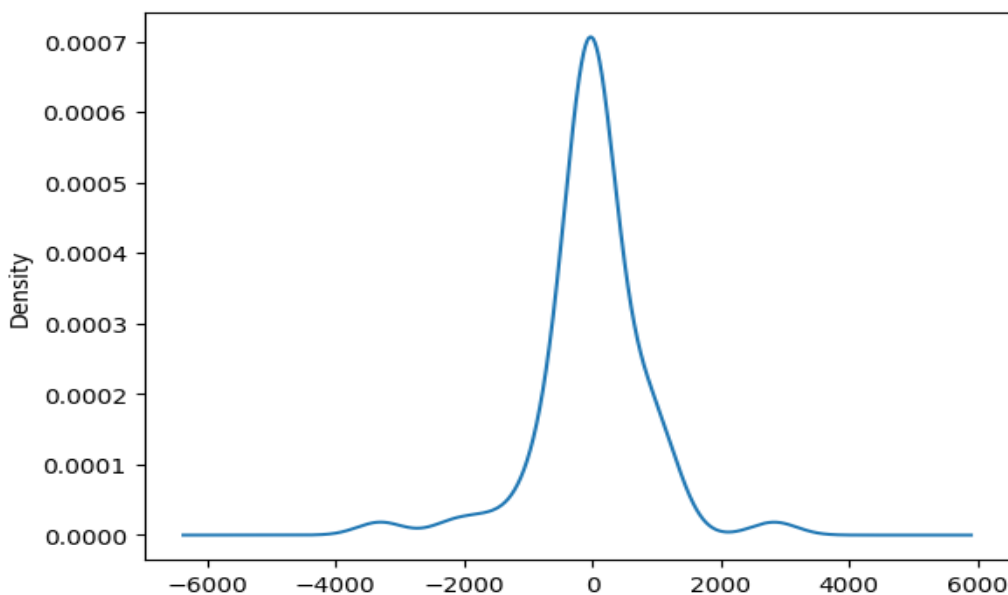


Figure 4: Density Plot of Residuals

Analysis has been expanded with Artificial Neural Networks (ANN) methods. Firstly, two methods were used for analysis: Multilayer Perceptron (MLP) and Gated Recurrent Unit (GRU). Statistical measurements which are statistical criteria results for comparing the MLP model with other models, are presented in Table 3. Figure 4 provides a perspective where actual values are presented versus predicted values based on the model.

Table 3: A Summary of the Findings Received from MLP Model.

MSE	MAE	MAPE	RMSE	R²
273.702	16.170	0.0016	16.543	0.999

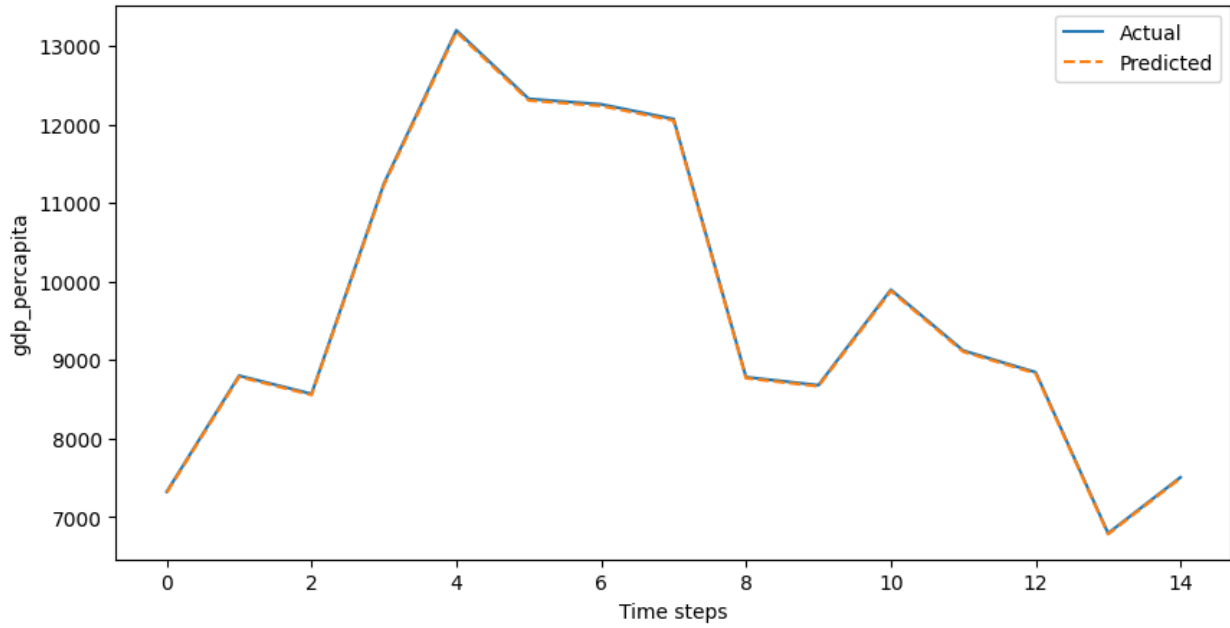


Figure 9: Predicted vs Actual values (MLP Model)

Table 4 displays the outcomes for GRU, another method examined in the study, while Figure 6 illustrates the comparison between actual values and predicted values.

Table 4: A Summary of the Findings Received from the GRU Model.

MSE	MAE	MAPE	RMSE	R ²
2638527.229	1296.474	0.137	1624.354	0.345

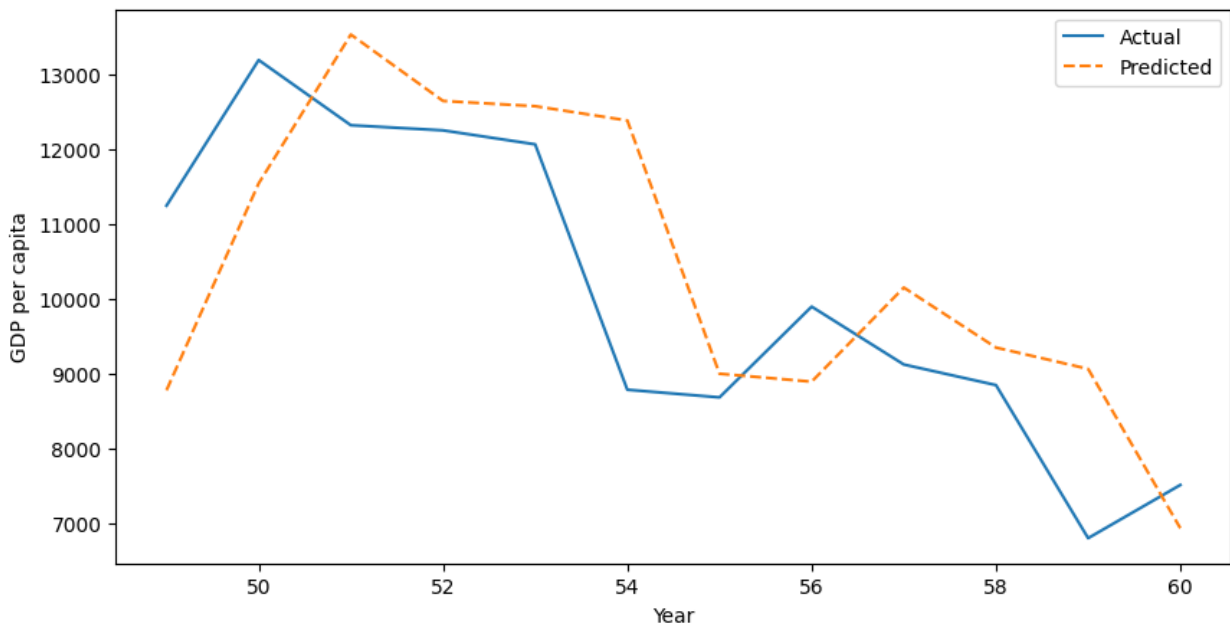


Figure 10: Predicted vs Actual values (GRU Model)

Table 5 provides a summary of the models analyzed in the study, evaluating their performance through four key statistical metrics.

Table 5: Models' Evaluation Based on Statistical Criteria

Model	MAE	RMSE	R ²	MAPE
MLP	16.170	16.543	0.999	0.0016
GRU	1296.474	1624.354	0.345	0.137
ARIMA	472.285	804.849	0.952	15.161

4. CONCLUSION

Based on the results obtained from employing different models to predict the GDP per capita of Brazil from 1961 to 2021, it is evident that the multilayer perceptron (MLP) model outperformed the Gated Recurrent Unit (GRU) and autoregressive integrated moving average (ARIMA) models in terms of statistical criteria.

The MLP model achieved a significantly lower mean absolute error (MAE) and root mean square error (RMSE), indicating better predictive performance. Additionally, the MLP model demonstrated a high coefficient of determination (R²) close to 1. The mean absolute percentage error (MAPE) for the MLP model was also exceptionally low, further supporting its superior accuracy.

In contrast, both the GRU and ARIMA models exhibited higher errors and lower R² values. The GRU model performed particularly poorly, with significantly higher MAE, RMSE, and MAPE values compared to the other models. The ARIMA model showed relatively better results than the GRU model but still fell short of the accuracy achieved by the MLP model.

Based on these findings, it can be concluded that the MLP model is the most suitable for predicting GDP per capita in Brazil. Its superior performance indicates its ability to capture the underlying patterns and trends in the data, making it a valuable tool for economic forecasting. These results may provide valuable insights to make informed decisions regarding Brazil's economic growth and development strategies.

REFERENCES

- [1] Tkacz, G., & Hu, S. (1999). Forecasting GDP growth using artificial neural networks (No. 1999-3). Bank of Canada.
- [2] M.Z.H.M. Junoh, Predicting GDP growth in Malaysia using knowledge-based economy indicators: a comparison between neural network and econometric approaches, Sunway Acad. J. 1 (2004) 39–50.
- [3] J. Garnitz, R. Lehmann, K. Wohlrabe, Forecasting GDP all over the world using leading indicators based on comprehensive survey data, Appl. Econ. 51 (54) (2019) 5802–5816.

- [4] Bantis, E., Clements, M.P., & Urquhart, A. (2022). Forecasting GDP growth rates using Google Trends in the United States and Brazil. Available at SSRN 3860194.
- [5] Z. Malki, E.S. Atlam, A. Ewis, G. Dagnev, A.R. Alzighaibi, G. ELmarhomy, I. Gad, ARIMA models for predicting the end of COVID-19 pandemic and the risk of second rebound, *Neural Comput. Applica.* 33 (2021) 2929–2948.
- [6] S.I. Busari, T.K. Samson, Modelling and forecasting new cases of Covid-19 in Nigeria: comparison of regression, ARIMA and machine learning models, *Sci. Afri.* 18 (2022) e01404.
- [7] T. Mashadihasanli, Stock market price forecasting using the Arima model: an application to Istanbul, *Turkiye, J. Econ. Policy Research.* 9 (2) (2022) 439–454.
- [8] X. Xie, G. Fu, Y. Xue, Z. Zhao, P. Chen, B. Lu, S. Jiang, Risk prediction and factors risk analysis based on IFOA-GRNN and apriori algorithms: application of artificial intelligence in accident prevention, *Process Saf. Environ. Protect.* 122 (2019) 169–184.
- [9] R. Solgi, H.A. Loaiciga, M. Kram, Long short-term memory neural network (LSTM-NN) for aquifer level time series forecasting using in-situ piezometric observations, *J. Hydrol. (Amst.)* 601 (2021), 126800.
- [10] T. Nyoni, W.G. Bonga, Modeling and forecasting GDP per capita in Rwanda, *DRJ-J. Econ. Finance* 4 (2) (2019) 21–29.
- [11] S. BuHamra, N. Smaoui, M. Gabr, The Box–Jenkins analysis and neural networks: prediction and time series modelling, *Appl. Math. Model.* 27 (10) (2003) 805–815.
- [12] A. Shabri, Comparison of time series forecasting methods using neural networks and Box-Jenkins model, *MATEMATIKA: Malay. J. Indust. Appl. Math.* (2001) 25–32.
- [13] I. Yenilmez and F. Mugenzi, Estimation of conventional and innovative models for Rwanda's GDP per capita: A comparative analysis of artificial neural networks and Box–Jenkins methodologies, *Sci. Afri.* 22 (2023) e01902.
- [14] A.S. Çalık, I. Yenilmez, Ö. Sevinçtekin. Comparison of Box-Jenkins and Artificial Neural Networks methods: Demand forecast for ceramic sanitary ware, *EGE 7th International Conference on Applied Sciences*, Izmir, Türkiye, 2022, pp. 1024–1029.
- [15] M. Shiblee, P.K. Kalra, B. Chandra, Time series prediction with multilayer perceptron (MLP). A New Generalized Error Based Approach, Springer, Berlin Heidelberg, 2009, pp. 37–44. In *Advances in Neuro-Information Processing: 15th International Conference, ICONIP 2008*, Auckland, New Zealand, November 25-28, 2008, Revised Selected Papers, Part II 15.
- [16] Z. Hajirahimi, M. Khashei, Weighted MLP-ARIMA series hybrid model for time series forecasting, *J. Indus. Eng. Manag. Stud.* 7 (2) (2020) 187–201.
- [17] Chung, J., Gulcehre, C., Cho, K., & Bengio, Y. (2014). Empirical evaluation of gated recurrent neural networks on sequence modeling. arXiv preprint arXiv:1412.3555.

PERFORMANCE OF PARTICLE SWARM OPTIMIZATION AND GENETIC ALGORITHM FOR TUNING OF k-NN HYPERPARAMETERS

Asst. Prof. Dr. İsmail YENİLMEZ

Eskişehir Technical University, - 0000-0002-3357-3898

Erdem Korhan AKÇAY

Eskişehir Technical University, - 0009-0000-4809-8156

ABSTRACT

Hyperparameters need to be tuned for machine learning model use. Choosing the best combination of hyperparameters for machine learning models has a direct impact on the performance of the model. k-Nearest Neighbor algorithm, one of the machine learning algorithms, is frequently used in the literature as a simple and effective classification method. Determining the hyperparameter of the k-NN method among possible combinations of hyperparameter is important and affects the classification results. The selection of hyperparameters of the k-Nearest Neighbor classifier can be considered as an optimization problem. It is common to use Grid Search and Randomized Search to select the appropriate set of hyperparameters from possible combinations. In this study, hyperparameters have been determined using Particle Swarm Optimization Algorithm and Genetic Algorithm, which are intelligent optimization techniques. Additionally, hyperparameter selection has been made with Grid Search - Randomized Search and tested on the data set. Hyperparameters for the k-NN algorithm have been determined using four different methods and classifications have been made with these values. The accuracies of the classifications obtained with the determined hyperparameters have been compared. It has been concluded that intelligent optimization techniques offer high accuracy values.

Keywords : Hyperparameters, intelligent optimization techniques, particle swarm optimization algorithm, genetic algorithm, grid search, randomized search, leukemia data.

1. INTRODUCTION

Classification problems are frequently studied in the field of machine learning. In these problems, algorithms are needed in the decision-making process while assigning observations to different classes. k-NN classification algorithm is known as a simple but effective method. Its basic idea involves classifying a data point by looking at the 'k' nearest neighbors around it. However, the k-NN algorithm has various parameters (hyperparameters) and it is not always easy to determine their optimal values. In this context, intelligent optimization techniques play an important role in improving the parameters of the k-NN classification algorithm. Intelligent optimization techniques include methods such as genetic algorithms and particle swarm optimization. These techniques are used to find optimal solutions in complex and multidimensional parameter search spaces.

The key parameters of the k-NN classification algorithm include the number of neighbors (k), the measure of similarity between data points, and the weight factor. The number of neighbors is a critical factor affecting classification accuracy. The measure of similarity between data points directly affects k-NN's classification decisions. The weight factor determines the contribution of each neighbor to the classification.

In literature, a new algorithm that combines k-NN with a genetic algorithm for effective classification has been proposed [1]. Particle Swarm Optimization has been used for feature selection problems and the performance of the classification algorithm has been improved [2]. These findings demonstrate the potential of intelligent optimization techniques to improve the hyperparameters of the k-NN algorithm. In addition, the classification success with parameter optimization has been shown for k-NN [3].

The purpose of this article is to examine the use of intelligent optimization techniques to improve the parameters of the k-NN classification algorithm. Intelligent optimization techniques effectively search for solutions in the parameter search space to find the best hyperparameter values. Thus, more accurate results can be obtained by increasing the classification performance of the k-NN algorithm. For comparison, results were obtained with grid search and randomized search and four results were compared.

2. METHOD

k-NN algorithm is among the example-based learning algorithms. The new value is classified based on its similarity to the values in the training set. An unknown value is associated with the k values closest to the corresponding sample from the training set, and the class label of the new value is assigned based on the majority of the class labels of its k nearest neighbors. [4].

2.1. General Operation of the k-NN Algorithm

One of the critical stages for the performance of the k-nearest neighbors algorithm is the measurement of closeness between samples. Manhattan, Minkowski and Euclidean distances can be used for proximity. The important aspects of the k-NN algorithm are that it requires a small number of parameters and its simple structure. Determining the neighborhood structure based on majority vote in the k-NN algorithm may cause classes frequently seen in asymmetrically distributed data sets to have a more dominant role in determining the class

labels of new samples. For this reason, there are methods that assign different weight values to the impact value of the distance metric in the basic k-NN algorithm.

The k-NN algorithm can produce extremely effective results in the presence of large training sets. It can create a classification model inclusive of irrelevant values. In such cases, the training time increases significantly. Despite its simple structure, the k-NN algorithm is costly to compute. Especially for large training datasets, determining the differences between the sample for which the class label is to be determined and the examples in the dataset can be quite expensive. The k-NN algorithm can reduce this cost by using dimensionality reduction techniques such as principal component analysis or more robust data structures like search trees. The distance metric, the number of neighbors (k), and the weighting method are significant parameters in the performance of the k-NN algorithm [5]. The primary distance metrics used by the k-NN algorithm include Manhattan, Minkowski, and Euclidean distances.

Manhattan distance is the sum of the absolute differences of their coordinates. In other words, if we want to calculate the Manhattan distance between points A and B, where $A = (x_1, \dots, x_n)$ and $B = (y_1, \dots, y_n)$, it is computed using the formula:

$$\left[\sum_{i=1}^n |x_i - y_i| \right] \quad (1)$$

Euclidean distance is a widely used distance measure in classification algorithms, representing the straight-line distance between two points. If we wish to calculate the Euclidean distance between points A and B, where $A = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ and $B = (y_1, y_2, \dots, y_n)$, it is computed as:

$$\left[\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2 \right]^{1/2} \quad (2)$$

Euclidean distance is the fundamental distance metric used to measure proximity in classification and clustering algorithms like k-means clustering and the basic k-NN algorithm.

The Minkowski distance is a metric in Euclidean space. It is a generalized metric form that can be used for various values of p . Specifically, if we wish to compute the Minkowski distance between points A and B, where $A = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ and $B = (y_1, y_2, \dots, y_n)$, it is given by:

$$\left[\sum_{i=1}^n |x_i - y_i|^p \right]^{1/p} \quad (3)$$

For $p = 2$, it yields the Euclidean distance; for $p = 1$, it gives the Manhattan distance; and as p approaches infinity, it converges to the Chebyshev distance.

In the k-NN algorithm, the value of the number of neighbors (k) determines the classification. During the classification process, for $k = 1$, the class of the nearest neighbor is selected. As the value of k approaches the number of samples (N) in the dataset, all data in the dataset are considered and selected through voting.

Weight values are intended to allow neighbors closer to the point to be classified to contribute more to the majority voting. The methods used for assigning weight values involve taking each neighbor's weight as inversely proportional to the distance d , such as $1/d$ or $1/d^2$.

2.2. Genetic Algorithm

A Genetic Algorithm (GA) is an algorithm that simulates the natural selection process where species capable of adapting to changes in their environment can survive and reproduce. Simply put, they simulate the "survival of the fittest" scenario among successive generations of individuals for a problem's solution. Each generation consists of a population of individuals. Each individual represents a point in the search space and a possible solution. Each individual is represented as a string, which resembles a Chromosome.

GA is initiated with a set of solutions known as a population. The population size is maintained throughout each generation. In each generation, the fitness value of each chromosome is evaluated, and then chromosomes are probabilistically selected for the next generation based on their fitness values. Some selected chromosomes are randomly paired and crossover and mutation are performed randomly to produce offspring. Since chromosomes with higher fitness values are more likely to be selected, chromosomes in the new generation may have better fitness values than those in the previous generation. This evolutionary process is repeated until a termination condition is met. Solutions in a GA are referred to as strings or chromosomes. In most cases, chromosomes are represented as lists or arrays. Thus, many operations performed with a GA are manipulations of lists or arrays [6].

GA can be examined in seven stages: creation of the initial population, calculation of fitness values, selection, crossover, mutation, production of a new generation, and returning of the best value [7].

2.3. Particle Swarm Optimization

Particle Swarm Optimization (PSO) is a metaheuristic optimization algorithm inspired by the social behaviors of animals such as fish and birds in nature [8]. The roots of particle swarm optimization lie in two main components: evolutionary computing and patterns of artificial life. Therefore, particle swarm optimization is directly related to genetic algorithms and evolutionary programming.

A flock of birds flies together without colliding, changing direction and performing these actions synchronously. When a bird in the flock finds food, it communicates with other birds to help them reach the food as well. Similarly, in schools of fish, when one fish senses danger,

it communicates with other fish in the school to make them aware of the danger. Inspired especially by the collaborative behaviors of bird flocks and fish schools, particle swarm optimization aims to find the optimal solution by mimicking physical characteristics such as the speed and position of birds and fish in search space with artificial particles. In the algorithm, each particle represents a potential solution [9]

Certain principles must be met to develop a swarm model:

- Sharing information among multiple units,
- Self-organization and evolution of units,
- Being effective in terms of peer learning,
- Being easily adaptable to applied and real-time problems

The change of particles' positions in the search space depends on the socio-cognitive tendencies of the individuals, and the velocity vector is used to update the current positions of the particles. A particle's best-known position is called "pbest," and this value is stored in memory for updating the velocity vector. Additionally, the best position obtained by any particle in the population is also used in the calculation of the velocity vector. This position is called "gbest." After "pbest" and "gbest" values are found, the position and velocity of the particles are updated [8]. A particle's velocity is calculated as

$$v_i^{t+1} = wv_i^t + c_1r_1(pbest_i - x_i^t) + c_2r_2(gbest - x_i^t) \quad (4)$$

Here, v_i^{t+1} represents the velocity of the i th particle at iteration $(t + 1)$; and x_i^{t+1} is the velocity of the i th particle at iteration t . Additionally, w is the inertia weight, which is generally chosen from the range $[0,1.2]$. The learning coefficients, known as c_1 and c_2 , are usually determined within the range $[0, 2]$. c_1 encourages the particle to move based on its own experiences, while c_2 influences the particle to move according to the experiences of other particles in the swarm. r_1 and r_2 are random values generated from a uniform distribution within the range $[0, 1]$.

The position of the particles is updated in the following way:

$$x_i^{t+1} = x_i^t + v_i^{t+1} \quad (5)$$

Here, x_i^{t+1} denotes the position of the i th particle at iteration $t + 1$ [8].

3. ANALYSIS AND RESULTS

3.1. Data

The dataset employed in this investigation is composed of gene expression profiles from patients diagnosed with leukemia. It is specifically structured to enable the classification of leukemia into its subtypes: Acute Lymphoblastic Leukemia (ALL) subtypes ALL-B and ALL-T, and Acute Myeloid Leukemia (AML) [10].

The dataset for the leukemia study is a comprehensive suite of gene expression profiles, with each of the 72 samples characterized by the expression levels of 40 distinct genes. This results in an $N \times M$ data matrix, where $N=72$ represents the number of patient samples, and $M=40$ represents the number of gene expression features. Each feature corresponds to a specific gene, denoted as “Gene1” through “Gene40”. The rows of the matrix represent individual patient samples, and the columns correspond to the genes being expressed. Furthermore, each sample in the dataset is labeled with the corresponding subtype of leukemia, which facilitates supervised learning approaches in the classification algorithm. This structured format of the dataset is pivotal for the deployment of machine learning models that aim to accurately predict or classify the subtypes of leukemia from the gene expression levels.

Prior to analysis, the dataset underwent rigorous preprocessing steps to ensure data quality and integrity. Initial steps included normalization to mitigate technical variability and filtering to remove genes with low variance across samples, as these are less likely to contribute to distinguishing disease subtypes. The resulting refined dataset consisted of N' samples and M' genes, with missing values imputed to preserve the continuity of the dataset. Statistically, the dataset's gene expression profiles exhibit a mean value of μ with a standard deviation of σ , suggesting the range of variability within the gene expressions. The skewness and kurtosis of the distribution were also calculated, yielding values of γ_1 and γ_2 respectively, which provide insight into the asymmetry and peakedness of the gene expression levels across samples.

This curated dataset served as the foundation for all subsequent analyses. It was split into a training set, which constituted 70% of the data, and a test set, accounting for the remaining 30%. The training set was used to build the classification model, while the test set served to evaluate its performance and generalize ability.

The dataset's variance across different leukemia subtypes offered a comprehensive learning opportunity for the model to discern complex patterns associated with each category. The dataset's dimensionality and inherent complexities were also ideal for assessing the performance of advanced optimization techniques such as Particle Swarm Optimization (PSO) and Genetic Algorithm (GA) in refining the parameters to boost the accuracy of predictions.

3.2. Model Performance and Parameter Optimization

The study's objective was to optimize the k-Nearest Neighbors (k-NN) classification algorithm parameters using intelligent optimization techniques, aiming to achieve higher accuracy rates in leukemia clustering. To this end, various sophisticated optimization methods were employed, including GridSearch, Randomized Search, Particle Swarm Optimization (PSO), and Genetic Algorithm (GA). The performance metrics were determined through rigorous cross-validation, offering a reliable evaluation of each method's capability to enhance the predictive accuracy of the k-NN algorithm. The detailed outcomes of the analyses are summarized in Table 1.

Table 1. Summary of Cross-Validation Performance Metrics

Optimization Technique	Mean Area Under Curve (AUC)	AUC Standard Deviation	Mean Classification Accuracy	Standard Deviation of Accuracy
KNN with Grid Search	0.9952	0.0095	0.9857	0.0286
Randomized Search	0.9929	0.0143	0.9857	0.0286
PSO for Feature Selection	0.9952	0.0095	0.9724	0.0339
GA with Evolved Parameters	0.9954	0.0065	0.9861	0.0196

The cross-validation results presented in Table 1 reflect the performance of the optimization techniques in improving classification performance. Each method demonstrated a high mean AUC score, indicative of strong predictive capabilities over various subsets of the data. The low standard deviations associated with these scores reinforce the consistency and reliability of the methods.

Furthermore, the high mean accuracy rates are indicative of the effectiveness of these intelligent optimization strategies in the classification of leukemia subtypes. The Grid Search optimization technique, for instance, yielded the best parameters with determined parameters [metric= manhattan, neighbors= 1, weights= uniform] for the k-NN classifier, ascertained through a 5-fold cross-validation process.

Randomized Search identified the most effective within the stochastic parameter space. On the other hand, PSO was employed for its prowess in feature selection, identifying a subset of 11 genes as significant discriminators out of the total set. Finally, the GA optimized both the feature space and the model parameters over 20 generations with the highest mean AUC.

The cross-validation results underscore the efficacy of each optimization technique in refining the predictive model. The near-perfect mean classification accuracies, coupled with high mean AUC scores and low standard deviations, substantiate the potential of these intelligent optimization techniques in the precise classification of complex biomedical datasets, such as those involved in leukemia subtype classification.

3.3. Learning Curve

The graph displays the learning curves of a machine learning model, illustrating how both training and cross-validation scores evolve with increasing size of the training set. At small data set sizes, there is a significant gap between training and validation accuracy, which may indicate potential overfitting. However, as the size of the data set increases, the validation accuracy

improves and begins to converge with the training accuracy, indicating an enhancement in the model's generalization capability with more data. The consistency of the validation scores, when demonstrated with a narrow shaded confidence interval, further reinforces the stability of the model across different validation subsets. The near convergence of the two curves at a training size of 50 suggests a balance between bias and variance, and implies that additional data may continue to provide a benefit to the model's performance.

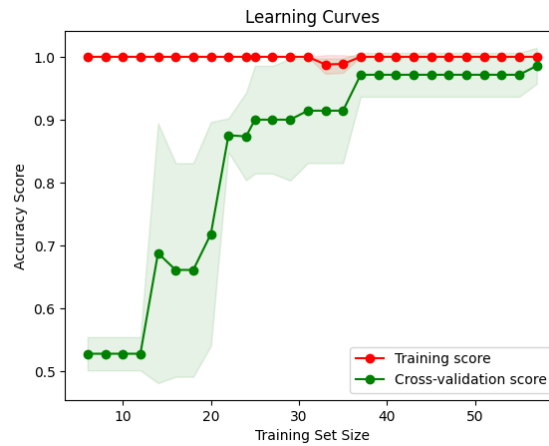


Figure 1. Randomized Search Learning Curve

In the Figure 1, the randomized search learning curve exhibits a pattern typical for models in the learning process. The training score starts very high, indicating potential overfitting with small data. As the training set size increases, the training score decreases while the cross-validation score increases, narrowing the gap between the two. This suggests that the model is generalizing better with more data. However, around a training set size of 40, both scores plateau, indicating that adding more data might not provide significant performance improvement.

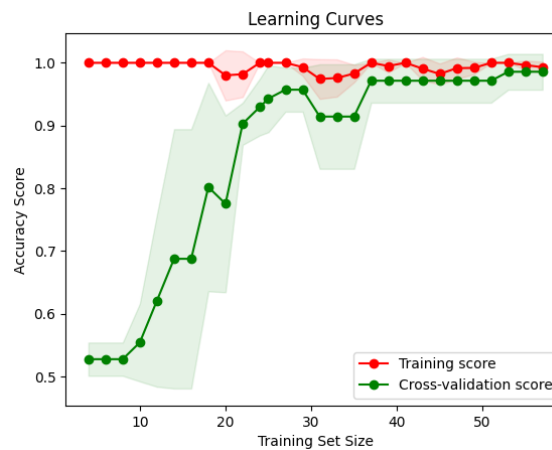


Figure 2. Grid Search Learning Curve

The Figure 2 is more stable than the Figure 1. The training score starts high and drops slightly as the dataset size increases, while the cross-validation score rises steadily. The gap between training and cross-validation score is relatively narrow, suggesting a good balance between bias

and variance. The model seems to benefit from additional data but shows signs of plateauing, indicating that further data might offer diminishing returns.

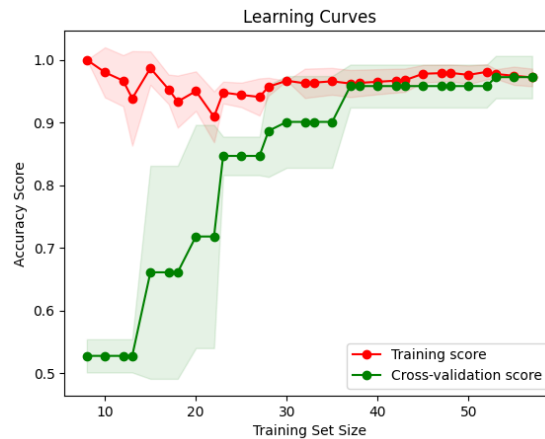


Figure 3. Particle Swarm Optimization Learning Curve

Figure 3 shows an interesting pattern. The training score experiences a sharp decline around a training set size of 20 but then stabilizes, while the cross-validation score sees a significant increase and then plateaus. The gap between the two scores narrows and remains consistent after a training set size of 30, which might imply that the model has reached an optimal state of generalization. Particle Swarm Optimization seems to have quickly found a suitable model configuration.

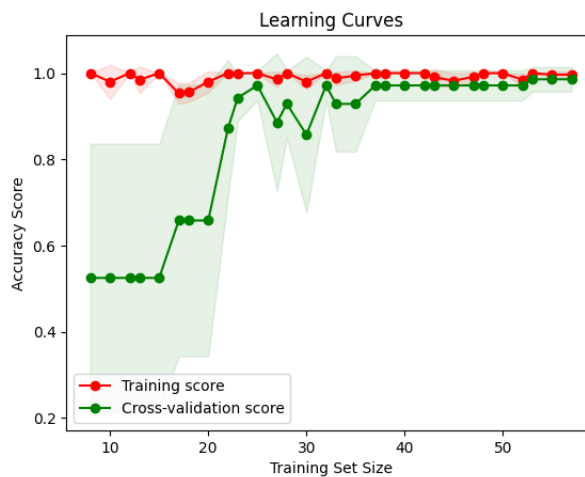


Figure 4. Genetic Algorithm Learning Curve

The genetic algorithm curve starts with a significant difference between the training and cross-validation scores in the Figure 4. As the training set size grows, both scores converge towards each other. The model seems to benefit significantly from more data, with a steady increase in cross-validation scores. However, after a dataset size of around 40, the cross-validation score slightly diverges from the training score, suggesting the onset of overfitting or the algorithm's struggle to further optimize.

4. CONCLUSION

This study has explored the enhancement of the k-nearest neighbors (k-NN) classification algorithm for leukemia subtype clustering through the application of intelligent optimization techniques. The application of GridSearch, Randomized Search, Particle Swarm Optimization (PSO), and Genetic Algorithm (GA) has facilitated the tuning of the k-NN classifier's parameters, culminating in marked improvements in classification accuracy.

Our results have demonstrated that each optimization technique has its merits. GridSearch and Randomized Search delivered high-performance models, as evidenced by their near-perfect accuracy and AUC scores, with GridSearch achieving a mean AUC of 0.9952 and Randomized Search a close 0.9929. These methods have proven their efficacy in systematically searching through the parameter space to yield reliable and high-quality classifiers.

PSO emerged as a powerful method for feature selection, zeroing in on 11 out of 40 genes that held the most discriminative power, resulting in a mean AUC of 0.9952. This ability to distill the most relevant features is particularly advantageous in high-dimensional data scenarios common in genomic datasets.

The Genetic Algorithm, with its evolutionary approach to both feature and model parameter optimization, demonstrated exceptional performance, with a mean AUC of 0.9954 and a mean accuracy of 0.9861. The GA method excelled in navigating the complex landscape of potential solutions to arrive at an optimal configuration, underscoring its adaptability and robustness.

Among these methods, the Genetic Algorithm stands out for its holistic approach to the optimization problem. By evolving the feature set alongside the model parameters, GA provides a comprehensive solution that is both adaptable and effective. It is this model that we propose as the most promising for clinical application, given its superior balance of accuracy and feature selection, which could lead to more interpretable and clinically actionable models.

In conclusion, the intelligent optimization techniques showcased in this study offer a significant leap forward in the accuracy of predictive models for medical diagnostics. The success of these methods in optimizing the k-NN algorithm reinforces the potential for their application across various domains in health informatics. Looking ahead, the integration of these optimization strategies with other complex models, and their application to a diverse array of biomedical challenges, will be a promising avenue for research, with the potential to revolutionize precision medicine.

REFERENCES

- [1] Deekshatulu, B. L., & Chandra, P. (2013). Classification of heart disease using k-nearest neighbor and genetic algorithm. *Procedia technology*, 10, 85-94.
- [2] Agustian, F., & Lubis, M. D. I. (2020). Particle swarm optimization feature selection for breast cancer prediction. In *2020 8th International Conference on Cyber and IT Service Management (CITSM)* (pp. 1-6). IEEE.
- [3] Takci, H. (2022). Performance-enhanced KNN algorithm-based heart disease prediction with the help of optimum parameters. *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 38(1).
- [4] D. Ö. Şahin, O. E. Kural, S. Akleyek and E. Kiliç, "New results on permission based static analysis for Android malware," 2018 6th International Symposium on Digital Forensic and Security (ISDFS), Antalya, Turkey, 2018, pp. 1-4, doi: 10.1109/ISDFS.2018.8355377.
- [5] Yucel, M., Aslan, Z., & Burunkaya, M. (2020). Classification of the temperature-dependent gain of an erbium-doped fiber amplifier by using data mining methods. *Optik*, 208, 164515.
- [6] Zhou, Y. (2006). Study on genetic algorithm improvement and application (Doctoral dissertation, Worcester Polytechnic Institute).
- [7] Kumar, M., Husain, D. M., Upreti, N., & Gupta, D. (2010). Genetic algorithm: Review and application. Available at SSRN 3529843.
- [8] Kennedy, J., & Eberhart, R. (1995, November). Particle swarm optimization. In *Proceedings of ICNN'95-international conference on neural networks* (Vol. 4, pp. 1942-1948). IEEE.
- [9] Vasuki, A. (2020). *Nature-inspired optimization algorithms*. CRC Press.
- [10] Golub, T. R., Slonim, D. K., Tamayo, P., Huard, C., Gaasenbeek, M., Mesirov, J. P., ... & Lander, E. S. (1999). Molecular classification of cancer: class discovery and class prediction by gene expression monitoring. *science*, 286(5439), 531-537.

ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNİN ENERJİ TASARRUFUYLA İLGİLİ İNTERNET KULLANIM ALIŞKANLIKLARI VE DİJİTAL AYAK İZİ FARKINDALIKLARI: NİTEL BİR ÇALIŞMA

Dr. Öğr. Üyesi Gamze YAKUT

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, -0000-0002-8614-304X

Dr. Öğr. Üyesi Hilal YAKUT İPEKOĞLU

Süleyman Demirel Üniversitesi, -0000-0002-2273-1379

ÖZET

Covid-19 salgını ile birlikte artan internet kullanımı, sanal ortamlarda geçirilen vakitte büyük bir artışa neden olmuştur. Bu durum, dijital karbon ayak izinin artışına neden olduğu gibi, bu yönde alınacak önlemler için de bir farkındalık oluşmasının yolunu açmıştır. Dijital ortamda yaptığımız her eylem, karbon emisyonunun artışı ile sonuçlanmaktadır. Dijital karbon ayak izi olarak tanımlanan bu faaliyetler, her gün yaptığımız özel elektronik posta yazışmaları, aramalar, fotoğraf yükleme, gönderi beğenme, gezinme, bildirim alma gibi tüm sosyal medya paylaşımlarını, bulut depolama, çevrimiçi alışveriş kayıtları ve video görüntülemelerini içermektedir. Bu faaliyetlerin her biri değişen oranlarda karbon salınımına neden olmaktadır. Bunun yanı sıra bu çevrim içi eylemlerin, bilgi merkezlerinde kapladığı yerdeki artışla birlikte enerji tüketiminin arttığı, dolaylı olarak da bu merkezlerin bulunduğu bölgelerde iklim değişikliklerine yol açtığı bilinmektedir. Yakın geçmişte büyük internet şirketlerinin temiz enerji söylemlerinin arttığı, dijital ayak izini azaltmaya yönelik çalışmalar yaptıkları görülmektedir. Kurumsal önlemlerin yanı sıra bireysel olarak hepimizin yapabileceği basit birtakım değişiklikler söz konusudur. Kullanım alışkanlıklarının farkına varma ve karbon ayak izini azaltmaya yönelik davranışlar geliştirme yönünde atılacak ufak adımlar, toplamda büyük bir etkiye yol açacaktır. Bu noktadan hareketle, bu çalışmada üniversite öğrencilerinin internet kullanım alışkanlıklarının ve dijital karbon ayak izine dair farkındalıklarının belirlenmesi amaçlanmaktadır. Bu bağlamda, 31 öğrenci ile mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Elde edilen veriler nitel araştırma yöntemleri ile değerlendirilmiştir. Bu çalışma, öğrencilerin yapabilecekleri ufak değişikliklerin yaratacağı büyük etkiler hakkında bilgi sahibi olmak isteyeceklerini öngörmektedir. Geleceğin karar vericisi gençlerin edindikleri bu bilgiyi kullanma potansiyeli çalışmayı bizce önemli hale getirmektedir.

Anahtar Kelimeler: karbon ayak izi, karbon emisyonu, iklim değişikliği, küresel ısınma.

THE ENERGY CONSUMPTION RELATED TO INTERNET USAGE AND AWARENESS OF DIGITAL FOOTPRINT OF UNIVERSITY STUDENTS: A QUALITATIVE RESEARCH

ABSTRACT

The time spent in the virtual environment has increased during the Covid-19 process. This situation has led to both an increase in the digital carbon footprint and an awareness for

measures to be taken in this direction. Every action we take in the digital environment results in an increase in carbon emissions. These activities, which are defined as digital carbon footprint, include all social media sharing such as private e-mail correspondence, calls, photo uploading, post liking, browsing, receiving notifications, cloud storage, online shopping records and video viewing. Each of these activities causes carbon emissions at varying rates. The rise in online activities brings about the increase the area occupied by information centers and an increase in energy loads. The rise in online activities brings about the increase the area occupied by information centers and in energy loads of its. In this case, it is known that these centers cause climate changes in the regions where they are located. In the recent past, it is seen that the clean energy discourses of large internet companies have increased and they have been working to reduce their digital footprint. There are some simple changes that we can all make individually as well as institutional measures. Small steps towards becoming aware of usage habits and developing behaviors to reduce carbon footprint will have a huge impact overall. From this point of view, this study aims to determine their internet usage habits and awareness of digital carbon footprint of university students. In this context, interviews consisting of open-ended questions were conducted with 31 students. The data were evaluated with qualitative research methods. This study is important, because it helps the youth discover their potential about creating clean energy future.

Keywords: carbon footprint, carbon emission, climate change, global warming.

GİRİŞ

İnternet teknolojisinin gelişmesi ve kullanılmaya başlanması dünya üzerinde büyük değişimlere yol açmıştır. İnternet ile hayatımıza giren bulut bilişim teknolojisinin gelişmesi sayesinde ise, büyük verilerin internet üzerinde depolanabilirliği ve bu verilerin erişilebilirliği olanaklı hale gelmiştir (Endüstri 4.0; Şen, 2019). Teknolojinin herkese ulaşması için oluşturulan bilişim alt yapıları, iletişim teknolojileri ile kullanıcılar için saklanan veriler, veri merkezlerinin oluşmasını sağlamıştır (Yüzgeç ve Günel, 2015). Bireysel anlamda kullandığımız sosyal medya, video akışı, bankacılık işlemleri, bulut teknolojileri, telekomünikasyon teknolojileri, büyük veri, Bitcoin, yapay zekâ ve iş süreçlerinin ve üretim akışlarının dijitalleştirilmesi gibi durumlar, veri merkezlerinde giderek daha fazla verinin depolanmasına ve işlenmesine yol açmaktadır (Hintermann ve Hinterholzer, 2019; Şen, 2019). Berkeley Laboratuvarı'nın (Lawrence Berkeley National Laboratory) yaptığı araştırmaya göre ABD'deki veri merkezleri tüm ülkedeki elektrik tüketiminin yaklaşık yüzde 4'ünden sorumlu durumdadır. Emerson tarafından yapılan araştırmaya göre ise sosyal medya ve bulut teknolojilerinde gerçekleşen ilerleme ile birlikte 2025 yılında güç yoğunluğunun raf (rack) başına 52 Kw'ye ulaşacağı tahmin edilmektedir (Enerji Portalı, 2019; Siddik vd., 2021). Geleneksel veri merkezlerinin zemin alanı başına güç yoğunluğunun, tipik ticari binalarinkinden neredeyse 15-100 kat daha büyük olduğunu bulmuştur (Shehabi, 2016).

Dünya üzerinde enerji tüketim oranları bakımından oldukça hızlı bir şekilde artış gösteren veri merkezlerindeki problemler sebebiyle, buralarda kullanılan temel ekipmanların verimlilikleri üzerine birçok akademik, gerçek vaka çalışmaları yapılmaktadır. Yapılan çalışmaların hemen hepsi, veri merkezlerinde kullanılan ekipmanların elektrik tüketimlerine ve verimliliklerine odaklanmaktadır (Şen, 2019). Veri merkezlerinin kullanımının azaltılamayacağı gerçeğini

düşündüğümüzde bu merkezlerin iyileştirilmesi adına birçok çalışma gerçekleşmiş ve gerçekleşmektedir. Bu çalışmaların çok büyük çoğunluğu elektrik tüketimi, su tüketimi, karbon emisyonu, coğrafi bölge gibi konular üzerinedir. Bu çalışmalar, mevcut veri merkezini incelemek, yeni bir yeşil veri merkezi kurarken veri merkezi enerji tüketimini azaltmak, karbon sınırlaması altında enerji depolama ile dağıtılmış yeşil veri merkezlerinin işletme maliyetini en aza indirme, yenilenebilir enerji (rüzgar, hidrojen, güneş vb.) kaynaklı veya bileşik sistemler ile yeşil veri merkezinin modellenmesi ve kontrolü, enerji tüketiminin optimizasyonu, veri merkezinde performansı artırmak için yeni veya mevcut iş yükleri için algoritmaların geliştirilmesi ve etkili kaynak sağlama, iklimlendirme sistemlerinin geliştirilmesi ve iyileştirilmesi, depolama alanı optimizasyonunu konu edinmektedir (Zhou, 2021; He ve Shen, 2021; Lazaar vd., 2021; Zhou, Lou ve Jiang, 2019; Anusoova ve Kumar, 2022; Bird vd., 2014; Liu vd., 2016; Emran, Abdullaj ve Isa, 2013) Yakın tarihli çalışmaların ortak özelliklerinin kurulu sistemler ve iyileştirme üzerine olduğu görülmektedir.

Bu çalışmaların yanı sıra, öğrencilerin dijital farkındalık ve internet kullanımını belirlemek, dijital çağda doğup büyüyen gençlerin mobil cihazlarını nasıl kullandıklarının ve güvenlik farkındalık düzeylerinin araştırılması, dijital bağımlılıkla mücadele etmek için telefon kullanımını izleme ve kontrol etme, sosyal medya farkındalığı ve kullanımı, çevresel sürdürülebilirlik için sosyal medya kullanımı gibi araştırmalar da gerçekleştirilmektedir (Verma, Jha ve Mitra, 2016; Gkioulos, 2017; Potapova, Çetinkaya ve Liebchen, 2020; Sapsağlam, 2018). Öğrenciler sosyal medyayı ve dijital platformları yoğun şekilde kullanmaktadır. Yapılan çalışmalar bize, bu ortamlarda öğrencilerin çevresel sürdürülebilirlik farkındalıklarının geliştirilebileceğini göstermektedir.

DİJİTAL AYAK İZİ

Dijital ayak izi, interneti kullanırken oluşturduğunuz verinin izidir. Ziyaret edilen web siteleri, gönderilen e-postalar ve çevrimiçi hizmetlere gönderilen bilgiler bu veriyi oluşturur. Dijital ayak izi; pasif ve aktif ayak izi olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. “Pasif dijital ayak izi”, istemeden çevrimiçi olarak bırakılan veri izidir: internete her girişte otomatik kaydedilen arama geçmişi gibi. “Aktif dijital ayak izi” ise, kasıtlı olarak çevrimiçi gönderilen verileri (fotoğraf, video, mail vb.) içermektedir. Bitcoin alımı, ziyaret edilen web siteleri, online TV (Netflix, Disney+ vb.) gibi ortamlarda dizi izleme, sosyal medyada yapılan beğeni, WhatsApp’tan yapılan paylaşım (haber, komik video vb.) gibi yapılan her aktivitenin bir dijital karbon ayak izi bulunmaktadır (LFCA Türkiye, 2021).

Dijital karbon ayak izi ile ilgili yapılan araştırmalarda, teknoloji endüstrisinin neden olduğu karbon emisyon etkisi ve oranları, karbon emisyonları ve dijitalleşme arasındaki ilişki, soruna çözüm yolları ve küresel dijital karbon ayak izinin genel analizi, internetin karbon emisyonları, bu konularda neler yapılabileceği ve çözüm önerileri gibi başlıklara odaklanılmaktadır (Amazon Sustainability; Google; Baliga vd., 2009; Bordage, 2019; Ericsson, 2020; Güğül ve Kılınç, 2022; Kumaş vd., 2019; Sharma ve Dash, 2022).

Literatür çalışmalarına bakıldığında dijital karbon ayak izinin azaltılmasına yönelik nihai kullanıcıların dikkat edebilecekleri hususlardan bahsedildiği ancak bu konuda farkındalık oluşturma üzerine herhangi bir çalışma bulunmadığı gözlemlenmektedir.

Yaptığımız bu çalışma ile dijital çağda doğup büyüyen gençlerin internet ve sosyal medya kullanımlarının dijital karbon ayak izi bırakma noktasında farkındalıklarını ölçmek amaçlanmaktadır. Bu çalışma bir ön değerlendirme araştırmasıdır. İnternet kullanımının çevreye olan etkileri konusundaki farkındalığı artırmaya yönelik neler yapılabileceğini görmenin ilk basamağı olarak değerlendirilebilir. Mevcut durumun tespitinin, nereden başlanabileceği konusunda yönlendirici olacağı kanaatindeyiz.

YÖNTEM

Öğrencilerin internet kullanım alışkanlıkları ve dijital karbon ayak izi konusundaki farkındalıklarını belirleyebilmek amacıyla yapılan araştırmamız için Etik Kurul Raporu Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi'nden (03.06.2021/E.20122) alındı. Çalışma için seçenekli (evet/hayır) ve açık uçlu sorular oluşturuldu. İnternet kullanım alışkanlıklarının belirlenebilmesi için katılımcılara günde ortalama kaç saat çevrimiçi oldukları soruldu. Ardından sıklıkla girdikleri uygulamalar, elektronik posta kullanım alışkanlıkları (kaç elektronik posta hesapları olduğu, elektronik postalarını silme sıklıkları gibi), sosyal medya hesaplarına resim, video yükleme, canlı yayın açma sıklıkları, sanal oyun oynama ve veri tasarrufu davranışları soruldu. Dijital karbon ayak izi konusundaki bilgileri, eğer bilgileri varsa nereden öğrendikleri ve bu konu hakkında bir şeyler öğrenmek ve uygulamak konusundaki eğilimleri soruldu. Rastgele 31 (N=31) öğrenciyle yüz yüze görüşmeler yapıldı, yanıtlar araştırmacılar tarafından kaydedildi. Elde edilen veriler betimsel olarak değerlendirildi ve katılımcıların dijital karbon ayak izi konusundaki bilgileri ve düşünceleri değerlendirildi.

BULGULAR

Katılımcıların günlük internet kullanım süresini ortalama 3-5 saatle sosyal medya kaplamaktadır. Öğrencilerin alışkanlıklarını tanımlarken “canım sıkıldıkça”, “sürekli elimin altında” gibi ifadeleri bu ortalamayı açıklar niteliktedir. Öğrenciler en çok WhatsApp (n=29), Instagram (n=29), Youtube (n=29) uygulamalarını, daha nadir olarak da Facebook (n=12), Twitch (n=1), Twitter (n=2), Snapchat (n=3) uygulamalarını kullanmaktadır. Öğrenciler, aktif olarak kullanmasalar da çok sayıda elektronik posta hesapları olduğundan bahsetmişlerdir. Dört öğrencinin 10'dan fazla elektronik posta hesabı vardır. 11 öğrenci genellikle birini kurumsal işler diğerini ise alışveriş gibi diğer işlerde kullanmak üzere 2 elektronik posta hesapları olduğunu belirtmiştir. Özellikle oyun oynama alışkanlığı olan katılımcıların daha çok hesap açtıkları görülmektedir. Genel tutum, elektronik postaların düzenli kontrol edilmemesi yönündedir. 12 öğrenci posta kutusunu düzenli olarak temizlediğini, 18'i ise temizlemediğini ifade etmiştir. Karbon salınımının önemli ayaklarından olan resim, video yükleme ve canlı yayın açma alışkanlıklarına baktığımızda çoğunluğun canlı yayın açmadığı (n=30), yine çoğunluğun video yüklemeyi (n=23) ve yaklaşık yarısının da (n=13) resim yüklemeyi tercih etmediği görülmüştür. Oyun oynama alışkanlıklarına baktığımızda ise 8 öğrenci oyun oynamadığını, 12'si günlük, 7'si haftada bir, 5'i ayda bir oyun oynadığını ifade etmiştir.

Dijital karbon ayak izi konusundaki herhangi bir bilgiye sahip olup olmadıkları sorusuna öğrencilerin 21'i bilgileri olmadığını belirtirken, 10'u bilgi sahibi olduğunu söylemiştir. Ancak ne bildikleri sorulduğunda “duydum, Google'la ilgili”, sosyal aktiviteyi azaltıyor, radyasyonla ilgili diye duydum”, “radyasyon yaydığını duydum”, “duydum ama detay bilmiyorum”, “isim olarak duydum ama bilgim yok”, “evet ama pek ilgilenmedim”, “karbon ayak izini duydum

dijitali bilmiyorum” gibi ifadelerin çoğunlukta olduğu görülmüştür. Sadece iki öğrencinin “doğaya verilen zarar, küresel ısınma gibi ama araştırmadım” ve “evet Tübitak bilim teknik eklerinden öğrendim” ifadeleri ile konuya biraz daha vakıf oldukları tespit edilmiştir.

Veri tasarrufu seçeneklerini değerlendirip değerlendirmedikleri konusunda ise öğrencilerin genel eğiliminin internet kotalarını ve şarjlarını bitirmemek yönünde olduğu görülmektedir. “Sadece mobil veride dikkat ederim”, “dikkat ediyorum, telefonum uzun ömürlü olsun diye”, “wifi varsa sorun yok, internete göre”, “şarjım internetim bitmesin diye” gibi ifadeleri daha çok maddi gerekçelerle veri tasarrufuna dikkat ettiklerini göstermektedir.

Katılımcılara yöneltilen son soru dijital karbon ayak izi konusunda bilgi edinmek isteyip istemeyecekleri ve bilgi sahibi olduktan sonra karbon ayak izlerini düşürmeye yönelik öğrenecekleri bilgileri kullanmak isteyip istemeyecekleriydi. 18 öğrenci bilgi sahibi olmak isteyeceklerini ve öğrendiklerini uygulayabileceklerini belirtmiştir. 6 öğrenci doğrudan hayır derken, 6’sı zamanını almazsa ya da kendi dikkatinin büyük bir fark yaratacağından emin olursa bu bilgileri uygulayabileceğini belirtmiştir: “vaktimi almazsa uğraşırım”, “boş vaktim olursa isterim”, az etki edecekse uğraşmam, çok etkisi varsa uygulamam”, “isterim ama uğraşmam” gibi.

DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Çalışmaya katılan öğrencilerin zamanlarının çoğunu sosyal medyada geçirdikleri görülmektedir. Telefonlarının hep ellerinin altında olduğu ve sıklıkla sosyal medya bildirimlerini takip ettikleri halihazırda gözlenmektedir. Görüşülen katılımcılar resim, video, canlı yayın gibi paylaşımları nadiren yaptıklarını belirtmiştir. Çok sayıda elektronik posta hesapları vardır ve bu hesaplardaki hareketlilik düzenli kontrol edilmemektedir. Öğrencilerin çoğunluğunun bilgisayar oyunlarına aktif olarak katıldıkları görülmektedir.

Temel ihtiyaçlar dışında boş zamanlarının çoğunluğunu internet ortamında harcayan gençlerin yapacakları ufak değişikliklerle temiz bir geleceğe nasıl katkı sağlayacaklarını bilmeleri çevre duyarlılığına olan ilgi ve farkındalıklarını da artıracaktır. Bulgulardan da anlaşılacağı üzere pratik düzenlemelerin gençler tarafından kabul göreceği ve uygulanacağı öngörülmektedir. Elbette gençlerin yapacağı düzenlemelerin çevremize olumlu etkisi, küresel şirketlerin yapacağı uygulamaların etkisi kadar olmayacaktır. Ancak geleceğin karar vericileri olacak olan gençlerin bu ufak adımları, çevreleri ve gelecekleri için sorumluluk almaları yönünde önemli bir başlangıç adımı olacaktır.

KAYNAKLAR

Amazon Sustainability. *Our Carbon Footprint*
<https://sustainability.aboutamazon.com/environment/carbon-footprint> (Erişim Tarihi: 20 Şubat 2023).

Anusooya, G., Kumar, R., Improved water shower model for greener data centers. *Materials Today: Proceedings*. 62 (77): 4677-4684, 2022.

Baliga, J., Hinton, K., Ayre, R., Tucker, R.S., Carbon footprint of the internet. *Telecommunications Journal of Australia*. 49 (81): 1-14, 2009.
<https://doi.org/10.2104/tja09005>

Bird, S., Achuthan, A., Maatallah, O. A., et al., Distributed (green) data centers: a new concept for energy, computing, and telecommunications. *Energy for Sustainable Development*. 19: 83-91, 2014.

Bordage, F. *The Environmental Footprint Of The Digital World*. https://www.greenit.fr/wp-content/uploads/2019/11/GREENIT_EENM_summary_EN.pdf, 2019.

Emran, N. A., Abdullah, N., Isa, M.N.M., Storage space optimisation for green data center. *Procedia Engineering*. 53: 483-490, 2013.

Endüstri 4.0. Bulut Bilişim (Cloud Computing) Nedir? <https://www.endustri40.com/bulut-bilisim-cloud-computing-nedir/> (Erişim Tarihi: 22 Mart 2023)

Enerji Portalı, *Veri Merkezleri Enerji Tüketiminde Ön Plana Çıkıyor*. <https://www.enerjiportali.com/veri-merkezleri-enerji-tuketiminde-on-plana-cikiyor/> 2019, (Erişim Tarihi: 22 Mart 2023).

Ericsson. *A quick guide to your digital carbon footprint: Deconstructing Information and Communication Technology's carbon emission*. <https://www.ericsson.com/en/reports-and-papers/industrylab/reports/a-quick-guide-to-your-digital-carbon-footprint>, 2020, (Erişim Tarihi: 15 Mart 2023).

Gkioulos, V., Wangen, G., Katsikas, S. K., Kavallieratos, G., Kotzanikolaou, P., Security awareness of the digital natives. *Information*. 8(2), 42, 2017.

Google. Carbon Footprint: Measure, report and reduce your Cloud carbon emissions. <https://cloud.google.com/carbon-footprint>

Gügül, G.N., Kılınç, N., Uzaktan Eğitim ile Örgün Eğitimin Karbon Ayak İzine Etkilerinin Karşılaştırılması, *Çanakkale Onsekiz Mart University Journal of Advanced Research in Natural and Applied Sciences*, 8(1): 124-131, 2022.

He, H., Shen, H., Minimizing the operation cost of distributed green data centers with energy storage under carbon capping. *Journal of Computer and System Sciences*. 118: 28-52, 2021.

Hintemann, R., Hinterholzer, S., Energy Consumption of Data Centers Worldwide-How will the Internet become Green?. In *ICT4S*. http://ceur-ws.org/Vol-2382/ICT4S2019_paper_16.pdf 2019, June, (Erişim Tarihi: 20 Mart 2023).

Kumaş, K., Akyüz, A., Zaman, M., Güngör, A., Sürdürülebilir Bir Çevre İçin Karbon Ayak İzi Tespiti: MAKÜ Bucak Sağlık Yüksekokulu Örneği, *El-Cezerî Fen ve Mühendislik Dergisi*, 6 (1), 2019 (108-117).

Lazaar, N., Barakat, M., Hafiane, M., Sabor, J., Gualous, H., Modeling and control of a hydrogen-based green data center. *Electric Power Systems Research*, 199, 107374, 2021.

LFCA Türkiye (Leaders for Climate Action) Dijital Karbon Ayak İzi ve Azaltmak İçin Öneriler. https://lfca.earth/ALL_tr/NL-karbonayakizi/ 2021, (Erişim Tarihi: 25 Mart 2023).

Liu, Q., Ma, Y., Alhussein, M., Zhang, Y., Peng, L., Green data center with IoT sensing and cloud-assisted smart temperature control system. *Computer Networks*. 101: 104-112, 2016.

- Potapova, K., Cetinkaya, D., Liebchen, G., Monitoring and controlling phone usage to raise awareness and combat digital addiction. *In 2020 7th International Conference on Behavioural and Social Computing (BESC)* (pp. 1-4). IEEE, 2020, November.
- Sapsağlam, Ö., Social media awareness and usage in preschool children. *International Journal of Eurasia Social Sciences*. 9(31): 728-746, 2018.
- Sharma, P., Dash, B., The Digital Carbon Footprint: Threat to an Environmentally Sustainable Future. *International Journal of Computer Science and Information Technology*. 14 (3): 19-29, 2022. <https://doi.org/10.5121/ijcsit.2022.14302>
- Shehabi, A., Smith, S., Sartor, D., Brown, R., Herrlin, M., *United states data center energy usage report*. Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley, California. LBNL-1005775. <https://eta.lbl.gov/publications/united-states-data-center-energy> 2016.
- Siddik, A.B., Shehabi, A., Marston, L., The Environmental footprint of data centers in the United States. *Environmental Research Letters*. 16 (064017): 1-11, 2021.
- Şen, E., *Veri merkezlerinde enerji verimliliğini artırıcı yöntemler*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi Enerji Enstitüsü, İstanbul, 2019.
- Verma, A., Jha, M., Mitra, M., Digital awareness and internet usage by school students. *Journal of Psychosocial Research*. 11(2): 259, 2016.
- Yüzgeç, U., Günel, A., *Üniversitelere Yönelik Bir Veri Merkezinin Enerji Planlaması*. Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi. 2(2): 17-24, 2015.
- Zhou, D., Role of green data center in human resources development model. *Sustainable Computing: Informatics and Systems*. 30, 100492: 1-7, 2021.
- Zhou, Q., Lou, J., Jiang, Y., Optimization of energy consumption of green data center in e-commerce. *Sustainable Computing: Informatics and Systems*. 23: 103-110, 2019.

GÜÇ SİSTEMLERİNDE YÜK TALEBİ İLE HARMONİK SEVİYESİ İLİŞKİSİNİN ANALİZİ

Doç. Dr. SERHAT BERAT EFE

Bandırma Onyediy Eylül Üniversitesi,
Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi,
Elektrik Mühendisliği Bölümü,
ORCID ID: 0000-0001-6076-4166

ÖZET

Tüketicilere sunulan elektrik enerjisinin her çalışma koşulunda belirli kalite şartlarını sağlaması gerekmektedir. Bu durum sisteme bağlı her güçteki teçhizatın verimli çalışması için vazgeçilmez bir unsurdur.

Elektrik enerji sistemlerinden beslenen yükler mikro düzeyden çok büyük güçlere varan seviyelerde çeşitlilik göstermektedir. Güç sisteminin geneli göz önünde bulundurulduğunda, büyük ölçekte şalt sahalarından küçük ölçekte ise transformatör postalarından beslenen bu yükler enerji talebi oluşturmaktadır.

Enerji talebi üretim tarafının yanı sıra yukarıda bahsedildiği üzere kalite tarafını da ilgilendiren bir husustur. Besleme noktalarından enerjilendirilen ve doğrusal olmayan karakterlere sahip olan yükler enerji kalitesi üzerinde bozucu etkilere neden olmakta, bu durumdan sisteme bağlı diğer alıcılar da etkilenebilmektedir.

Bu çalışmada, güç sisteminden talep edilen enerji miktarının artışı ile sistemdeki enerji kalitesi arasındaki ilişkinin analizi amaçlanmıştır. Bu kapsamda MATLAB/Simulink platformu altında bir güç sistemi tasarlanmış, kaynak tarafı sabit kalmak şartıyla yük tarafındaki değişikliklere bağlı olarak enerji kalitesi açısından analiz yapılmıştır. Elde edilen analiz sonuçlarının güç sistemi planlama profesyonellerine faydalı olacağı değerlendirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Elektrik güç sistemleri, enerji kalitesi, yük talebi.

1. GİRİŞ

Harmonikler, bir alternatif akım (AA) güç sisteminde bölgeye bağlı olarak 50 Hz veya 60 Hz olan temel frekansın tam sayı katları frekanslara sahip periyodik bir dalga biçiminin sinüzoidal bileşenleridir. Bu dalgaların sistemde mevcut olması, temel dalga şeklinin bozulmasına yol açarak enerji kalitesi problemlerine neden olur. Güç talebi ve güç sistemi harmonikleri, elektrik güç sistemleri bağlamında, özellikle de güç kalitesi ve sistem performansı açısından ilişkilidir. Harmonik analizi en genel haliyle hızlı Fourier Dönüşümü (HFD) ile yapılmaktadır. Harmonik bozulmanın büyüklüğü, toplam harmonik distorsiyon (THD) ile tanımlanır [1]–[3].

Güç talebi, güç sistemine bağlı çeşitli yükler tarafından ihtiyaç duyulan elektrik enerjisi miktarını ifade eder. Bu yükler güç sisteminden akım çektiklerinde, doğrusal olmayan özellikleri nedeniyle sisteme harmonikler ekleyebilirler. Bilgisayarlar, değişken hızlı sürücüler ve belirli aydınlatma türleri gibi doğrusal olmayan yükler, güç sistemlerinde yaygın harmonik kaynaklarıdır. Harmonik akımlar, özellikle yüksek harmonik içeriğine sahip yükler için temel akımdan önemli ölçüde daha yüksek olabilir. Bu artan akım talebi, sistemde daha yüksek bir görünür güç talebine yol açabilir ve bu da artan akımı idare etmek için daha büyük transformatörler ve iletkenler gerektirebilir [4]–[6].

Harmonikler, ayrıca akım dalga biçimini bozarak zayıf bir güç faktörüne yol açabilir. Zayıf bir güç faktörü daha yüksek görünür güç talebine yol açarak sistemdeki kayıpların artmasına neden olabilir ve potansiyel olarak şebekenin ek reaktif güç kompanzasyonu ihtiyacı doğurur.

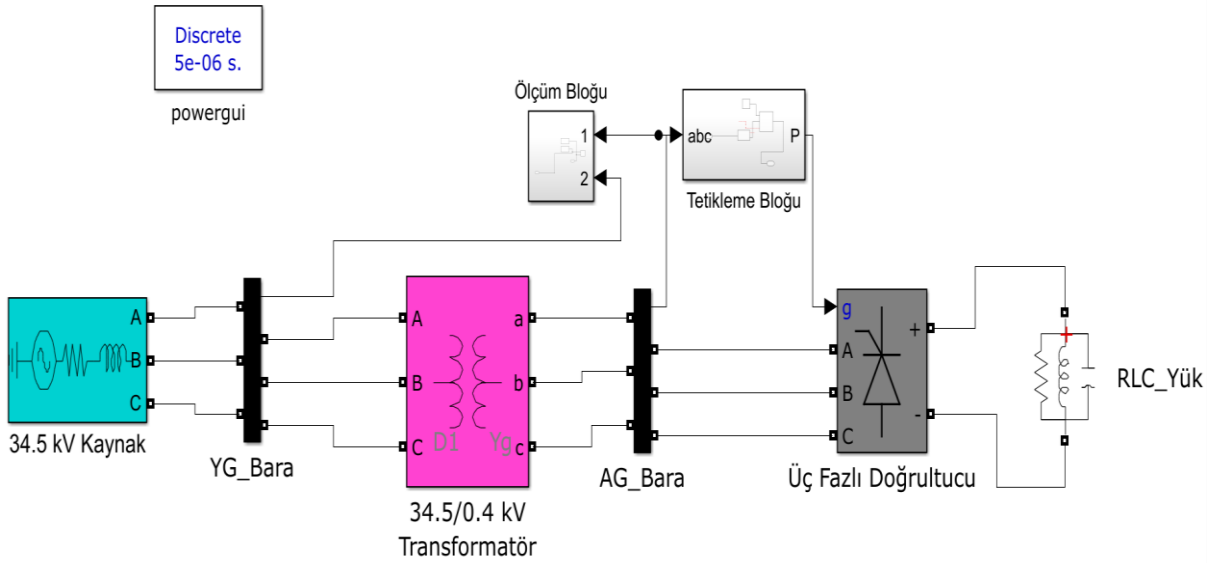
Akım dalga formundaki harmonikler, gerilim bozulmasına da yol açabilir. Bu bozulma hassas ekipmanların çalışmasını etkileyebilir ve potansiyel olarak endüstriyel süreçlerde arızalara veya verimliliğin azalmasına yol açarak sistemin güç talebini daha da etkileyebilir [7], [8].

Harmoniklerin güç sistemleri ve güç talebi üzerindeki etkisini azaltmak için çeşitli önlemler alınabilir. Harmonik akımları azaltmak için harmonik filtreler kurmak, güç faktörünü iyileştirmek için güç faktörü düzeltme kapasitörlerinin kullanılması, daha düşük harmonik emisyonlu ekipmanların seçilmesi ve tasarlanması, harmoniklerin etkisini değerlendirmek ve uygun düzeltici önlemleri almak için harmonik çalışmaları ve izleme yapmak bu önlemlere örnek olarak verilebilir [9]–[12].

Bu çalışmada güç talebi ile enerji kalitesi bozulması arasındaki ilişki araştırılmıştır. Bu kapsamda tasarlanan bir güç sisteminde yüke ait değerler sırasıyla değiştirilmiş, çalışmanın tam amacına ulaşması bakımından diğer tüm parametreler sabit tutularak harmonik analizi yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar ilk durumda tasarlanan devre ile karşılaştırılmış ve değerler üzerinden tartışılmıştır.

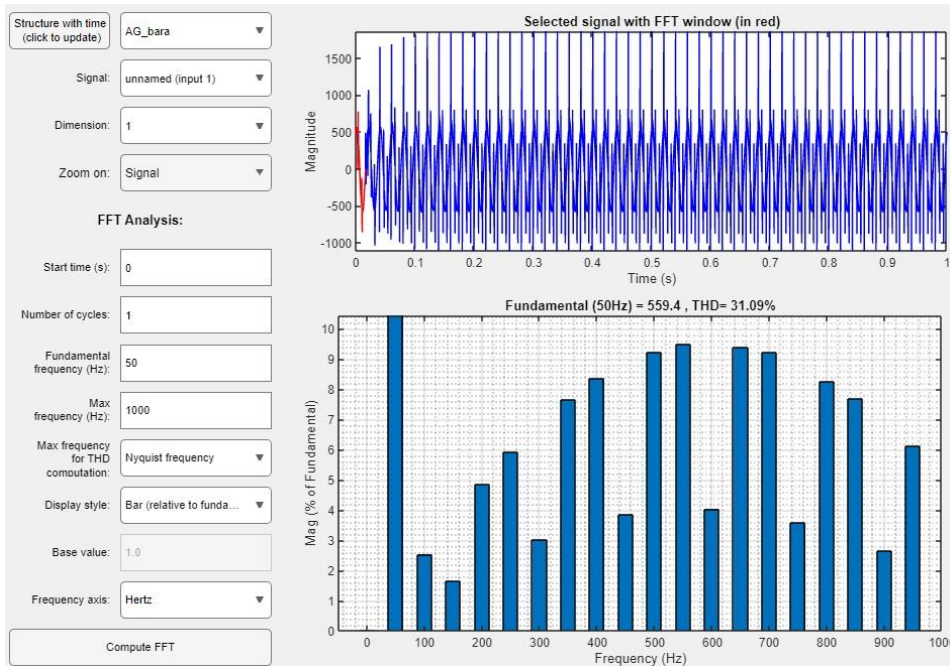
2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Çalışmanın amacı gereği MATLAB/Simulink platformu altında bir güç sistemi tasarlanmıştır. Bu sistem üzerinde araştırma konusu ile ilgili olarak üç farklı senaryo oluşturulmuştur. Her senaryoya ait HFD sonuçları verilmiş, sistemin diğer parametrelerinde herhangi bir değişiklik yapılmamış olup bu sayede doğrudan yük talebindeki değişimlerin enerji kalitesi üzerindeki etkilerinin gözlenmesine olanak sağlanmıştır. Tasarlanan güç sistemi Görsel 1’de verilmiştir. Sistem başlangıç yük değerleri aktif güç $P= 10$ kW, endüktif-reaktif güç $QL= 10$ kVAr ve kapasitif reaktif güç $QC= 10$ kVAr olarak belirlenmiştir.

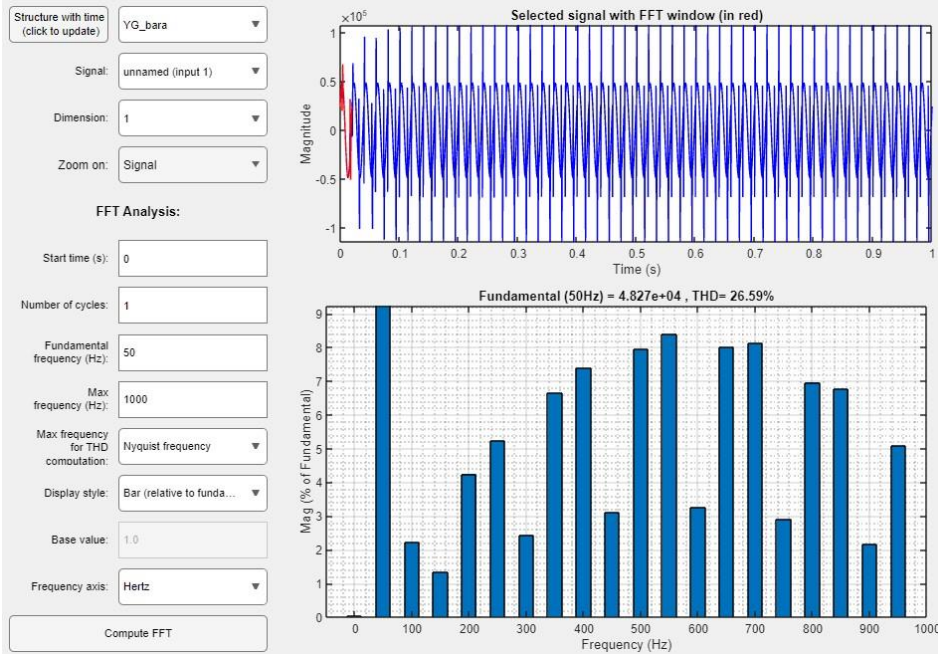


Görsel 1. Tasarlanan Sistem

Referans teşkil etmesi ve yük talebindeki değişimlerin enerji kalitesi üzerindeki etkilerinin daha detaylı anlaşılabilmesi bakımından tasarlanan sistemin belirtilen koşullarda HFD analizi yapılmıştır. Alçak gerilim barası (AG_Bara) ve yüksek gerilim barası (YG_Bara) üzerinden elde edilen dalga şekilleri ve THD değerleri sırasıyla Görsel 2 ve Görsel 3'te verilmiştir.



Görsel 2. Referans sistem için AG_Bara THD değeri

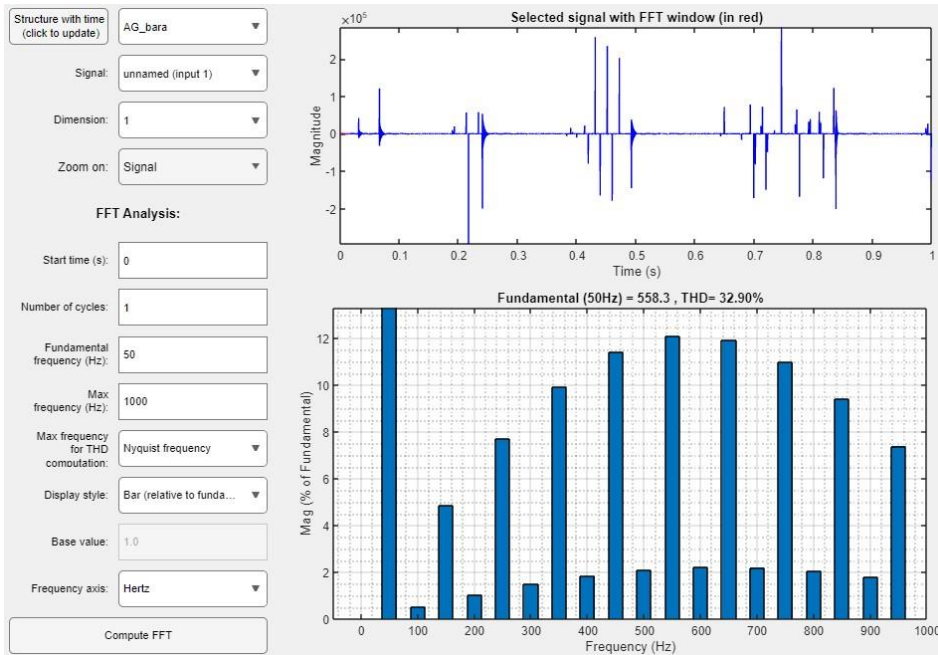


Görsel 3. Referans sistem için YG_Bara THD değeri

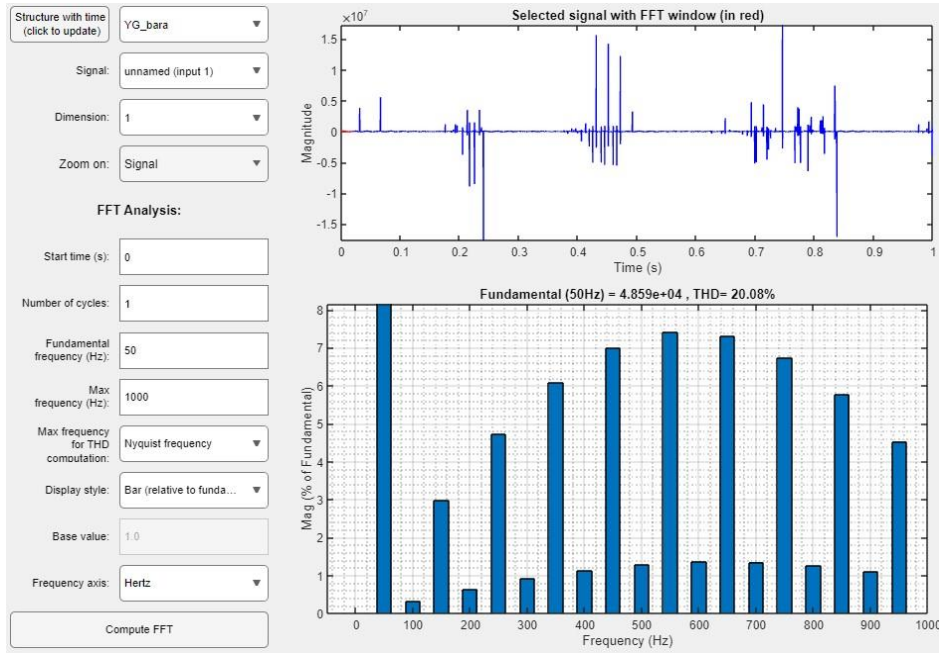
Grafikler incelendiğinde başlangıç koşulu olarak kabul edilen durumda AG barada %31.09, YG barada ise %26.59 değerinde THD oluştuğu görülmektedir.

2.1. Endüktif Özelliğe Artış

Bu senaryoda, yüke ait endüktif-reaktif güç değerinde artış yapılarak bu şekilde oluşacak bir değişikliğin enerji kalitesine etkisi incelenmiştir. Bu kapsamda aktif güç değeri $P= 10\text{kW}$, kapasitif-reaktif güç değeri $QC= 10\text{ kVAR}$ olarak belirlenmiş, endüktif-reaktif güç değeri ise $QL=100\text{ kVAR}$ olarak kabul edilmiştir. Benzetimin çalıştırılması sonucu AG_Bara ve YG_Bara üzerinden elde edilen THD değerleri sırasıyla Görsel 4 ve Görsel 5'te verilmiştir.



Görsel 4. Endüktif karakterli yük için AG_Bara THD değeri

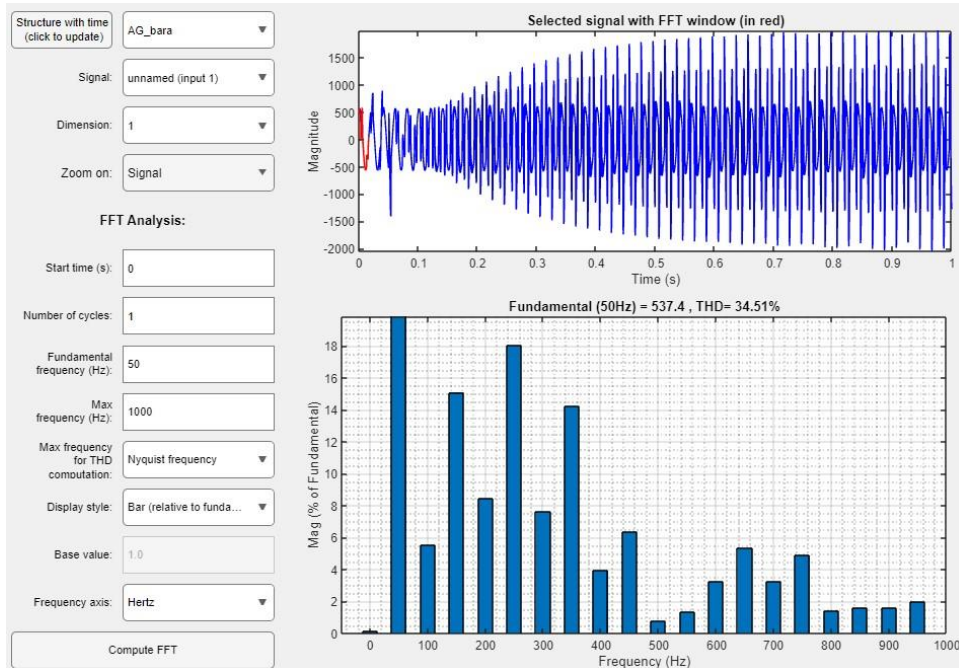


Görsel 5. Endüktif karakterli yük için YG_Bara THD değeri

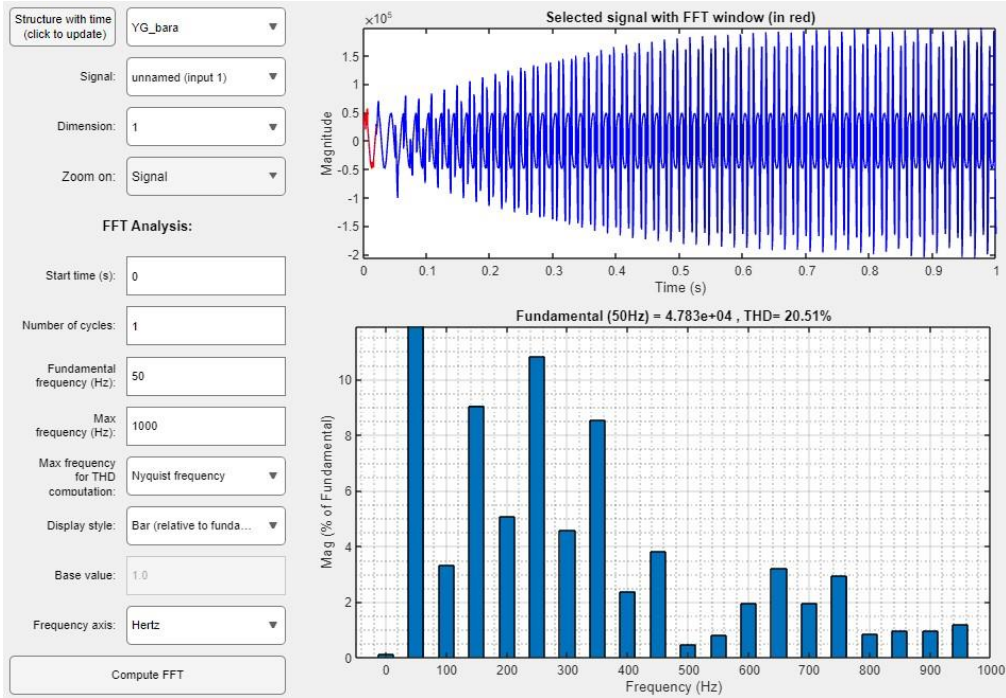
Görseller incelendiğinde AG ve YG baralar için sırasıyla %32.90 ve %20.08 THD olduğu tespit edilmektedir.

2.2. Kapasitif Özelliğe Artış

Bu senaryo, yükün kapasitif-reaktif gücünün artması durumunda enerji kalitesinin değişiminin incelenmesi üzerine oluşturulmuştur. Bu senaryoda aktif güç değeri $P=10\text{ kW}$, kapasitif-reaktif güç değeri $QC=100\text{ kVAr}$, endüktif-reaktif güç değeri ise $QL=10\text{ kVAr}$ olarak belirlenmiştir. AG_Bara ve YG_Bara üzerinden elde edilen THD değerleri sırasıyla Görsel 6 ve Görsel 7’de verilmiştir.



Görsel 6. Kapasitif karakterli yük için AG_Bara THD değeri

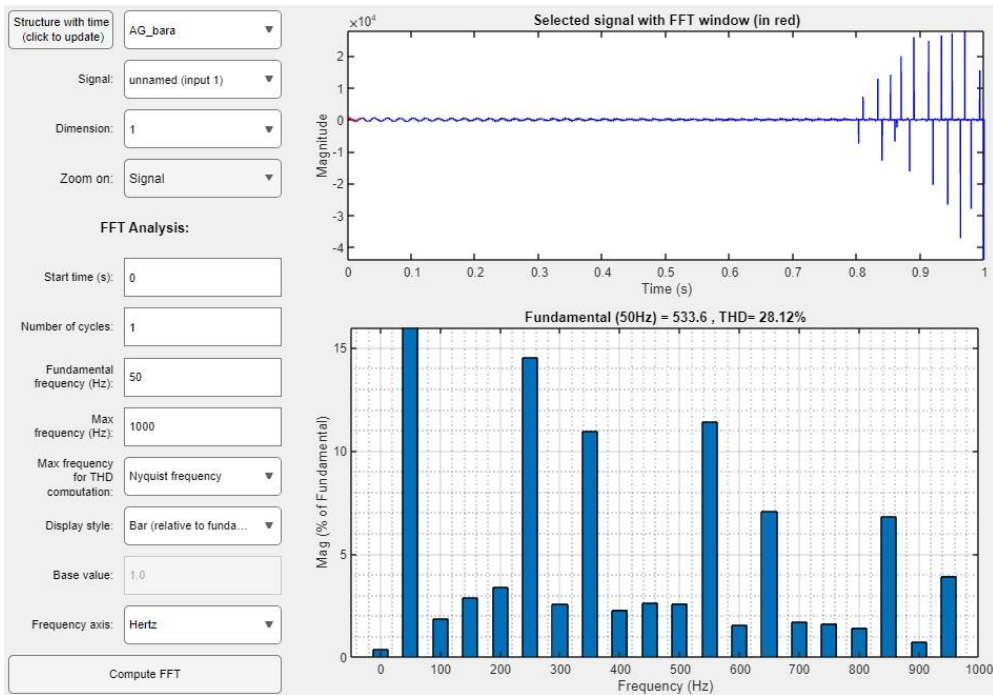


Görsel 7. Kapasitif karakterli yük için YG_Bara THD değeri

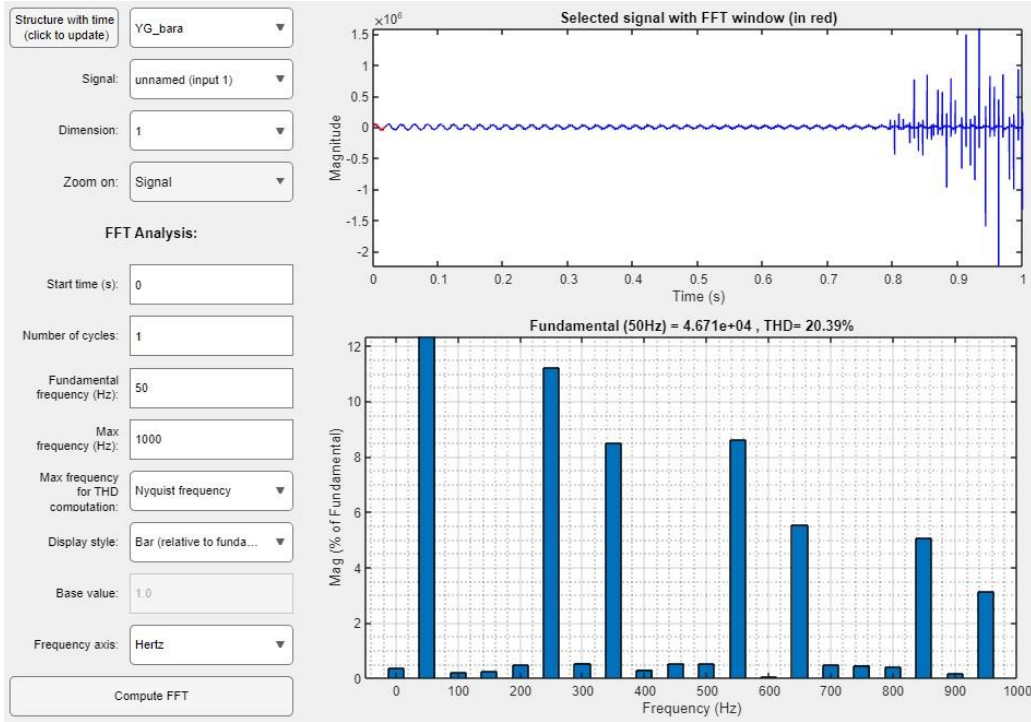
Bu senaryo için AG ve YG baralarda sırasıyla %34.51 ve %20.51 THD değerleri elde edilmiştir.

2.3. Rezistif Özellikte Artış

Bu işletme koşulunda, yüke ait aktif güç değerinde artış yapılarak kalite değişimleri gözlenmiştir. Bu senaryoya ait analiz sonuçları Görsel 8 ve Görsel 9’da verilmiştir.



Görsel 8. Rezistif karakterli yük için AG_Bara THD değeri



Görsel 9. Rezistif karakterli yük için YG_Bara THD değeri

Bu senaryo için ise AG ve YG baralarda sırasıyla %28.12 ve %20.39 THD değerleri gözlenmiştir.

Tüm senaryolara ait THD değerleri karşılaştırma yapılabilmesi açısından toplu halde Çizelge 1' de özetlenmiştir.

Çizelge 1. THD değerlerinin toplu gösterimi

Sistem Türü	P (kW)	QL (kVAr)	QC (kVAr)	THD_AG (%)	THD_YG (%)
Referans	10	10	10	31.09	26.59
Endüktif Karakterli	10	100	10	32.90	20.08
Kapasitif Karakterli	10	10	100	34.51	20.51
Rezistif Karakterli	100	10	10	28.12	20.39

3. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu çalışmada, güç talebi ve güç sistemi harmoniklerinin birbiriyle ilişkisi irdelenmiştir. Doğrusal olmayan yükler tarafından harmoniklerin eklenmesi sistemdeki akım ve gerilim dalga biçimlerini etkileyerek görünür güç talebinin artmasına, güç faktörünün azalmasına ve potansiyel operasyonel sorunlara yol açabilir. Harmoniklerin yönetilmesi, güç kalitesinin korunması ve elektrik sistemlerinin verimli çalışmasının sağlanması için önemlidir. Elde edilen

sonuçlar incelendiğinde yük talebi artışlarında, özellikle yük karakteri değişimlerinin enerji kalitesi üzerinde etkilerinin olduğu açıkça görülmektedir. Bu kapsamda, enerji kalitesi için bozulmaları önleyici çalışmalarda yük talebindeki ve yük karakterlerindeki değişimlerin göz önünde bulundurulması gerektiği açıkça görülmektedir. Yüksek güçlü teçhizatların kullanıldığı ve bununla doğru orantılı olarak yüksek maliyetlerle tasarımı yapılan filtreleme sistemlerinin tasarımında talep değişiklikleri bir faktör olarak hesaplamalara dahil edilmelidir.

KAYNAKÇA

- [1] F. Clement Veliz, S. L. Varricchio, and C. de Oliveira Costa, “Determination of harmonic contributions using active filter: Theoretical and experimental results,” *International Journal of Electrical Power and Energy Systems*, vol. 137, May 2022, doi: 10.1016/j.ijepes.2021.107664.
- [2] I. D. Melo, J. L. R. Pereira, A. M. Variz, and P. F. Ribeiro, “Allocation and sizing of single tuned passive filters in three-phase distribution systems for power quality improvement,” *Electric Power Systems Research*, vol. 180, Mar. 2020, doi: 10.1016/j.epsr.2019.106128.
- [3] M. Mishra, “Power quality disturbance detection and classification using signal processing and soft computing techniques: A comprehensive review,” *International Transactions on Electrical Energy Systems*, vol. 29, no. 8, pp. 1–42, 2019, doi: 10.1002/2050-7038.12008.
- [4] İ. Özer, S. B. Efe, and H. Özbay, “CNN / Bi-LSTM-based deep learning algorithm for classification of power quality disturbances by using spectrogram images,” *International Transactions on Electrical Energy Systems*, vol. 31, no. 12, pp. 1–16, 2021, doi: 10.1002/2050-7038.13204.
- [5] S. B. Efe, “Analysis of power system interharmonics,” in *International Engineering, Science and Education Conference*, 2016, pp. 1039–1042.
- [6] S. B. Efe, H. Özbay, and İ. Özer, “Dynamic Voltage Restorer Application to Eliminate Power System Harmonics,” in *International Engineering and Natural Sciences Conference (IENSC 2019)*, 2019, pp. 705–709.
- [7] İ. Bozdağ and S. B. Efe, “Elektrik Güç Sistemleri için Kontrollü Kesici Tasarımı,” *Mühendislik Bilimleri ve Araştırmaları Dergisi*, vol. 3, no. 2, pp. 226–234, 2021.
- [8] S. Rüstemli and M. S. Cengiz, “Active filter solutions in energy systems,” *Turkish Journal of Electrical Engineering & Computer Sciences*, vol. 23, pp. 1587–1607, 2015, doi: 10.3906/elk-1402-212.
- [9] S. B. Efe, “Harmonic filter application for an industrial installation,” in *2015 13th International Conference on Engineering of Modern Electric Systems, EMES 2015*, 2015, pp. 31–34. doi: 10.1109/EMES.2015.7158395.
- [10] H. Sharma, M. Rylander, and D. Dorr, “Grid impacts due to increased penetration of newer harmonic sources,” *IEEE Trans Ind Appl*, vol. 52, no. 1, pp. 99–104, 2016, doi: 10.1109/TIA.2015.2464175.
- [11] Y. Dong *et al.*, “Nonlinear Load Harmonic Prediction Method Based on Power Distribution Internet of Things,” *Sci Program*, vol. 2021, pp. 1–12, 2021, doi: 10.1155/2021/9978900.
- [12] Ł. Michalec, M. Jasiński, T. Sikorski, Z. Leonowicz, Ł. Jasiński, and V. Suresh, “Impact of harmonic currents of nonlinear loads on power quality of a low voltage network—review and case study,” *Energies (Basel)*, vol. 14, no. 12, 2021, doi: 10.3390/en14123665.

YÜKSEK GERİLİM İZOLATÖRLERİNDE YÜZEY KAÇAK AKIMLARININ KESTİRİMİ İÇİN KULLANILAN YAPAY ZEKÂ YÖNTEMLERİ

Doç. Dr. SERHAT BERAT EFE

Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi,
Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi,
Elektrik Mühendisliği Bölümü,
ORCID ID: 0000-0001-6076-4166

ÖZET

Elektrik güç sistemlerinin çok önemli elemanları olan yüksek gerilim izolatörleri, çalışma koşulları gereği aşırı seviyede elektriksel strese maruz kalan teçhizatlardır. Nominal koşullarda yüksek değerlerde gerilim altında çalışan bu elemanlar, güç sistemlerinin doğası gereği oluşabilecek arıza gibi durumlarda ya da çalışma ortamında meydana gelebilecek değişikliklerde daha fazla zorlanma ile karşı karşıya kalmaktadır.

Yüksek gerilim izolatörlerinin çalışma ömürlerini etkileyen ve dikkate alınması gereken en önemli hususların başında, çalışmaları esnasında ortaya çıkan yüzey kaçak akımlar gelmektedir. Yüzey kaçak akımlarının artması kuru bant olarak adlandırılan bölgenin boyutunu artırmakta, bu da kuru bant akım atlamasına yol açarak izolatör performansını bozmaktadır.

Literatür incelendiğinde yüzey kaçak akımlar ile ilgili birçok çalışmaya rastlanmakla birlikte son yıllarda yapay zekâ ve derin öğrenme yaklaşımlarındaki gelişmeler, bu alanda çalışan araştırmacıların bahsedilen modelleri kullanarak daha etkin sonuçlara ulaşabilmelerinde etkin rol oynamaktadır.

Bu çalışmada, yüksek gerilim izolatörleri için çok önemli bir çalışma konusu olan yüzey kaçak akımlarının kestirimi için kullanılan yapay zekâ yöntemleri incelenmiştir. Bu kapsamda ilgili yöntemlerin detayları incelenmiş, uygulama bakımından avantaj ve dezavantajları irdelenmiştir. Bu incelemeler vasıtasıyla ilgili alanda çalışacak araştırmacıların optimum modellere yönlendirilmeleri amaçlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Elektrik güç sistemleri, yüksek gerilim izolatörleri, yapay zekâ teknikleri.

1. GİRİŞ

Yüksek gerilim izolatörleri, elektrik güç sistemlerinde en fazla elektriksel stres altında çalışan teçhizatların başında gelmektedir. Elektriksel etkilerin yanı sıra, özellikle enerji iletim hattına montajlananlar ek olarak meteorolojik etkilere de maruz kalırlar. Bu nedenle bu elemanlar için, üretimden başlamak üzere montaja kadar her aşamada hatasız analize ve hesaplamalara ihtiyaç vardır [1]–[3].

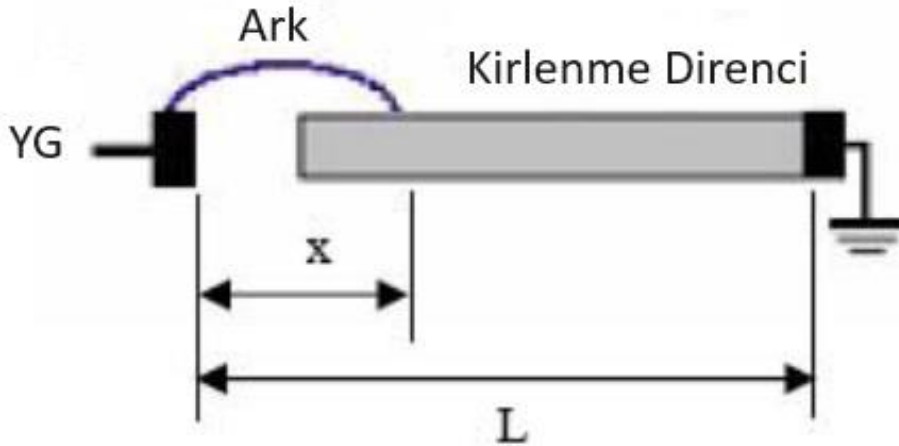
Yüksek gerilim izolatörlerinin kullanılacakları bölgelerde ilgili teçhizatların sürekli hal çalışma koşulları genel anlamda belirlenebilmekle birlikte, gerek işletme sırasında ortaya çıkan geçici

durumlar gerekse öngörülemeyen dış etkenler nedeniyle hesaplamalarda hata payı oluşmaktadır.

Dış etkenlerin başında gelen toz ve nem gibi koşullardan kaynaklı olarak izolatörün dış yüzeyinde kirlenme ortaya çıkar. Bu kirlilik bir aşamadan sonra izolatör yüzeyinde kalıcı bir tabaka oluşturarak kaçak akım adı verilen ve hem işletme hem de güvenlik bakımından büyük sorunlara yol açan akımların akmasına neden olur. İzolatör üreticileri bu ve benzeri sorunları aşmak amacıyla gerek izolatör üretim malzemelerini çeşitlendirerek gerekse mevcut izolatörlere silikon kaplama gibi işlemler uygulayarak önlem almaya çalışmaktadırlar [4]–[8]. Yüksek gerilim izolatörlerinde parametre sayısının fazlalığı nedeniyle ortaya çıkan işlem karmaşasının aşılması nedeniyle araştırmacılar farklı modeller geliştirmişlerdir.

Bu kapsamda deşarj geriliminin önceden belirlenmesi amacıyla uygulanan matematiksel yöntemler, işletme koşullarında değişkenlik gösteren atlama mekanizmasının karmaşıklığı sebebiyle zor bir hal almaktadır. Deşarj olayı, dinamik ve statik modeller olmak üzere iki teorik model kategorisinde incelenmiştir.

Sundararajan – Gorur Modeli, Megriche-Beroual Modeli ve Eşdeğer Silindirik İzolatör Modeli dinamik modeller olarak sınıflandırılırken, Wilkins Modeli, Rumeli Modeli, Dairesel Şerit Model ve Obenaus Modeli statik modeller kategorisinde yer almaktadır. Obenaus modeline ait eşdeğer devre Görsel 1 verilmiştir.



Görsel 1. Obenaus modeli eşdeğer devresi

Dinamik modellerin statik modellere göre bazı avantajlara sahiptir. Örneğin statik modeller sürekli hal çalışması üzerine kurgulanırken dinamik modeller parametrelerdeki anlık değişimleri göz önünde bulundurarak çözümlenebilir yapılar.

Doğrusal olmayan yapıdaki yüzey kaçak akımların aynı zamanda etkilendiği birçok parametre bulunduğu için, doğrusal olmayan problemlerin çözümünde oldukça fazla avantaja sahip olan yapay zekâ (YZ) teknolojilerinden yararlanmak amacıyla son yıllarda araştırmacılar bu probleme matematiksel yöntemlerin yanında akıllı sistem yaklaşımlarını da uygulamaya başlamışlardır [9]–[11].

Bu çalışmada, yüksek gerilim izolatörlerinde yüzey kaçak akımlarının kestiriminde yüksek başarımlı sonuçlara ulaşılmasını sağlayan yapay zekâ yöntemleri araştırılmıştır. Çalışma kapsamında, bu konu özelinde literatürde kullanılan yöntemlerin avantaj ve dezavantajları irdelenerek bu alanda çalışan araştırmacılara öneriler sunulmuştur.

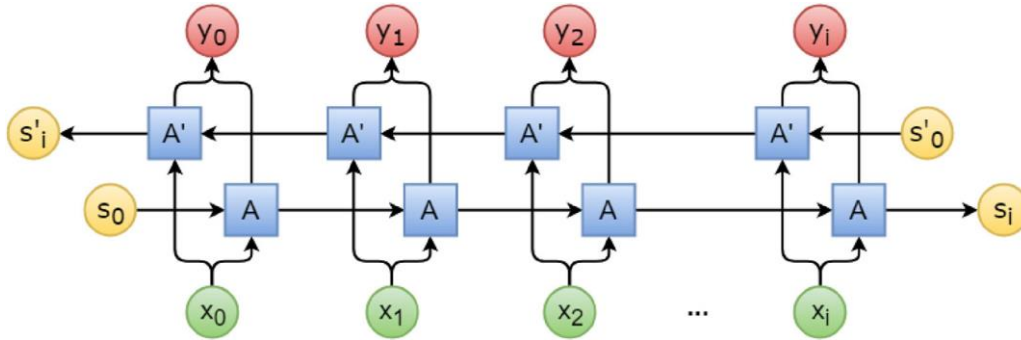
2. YAPAY ZEKÂ YÖNTEMLERİ

Yüksek gerilim izolatörlerindeki deşarj akımlarının belirlenmesi, elektrik sistemlerinin sağlığını ve performansını değerlendirmek için çok önemlidir. Yüksek gerilim izolatörlerindeki deşarj akımlarını izlemek ve bu akımların değerlerini tahminlemek için bir önceki bölümde de belirtildiği üzere YZ yöntemleri kullanılabilir.

Bu kapsamda kullanılan YZ yaklaşımlarından biri makine öğrenmesi algoritmalarıdır. Makine öğrenmesi algoritmalarından regresyon modelleri gerilim, sıcaklık, nem ve kirlilik seviyeleri gibi çeşitli giriş parametrelerine dayalı olarak deşarj akımlarının kestirimi için geçmiş veriler üzerinden eğitilebilir. Doğrusal regresyon, karar ağaçları ve destek vektör makineleri gibi algoritma çeşitleri mevcuttur. Bir başka makine öğrenmesi algoritması olan zaman serisi analizi kapsamında, ARIMA (AutoRegressive Integrated Moving Average) veya LSTM (Long Short-Term Memory) sinir ağları gibi zaman serisi tahmin teknikleri, geçmiş ölçümlere ve modellere dayalı olarak deşarj akımlarını tahmin etmek için kullanılmaktadır.

Bir diğer yöntem yapay sinir ağları (YSA) kullanılarak analiz yapılmasıdır [12]–[14]. İleri beslemeli YSA'lar deşarj akımlarını tahmin etmek için regresyon görevlerinde kullanılabilir. Giriş özellikleri ve deşarj akımı arasındaki karmaşık ilişkileri öğrenebilirler. Tekrarlayan sinir ağları (Recurrent Neural Networks – RNN) zaman serisi verilerini analiz etmek için uygundur, bu da onları geçmiş kayıtlara dayalı deşarj akımlarını tahmin etmek için kullanışlı hale getirir. Evrişimli sinir ağları (Convolutional Neural Network- CNN), deşarj olaylarını tespit etmek için izolatörlerin görüntü tabanlı izlenmesi için kullanılabilir. İzolatörlerin görüntüleri, deşarj olan alanları belirlemek için işlenebilir.

Çift yönlü RNN ileri-geri yayılımı blok şeması Görsel 2'de verilmiştir.



Görsel 2. Çift yönlü RNN ileri-geri yayılımı

Bu yönteme benzer olarak çevresel sensörler, termal sensörler ve görsel kameralar gibi birden fazla kaynaktan gelen verilerin birleştirilmesi, izolatör koşullarının kapsamlı bir görünümünü sağlayabilen veri füzyonu yöntemi de kullanılabilir. Topluluk yöntemleri veya füzyon ağları gibi YZ teknikleri, bu çok modlu verileri entegre etmek ve analiz etmek için uygulanabilir.

İzolasyon ormanları veya tek sınıflı destek vektör makineleri (Support Vector Machine -SVM gibi YZ tabanlı anomali tespit algoritmaları, izolatörlerle ilgili potansiyel sorunları gösteren olağandışı veya beklenmedik deşarj akımı modellerini belirlemek için kullanılabilir.

Takviyeli öğrenme Reinforced Learning -RL), izolatörlerin bakım programlarını optimize etmek için uygulanabilir. RL algoritmaları, bakım maliyetleri ile deşarj olayları riski arasındaki

dengeyi modelleyerek, bakım veya denetimlerin ne zaman yapılacağını belirlemeye yardımcı olabilir.

Nesnelerin interneti (Internet of Things – IoT) ve sensör entegrasyonu, cihazlardan ve izolatörlere takılan sensörlerden gelen verileri analiz etmek için kullanılabilir. Bu sensörler sıcaklık, nem ve gerilim ile ilgili gerçek zamanlı bilgiler sağlayabilir ve bu bilgiler deşarj olaylarının kestirimi için kullanılabilir.

YZ güdümlü uzman sistemler, izolatör bakımı hakkında bilinçli kararlar vermek ve geçmiş veriler ile uzman kurallarının kombinasyonuna dayalı olarak deşarj akımlarını tahmin etmek için alan bilgisini birleştirmekte kullanılırlar.

Görsel incelemeler çok önemliyse, CNN'ler gibi derin öğrenme modelleri, korona deşarjları veya parlamalar gibi deşarj olaylarının belirtileri için izolatörlerin görüntülerini veya videolarını analiz etmek üzere eğitilebilir.

Doğal dil işleme (Natural Language Processing -NLP) teknikleri, metinsel raporları ve bakım kayıtlarını analiz etmek için kullanılabilir ve bu sayede deşarj akımlarının dolaylı olarak tahmin edilmesine katkıda bulunabilecek önemli bilgiler elde edilebilir.

YZ modellerinin doğrudan uç cihazlara veya elektrik şebekesi altyapısına dağıtılması, merkezi bilgi işlem kaynaklarına dayanmadan deşarj akımlarının gerçek zamanlı olarak izlenmesini ve tahmin edilmesini sağlayabilmektedir [15], [16].

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Yüksek gerilim izolatörlerinde deşarj akımlarını belirlemeye yönelik YZ yöntemlerini etkili bir şekilde uygulamak için, eğitim ve doğrulama için yüksek kaliteli verilere erişimin yanı sıra veri toplama, ön işleme ve model dağıtımı için sağlam bir altyapıya sahip olmak çok önemlidir. Ayrıca, elektrik mühendisleri, veri bilimcileri ve alan uzmanları arasındaki iş birliği, yapay zekanın yüksek gerilim izolatörlerinin bakımı ve izlenmesine başarılı bir şekilde entegre edilmesi için çok önemlidir.

Bu çalışma kapsamında, literatürdeki çalışmalarda sıklıkla rastlanan temel YZ modellerinden ziyade daha farklı yaklaşımlara sahip modellerin incelenmesi amaçlanmıştır. YZ teknolojilerindeki gelişmelerin eşzamanlı olarak elektrik güç sistemi analizi ve özeldde izolatör çalışmalarına uygulanmasının, bu alanda ulaşılabilecek analiz sonuçlarının doğruluk derecesini artıracakları değerlendirilmektedir. Bu kapsamda bu alanda çalışan araştırmacılara, hızla gelişen YZ çalışmalarını güncel olarak takip etmesi ve analizlerine avantaj sağlayacak modellerin entegrasyonunu yapmaları önerilmektedir.

KAYNAKÇA

- [1] M. E. A. Slama, A. Krzma, M. Albano, and A. M. Haddad, "Experimental Study and Modeling of the Effect of ESDD/NSDD on AC Flashover of SiR Outdoor Insulators," *Energies (Basel)*, vol. 15, no. 10, May 2022, doi: 10.3390/en15103782.
- [2] J. He, K. He, and B. Gao, "Modeling of dry band formation and arcing processes on the polluted composite insulator surface," *Energies (Basel)*, vol. 12, no. 20, Oct. 2019, doi: 10.3390/en12203905.
- [3] Z. Li and X. Zhao, "Calculation of ion flow field of monopolar transmission line in corona cage including the effect of wind," *Energies (Basel)*, vol. 12, no. 20, Oct. 2019, doi: 10.3390/en12203924.

- [4] M. G. Shaik and V. Karuppaiyan, “Investigation of surface degradation of aged high temperature vulcanized (HTV) silicone rubber insulators,” *Energies (Basel)*, vol. 12, no. 19, Oct. 2019, doi: 10.3390/en12193769.
- [5] D. Pernebayeva, A. Irmanova, D. Sadykova, M. Bagheri, and A. James, “High voltage outdoor insulator surface condition evaluation using aerial insulator images,” *High Voltage*, vol. 4, no. 3, pp. 178–185, Sep. 2019, doi: 10.1049/hve.2019.0079.
- [6] M. El Amine Slama, A. Beroual, and A. Haddad, “Surface discharges and flashover modelling of solid insulators in gases,” *Energies (Basel)*, vol. 13, no. 3, 2020, doi: 10.3390/en13030591.
- [7] J. Han *et al.*, “A method of insulator faults detection in aerial images for high-voltage transmission lines inspection,” *Applied Sciences (Switzerland)*, vol. 9, no. 10, May 2019, doi: 10.3390/app9102009.
- [8] Arshad, A. Nekahi, S. G. McMeekin, and M. Farzaneh, “Flashover Characteristics of Silicone Rubber Sheets under Various Environmental Conditions,” *Energies (Basel)*, vol. 9, no. 9, Sep. 2019, doi: 10.3390/en9090683.
- [9] M. Florkowski, “Classification of partial discharge images using deep convolutional neural networks,” *Energies (Basel)*, vol. 13, no. 20, Oct. 2020, doi: 10.3390/en13205496.
- [10] Q. Yang, R. Wang, W. Sima, C. Jiang, X. Lan, and M. Zahn, “Electrical circuit flashover model of polluted insulators under ac voltage based on the arc root voltage gradient criterion,” *Energies (Basel)*, vol. 5, no. 3, pp. 752–769, 2012, doi: 10.3390/en5030752.
- [11] J. Wang *et al.*, “Evaluation on Partial Discharge Intensity of Electrical Equipment Based on Improved ANFIS and Ultraviolet Pulse Detection Technology,” *IEEE Access*, vol. 7, pp. 126561–126570, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2938784.
- [12] S. F. Stefenon *et al.*, “Electrical insulator fault forecasting based on a wavelet neuro-fuzzy system,” *Energies (Basel)*, vol. 13, no. 2, 2020, doi: 10.3390/en13020484.
- [13] E. Turan, M. Tunay Gençoğlu, and A. Karabiber, “Yüksek gerilim izolatörlerinde yüzey kaçak akımlarının ANFIS yöntemiyle hesaplanması,” 2014. [Online]. Available: <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/tdfd/>
- [14] K. Patel, B. Parekh, and D. Kumar, “Leakage current prediction of composite insulator using artificial neural network,” *International Journal of Recent Technology and Engineering*, vol. 8, no. 2, pp. 6258–6266, Jul. 2019, doi: 10.35940/ijrte.B3746.078219.
- [15] M. T. Gençoğlu and M. Cebeci, “The pollution flashover on high voltage insulators,” *Electric Power Systems Research*, vol. 78, no. 11, pp. 1914–1921, Nov. 2008, doi: 10.1016/j.epsr.2008.03.019.
- [16] I. Valeriy and B. Iosif, “Predicting the service life of high-voltage insulators using actual leakage current values,” 2022.

GÜNEŞ ENERJİSİNDE SPEKTRAL ETKİLER

Gencer SARIOĞLU

Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, - 0000-0002-7753-7813

Rüştü EKE

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, - 0000-0002-9260-6143

ÖZET

Bu çalışmada farklı enlem ve boylam üzerinde bulunan Muğla, İstanbul, Şanlıurfa ve Trabzon illeri seçilmiştir. Bu illere ait güneş ışınimleri spektrumu Ocak, Nisan, Temmuz ve Ekim ayları için 09:00 ile 17:00 saatleri arasında 1 saat aralıklar ile SPCTRL2 programı kullanılarak elde edilmiştir. Elde edilen spektrumlar kullanılarak APE (ortalama foton enerjisi), UF (yararlı kesir) parametreleri farklı şehirler için ve farklı aylara göre günün farklı saatlerindeki değişimi hesaplanmıştır. Bunun sonucunda APE ve UF parametrelerinin değişimi karşılaştırılmıştır. Ortalama foton enerjisinin güneyde yer alan illerde daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Ayrıca hesaplanan UF parametresi farklı güneş gözesi teknolojileri (c-Si, a-Si, CdTe ve CIGS) için hesaplanmıştır. Bunun sonucunda cSi güneş gözelerinin UF parametrelerinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Spektrum, APE, UF.

1. GİRİŞ

Alternatif enerji sağlayan fotovoltaik (PV) modüller, güneş enerjisinden elektrik enerjisi elde etmek için kullanılmaktadır [1]. PV modülün gerçek dış koşullar altındaki performansı, güneş ışınımından, modül sıcaklığından ve spektral ışınım dağılımından büyük ölçüde etkilenir [2]. PV modüllerin imalatından sonra performansları standart test koşulu (STC; 1000 W/m² güneş ışınımı, AM1,5G güneş spektrumu dağılımı ve 25 °C modül sıcaklığı) koşulları altında güneş simülatörü kullanılarak bir iç mekân ölçümüyle araştırılır [3].

Standart test koşullarını içeren ortam pratikte çok nadiren meydana gelmektedir [4]. Standart test koşulları PV modüllerin iç ortam koşullarındaki performansını derecelendirmek için yararlı olsa da dış ortam çalıştırma sırasında tipik olarak yaşananları temsil etmez [5]. Dış ortama monte edilen PV modüllerin gerçek enerji üretimi, mevsimlere ve günün farklı zamanlarına göre değişen çeşitli çalışma sıcaklıklarının, güneş ışınımının ve güneş spektrumunun bir sonucudur [6].

Güneş spektral ışınım dağılımları, fotovoltaik malzemelerin fotoelektrik dönüşüm performansı üzerinde büyük etkiye sahiptir [7]. Silisyum PV modülün performansının, mevsimsel spektrum değişimi altında diğer teknolojilere göre daha istikrarlı olduğunu ve %1 ile %14 arasında değiştiğini belirtmiştir [8]. Spektral ışınım, W/m²/nm cinsinden, birim dalga boyu başına birim zamanda yatay bir birim alana düşen enerji olarak tanımlanır. Güneş spektrumu, farklı dalga boylarındaki ışınımın dağılımı hakkında bilgi içerir [9]. Güneş ışığı spektrumu konuma, günün saatine, mevsime, hava durumuna, hava kirlenici maddelere vb. göre değişir ve fotovoltaik cihazın performansında önemli bir değişikliğe neden olur [10].

Bir PV modülde, bir elektronu değerlik bandından iletim bandına uyarmak için gereken enerjiyi sağlayan gelen bir fotondur [11]. Değerlik ve iletim bantları arasındaki boşluğun boyutu bant aralığı olarak bilinir. Gelen fotondan elektron elde edebilmek için fotonun enerjisinin PV modül teknolojisine ait yasak enerji aralığına eşit ya da büyük olması gerekmektedir. Daha küçük enerjiye sahip olan fotonlar (daha yüksek dalga boyuna sahip fotonlar) PV modülün sıcaklığını artırır [12].

PV modüllerinin spektral performansı APE (ortalama foton enerjisi), UF (Yararlı kesir) parametreleri kullanılarak incelenmiştir. APE, spektrumda yer alan foton başına ortalama enerji olarak tanımlanır [13]. UF ise modülün güneş ışınımı spektrumunu ne kadar etkili bir şekilde elektrik enerjisine dönüştürebildiğini ifade eder [14]. Bu çalışmada SPCTRL2 programı kullanılarak farklı mevsimlere, farklı bölgelere ve günün farklı zamanlarına göre spektrumlar elde edilmiştir [15]. Bu spektrumlara ait APE ve UF parametreleri hesaplanmıştır ve mevsimlere göre ve bölgelere göre değişimi elde edilmiştir.

2. HESAPLAMALAR

Bu çalışmada Muğla, İstanbul, Şanlıurfa ve Trabzon illerine ait güneş ışınımı Çizelge 1'deki enlem ve boylam değerleri kullanılarak elde edilmiştir. İllere ait spektrumlar ocak, nisan, temmuz ve ekim ayları için Çizelge 2'deki aylara ait gün sayıları için elde edilmiştir. Ayrıca her gün için 09:00 ile 17:00 arasında her saat aralığında spektrum verileri SPCTRL2 programı kullanılarak elde edilmiştir [16].

Çizelge1. Şehirlere ait enlem ve boylam

	Enlem	Boylam
Muğla	37	28,5
İstanbul	41	28,5
Şanlıurfa	37	39,5
Trabzon	41	39,5

Çizelge 2. Aylara ait gün sayıları [17]

	Ayı temsil eden gün	Yıllık gün sayısı
Ocak	17	17
Şubat	16	47
Mart	16	75
Nisan	15	105
Mayıs	15	135
Haziran	11	162
Temmuz	17	198

Ağustos	16	228
Eylül	15	258
Ekim	15	288
Kasım	14	318
Aralık	10	344

2.1 Ortalama Foton Enerjisi (APE)

APE değeri, toplam güneş ışınımını foton akısı yoğunluğuna bölerek hesaplanır ve foton başına ortalama enerji (eV) elde edilir (Denklem 2) [18].

$$APE = \frac{\int_{\lambda_a}^{\lambda_b} G(\lambda) d\lambda}{q_e \int_{\lambda_a}^{\lambda_b} \Phi(\lambda) d\lambda} \quad (1)$$

Burada q_e elektron yüküdür, $G(\lambda)$ dalga boyuna göre güneş ışınımı miktarı, $\Phi(\lambda)$ spektral foton akı yoğunluğudur, λ_a ve λ_b güneş ışınımı spektrumunun dalga boyu sınırlarıdır. Foton akısı dalga boyuna, güneş ışınımı miktarına ve $hc = 1240 \text{ eV nm}$ bağlı olarak denklem 2 kullanılarak elde edilebilir [19].

$$\Phi(\lambda) = \frac{G(\lambda)}{\frac{hc}{\lambda}} \quad (2)$$

2.2 Yararlı Kesir (UF)

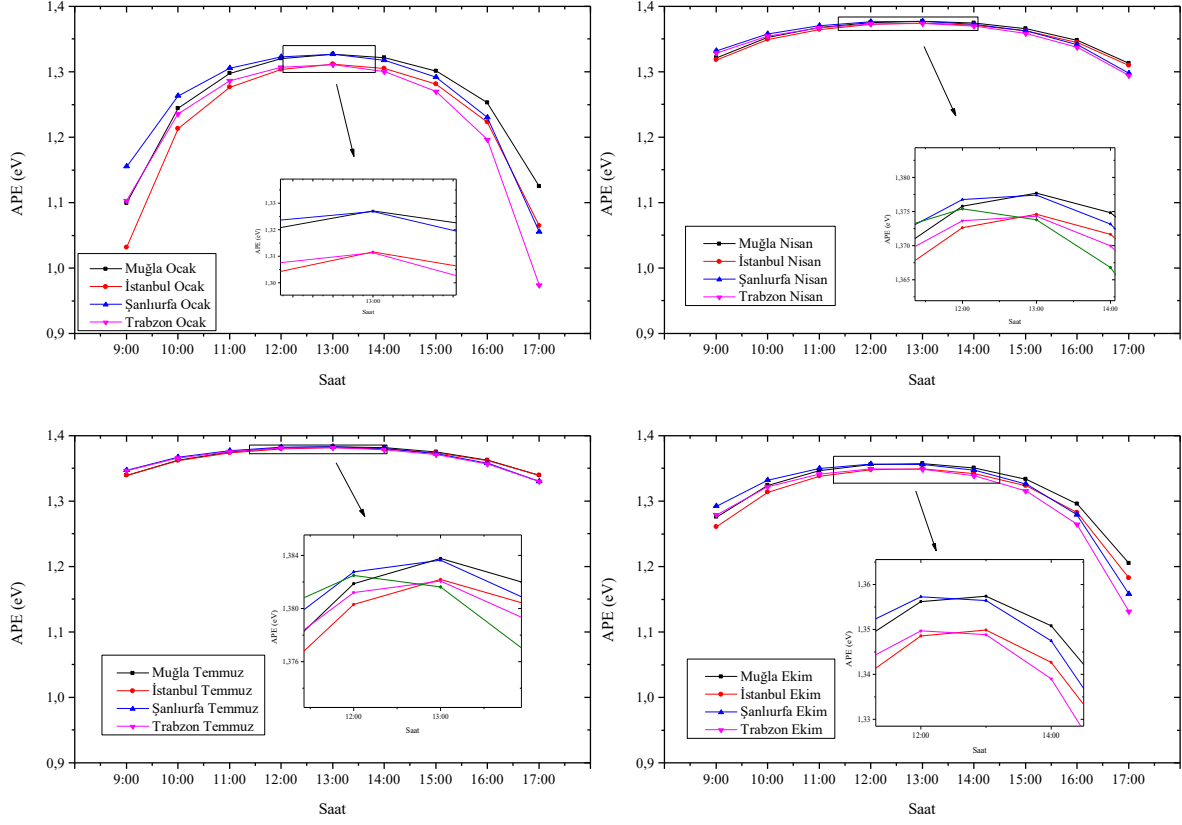
Yararlı kesir ifadesi PV modül teknolojisine bağlı olarak denklem 4 kullanılarak elde edilmektedir [20]. Burada $\lambda(E_g)$ ifadesi PV modülün yapıldığı yarı iletkenin yasak enerji aralığına karşılık gelmektedir [21].

$$UF = \frac{1}{G} \int_0^{\lambda(E_g)} G(\lambda) d\lambda \quad (3)$$

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

İncelenen iller için ortalama foton enerjisi ocak, nisan, temmuz ve ekim ayları için hesaplanmıştır ve günlük değişimleri ile birlikte Çizelge 8’de görülmektedir. Ortalama foton enerjisinin artmasının nedeni spektrum üzerinde dalgaboyu küçük fotonların miktarındaki artıştan kaynaklanmaktadır. Gün içerisinde tüm aylar için saat 13:00’da ortalama foton enerjisi en yüksek seviyeye ulaşmaktadır. Buna göre tüm şehirler için saat 13:00’da Muğla en yüksek

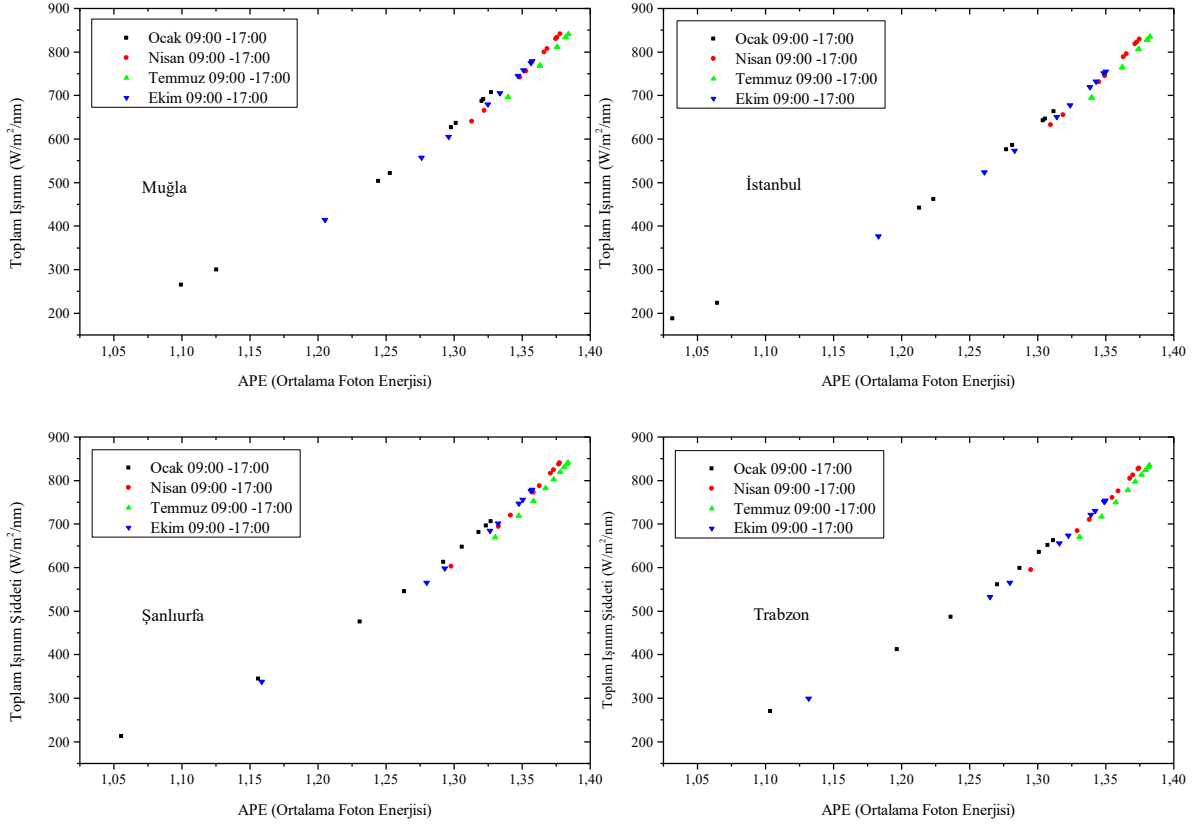
APE değerine sahiptir ve sırası ile Muğla, İstanbul, Şanlıurfa ve Trabzon şehirleri için 1.327, 1.377, 1.384 ve 1.357 değerlerine sahiptir. Ayrıca doğudaki iller diğer illere göre sabah saatlerinde daha yüksek ortalama foton enerjisine sahipken batıdaki iller öğleden sonra daha yüksek ortalama foton enerjisine sahiptir.



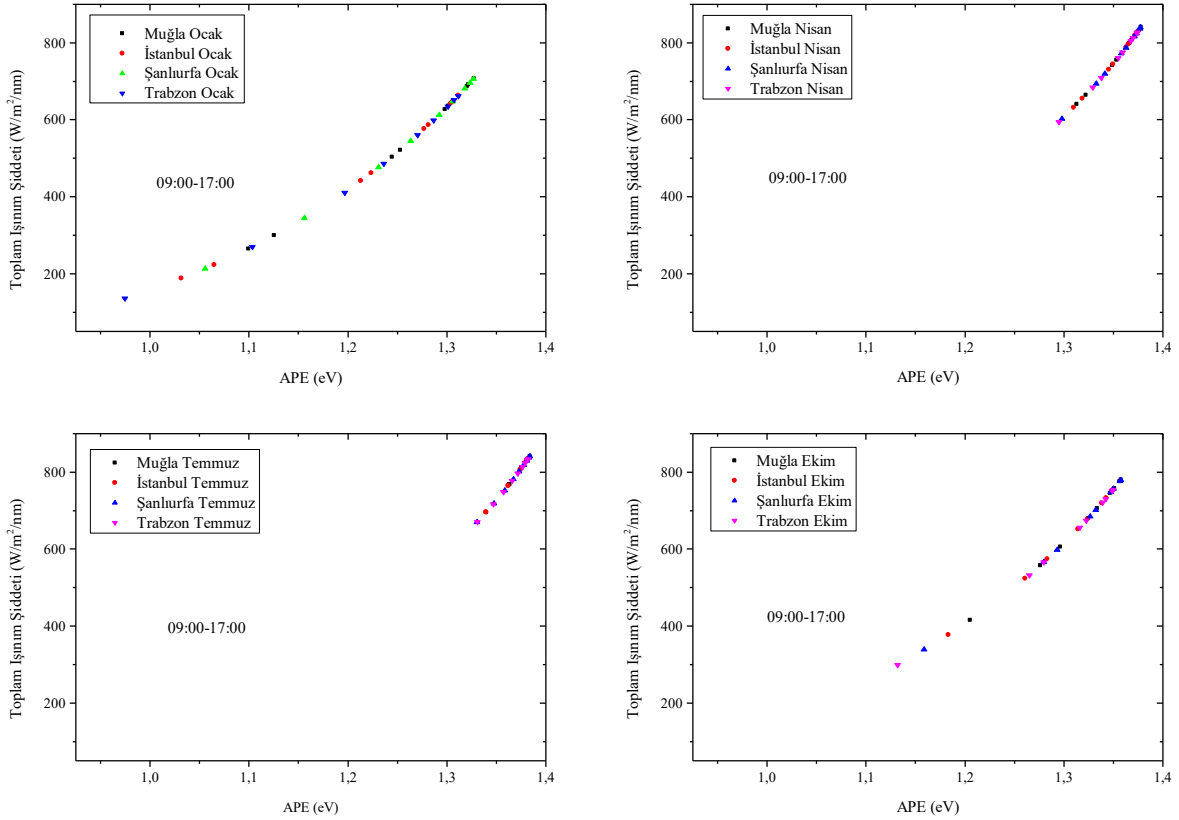
Görsel 1. APE aylara göre gün içerisinde saatlere göre değişimi

Görsel 2 ve 3'de ortalama foton enerjisinin toplam ışınım şiddetine göre değişimi görülmektedir. Görsel 2 incelendiğinde toplam ışınım şiddeti aynı olsa bile farklı APE değerine sahip olabileceği görülmektedir. Görsel 3'de şehirlerin 09:00-17:00 arasında toplam ışınım miktarları ve buna karşılık gelen APE değerleri görülmektedir. Muğla için ocak ayında 09:00'da gelen toplam güneş ışınımı 264.51 W/m^2 iken 13:00'da 706.91 W/m^2 değerindedir. Muğla temmuz ayında 09:00'da gelen toplam güneş ışınımı 696.21 W/m^2 iken 13:00'da 841.72 W/m^2 değerindedir.

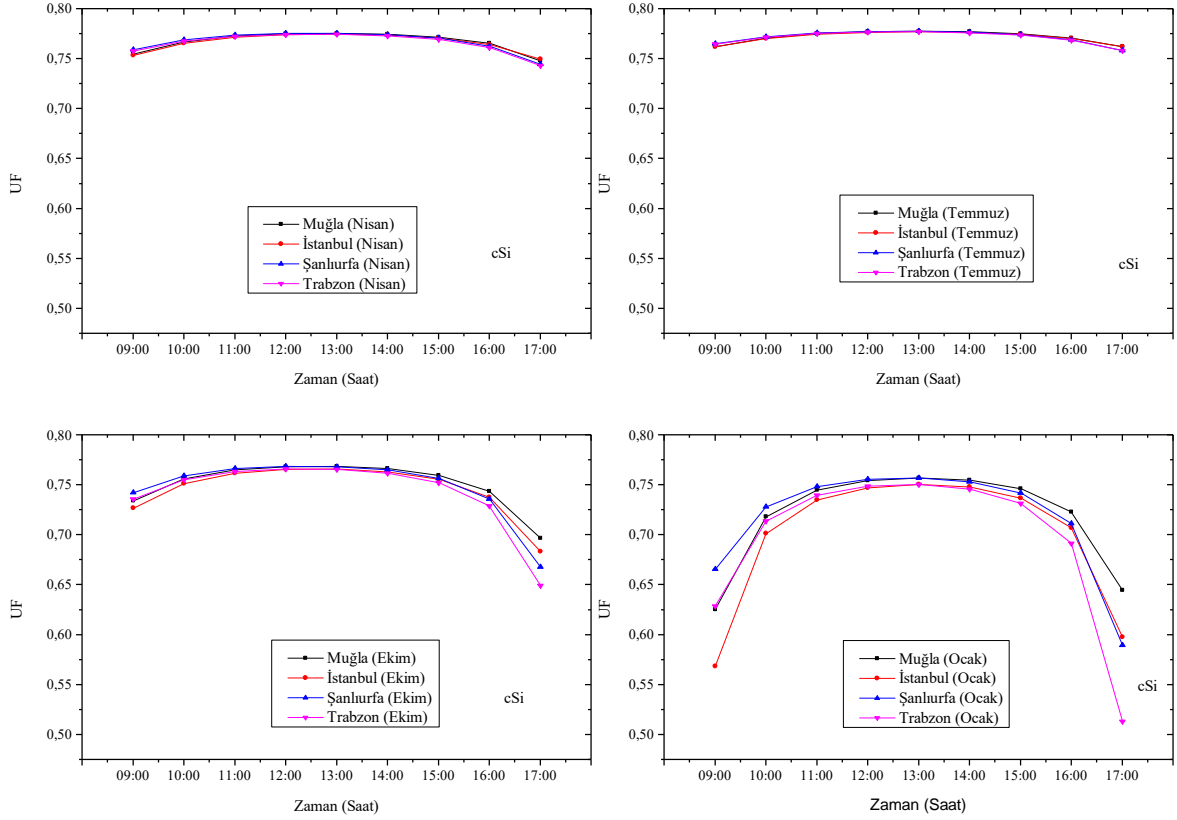
Yararlı kesir ifadesi cSi, aSi, CdTe ve CIGS teknolojiye sahip güneş gözeleri için hesaplanmıştır ve görsel 4'de cSi için elde edilen değerler görülmektedir. Görsel 5'de farklı göze teknolojileri için de karşılaştırması görülmektedir.



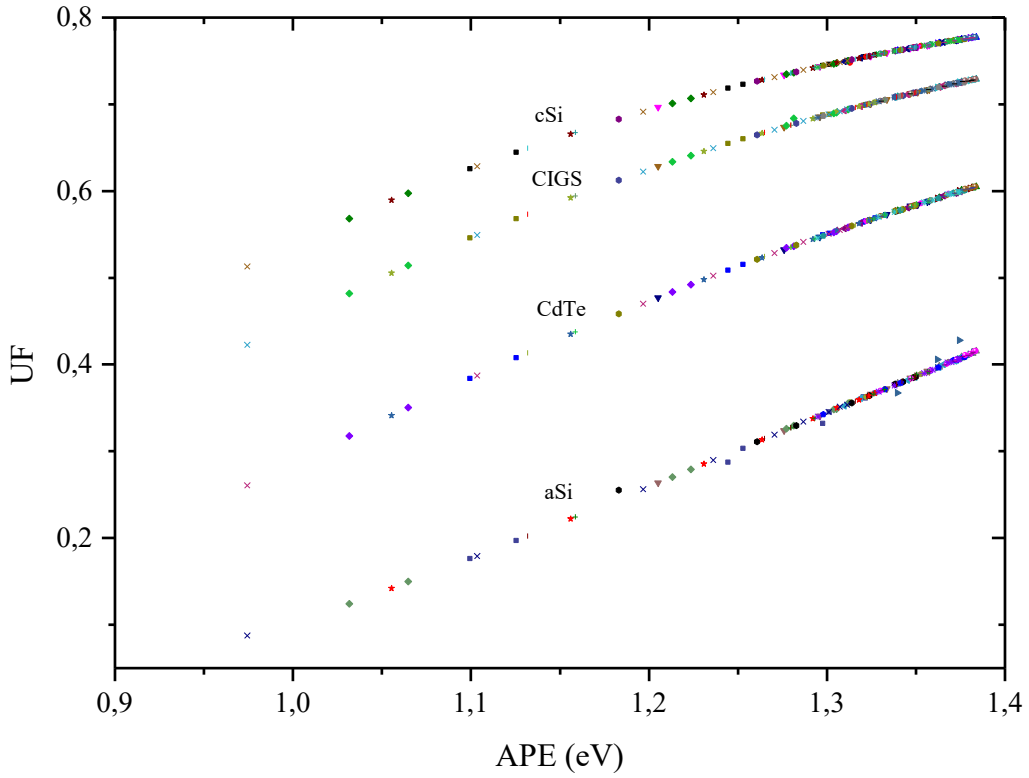
Görsel 2. Ortalama foton enerjisinin toplam ışınnım şiddeti ile değişimi



Görsel 3. Ortalama foton enerjisinin toplam ışınnım şiddeti ile değişimi



Görsel 4. UF aylara göre gün içerisinde saatlere göre değişimi



Görsel 5. cSi, CIGS, CdTe ve aSi teknolojilerine sahip fotovoltaik modüllerin APE-UF değişimi

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Ortalama foton enerjisinin Muğla, İstanbul, Şanlıurfa ve Trabzon şehirleri için ortalama foton enerjisinin değişimi hesaplanmıştır.

UF yararlı kesir ifadesi cSi, aSi, CdTe ve CIGS teknolojilerinin yasak enerji aralıkları kullanılarak hesaplanmıştır ve sonuç olarak cSi güneş gözesi teknolojisine sahip fotovoltaik modüllerin daha yüksek spektral duyarlılığı olduğu görülmüştür.

Ortalama foton enerjisinin değerleri literatürdeki değerler ile karşılaştırıldığında uyumlu olduğu belirlenmiştir [22,24].

KAYNAKÇA

- [1] Norton, M., Amillo, A. M. G., & Galleano, R. (2015). Comparison of solar spectral irradiance measurements using the average photon energy parameter. *Solar Energy*, 120, 337–344. <https://doi.org/10.1016/J.SOLENER.2015.06.023>
- [2] Minemoto, T., Nakada, Y., Takahashi, H., & Takakura, H. (2009). Uniqueness verification of solar spectrum index of average photon energy for evaluating outdoor performance of photovoltaic modules. *Solar Energy*, 83(8), 1294–1299. <https://doi.org/10.1016/J.SOLENER.2009.03.004>
- [3] Wang, S., Peng, J., Wang, M., Xue, P., Luo, Y., Ma, T., & Zhao, Y. (2023). Evaluation of the energy conversion performance of different photovoltaic materials with measured solar spectral irradiance. *Renewable Energy*, 219, 119431. <https://doi.org/10.1016/J.RENENE.2023.119431>
- [4] Daxini, R., & Wu, Y. (2023). Review of methods to account for the solar spectral influence on photovoltaic device performance. *Energy*, 129461. <https://doi.org/10.1016/J.ENERGY.2023.129461>
- [5] Kataoka, N., Yoshida, S., Ueno, S., & Minemoto, T. (2014). Evaluation of solar spectral irradiance distribution using an index from a limited range of the solar spectrum. *Current Applied Physics*, 14(5), 731–737. <https://doi.org/10.1016/J.CAP.2014.03.004>
- [6] Takeguchi, K., Nakayama, K., Chantana, J., Kawano, Y., Nishimura, T., Hishikawa, Y., & Minemoto, T. (2021). Spectral gain and loss of different-type photovoltaic modules through average photon energy of various locations in Japan. *Solar Energy*, 214, 1–10. <https://doi.org/10.1016/J.SOLENER.2020.10.092>
- [7] Mohammadnia, A., & Ziapour, B. M. (2020). Investigation effect of a spectral beam splitter on performance of a hybrid CPV/Stirling/TEG solar power system. *Applied Thermal Engineering*, 180, 115799. <https://doi.org/10.1016/J.APPLTHERMALENG.2020.115799>
- [8] Kinsey, G. S., Riedel-Lyngskær, N. C., Miguel, A. A., Boyd, M., Braga, M., Shou, C., Cordero, R. R., Duck, B. C., Fell, C. J., Feron, S., Georghiou, G. E., Habryl, N., John, J. J., Ketjoy, N., López, G., Louwen, A., Maweza, E. L., Minemoto, T., Mittal, A., ...

- Yamasoe, M. A. (2022). Impact of measured spectrum variation on solar photovoltaic efficiencies worldwide. *Renewable Energy*, *196*, 995–1016. <https://doi.org/10.1016/J.RENENE.2022.07.011>
- [9] Tsuji, M., Rahman, M. M., Hishikawa, Y., Nishioka, K., & Minemoto, T. (2018). Uniqueness verification of solar spectrum obtained from three sites in Japan based on similar index of average photon energy. *Solar Energy*, *173*, 89–96. <https://doi.org/10.1016/J.SOLENER.2018.07.039>
- [10] Sharma, M. K., & Bhattacharya, J. (2022). Dependence of spectral factor on angle of incidence for monocrystalline silicon based photovoltaic solar panel. *Renewable Energy*, *184*, 820–829. <https://doi.org/10.1016/J.RENENE.2021.12.019>
- [11] Horio, Y., Rahman, M. M., Imai, Y., Hishikawa, Y., & Minemoto, T. (2017). Impact of average photon-energy coefficient of solar spectrum on the short circuit current of photovoltaic modules. *Current Applied Physics*, *17*(10), 1341–1346. <https://doi.org/10.1016/J.CAP.2017.07.004>
- [12] Nofuentes, G., García-Domingo, B., Muñoz, J. v., & Chenlo, F. (2014). Analysis of the dependence of the spectral factor of some PV technologies on the solar spectrum distribution. *Applied Energy*, *113*, 302–309. <https://doi.org/10.1016/J.APENERGY.2013.07.044>
- [13] Virtuani, A., Müllejans, H., & Dunlop, E. D. (2011). Comparison of indoor and outdoor performance measurements of recent commercially available solar modules. *Progress in Photovoltaics: Research and Applications*, *19*(1), 11–20. <https://doi.org/10.1002/PIP.977>
- [14] Kenny, R. P., Dunlop, E. D., Ossenbrink, H. A., & Müllejans, H. (2006). A practical method for the energy rating of c-Si photovoltaic modules based on standard tests. *Progress in Photovoltaics: Research and Applications*, *14*(2), 155–166. <https://doi.org/10.1002/PIP.658>
- [15] Minemoto, T., Toda, M., Nagae, S., Gotoh, M., Nakajima, A., Yamamoto, K., Takakura, H., & Hamakawa, Y. (2007). Effect of spectral irradiance distribution on the outdoor performance of amorphous Si/thin-film crystalline Si stacked photovoltaic modules. *Solar Energy Materials and Solar Cells*, *91*(2–3), 120–122. <https://doi.org/10.1016/J.SOLMAT.2006.07.014>
- [16] Bird R. E., Riordan C. (1986). Simple solar spectral model for direct and diffuse irradiance on horizontal and titled planes at the earth's surface for cloudless atmospheres. *J Clim Appl Meteorol*, *25* (1), 87-97.
- [17] Ahmad, M. J., & Tiwari, G. N. (2008). Study of Models for Predicting the Mean Hourly Global Radiation from Daily Summations. *Open Environmental Sciences*, *2*(1), 6–14. <https://doi.org/10.2174/1876325100802010006>
- [18] Cornaro, C., & Andreotti, A. (2013). Influence of Average Photon Energy index on solar irradiance characteristics and outdoor performance of photovoltaic modules. *Progress*

- in Photovoltaics: Research and Applications*, 21(5), 996–1003.
<https://doi.org/10.1002/PIP.2194>
- [19] Katsumata, N., Nakada, Y., Minemoto, T., & Takakura, H. (2011). Estimation of irradiance and outdoor performance of photovoltaic modules by meteorological data. *Solar Energy Materials and Solar Cells*, 95(1), 199–202.
<https://doi.org/10.1016/J.SOLMAT.2010.01.019>
- [20] Eke, R., Betts, T. R., & Gottschalg, R. (2017). Spectral irradiance effects on the outdoor performance of photovoltaic modules. In *Renewable and Sustainable Energy Reviews* (Vol. 69, pp. 429–434). Elsevier Ltd.
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.10.062>
- [21] Cornaro, C., & Andreotti, A. (2013). Influence of Average Photon Energy index on solar irradiance characteristics and outdoor performance of photovoltaic modules. *Progress in Photovoltaics: Research and Applications*, 21(5), 996–1003.
<https://doi.org/10.1002/pip.2194>
- [22] Fabero, F., & Chenlo, F. (1992). Variance in the solar spectrum with the position of the receiver surface during the day for PV applications. *Conference Record of the IEEE Photovoltaic Specialists Conference, 1*, 812–817.
<https://doi.org/10.1109/PVSC.1991.169321>
- [23] R. Gottschalg; T.R. Betts; D.G. Infield; M.J. Kearney (2005). The effect of spectral variations on the performance parameters of single and double junction amorphous silicon solar cells. *Solar Energy Materials & Solar Cells*, 85(3), 415–428.
- [24] Ishii, T., Otani, K., Takashima, T., & Xue, Y. (2013). Solar spectral influence on the performance of photovoltaic (PV) modules under fine weather and cloudy weather conditions. *Progress in Photovoltaics: Research and Applications*, 21(4), 481–489.
<https://doi.org/10.1002/PIP.1210>

ARAMİD FİBER KATKILI YAPIŞTIRICI VE YAPIŞTIRMA BAĞLANTISINDA KİMYASAL YÜZEY İŞLEMİNİN ETKİSİ

Dr, İclal AVİNÇ AKPINAR

Erzurum Teknik Üniversitesi, - ORCID ID: 0000-0001-9994-6733

ÖZET

İki farklı malzemenin birleştirilmesine olanak sağlayan yapıştırıcıyla birleştirilmiş bağlantılar, havacılık ve otomotiv endüstrisi başta olmak üzere hemen hemen tüm sektörlerde kullanılmaya başlanmıştır. Bu birleştirme yönteminin kullanımı yaygınlaşmasıyla birlikte yapıştırıcının ve yapıştırma bağlantılarının dayanımının artırılmasına yönelik bilimsel çalışmalar hız kazanmıştır. Sunulan çalışmada, hem bulk yapıştırıcının hem de alın yapıştırma bağlantısının mukavemetini artırmak için yapıştırıcıya kimyasal yüzey işlemi uygulanmış aramid fiber takviyesi yapılmıştır. İlk olarak, farklı uzunluklarda kırılmış aramid fiberlerin yüzeyine aseton ve nitrik asit (HNO_3) ile kimyasal yüzey işlemi uygulanmıştır. Daha sonra bu fiberler iki farklı yöntem ile yapıştırıcıya ilave edilerek, bulk ve alın bağlantı üretilmiştir. Üretilen bu numuneler çeki yüklemesine tabi tutularak yapıştırıcının dayanımı elde edilmiştir. Yapılan çalışmanın sonucuna göre, yapıştırıcıya kırılmış aramid fiber eklenmesi uygulanan yöntemle ilgili olarak yapıştırıcının performansını yaklaşık % 8 ile % 51 arasında artırmaktadır. Ayrıca fiberlerin kimyasal yüzey işlemi ile inertlikleri ve ıslanabilirlikleri artırılması ve fiber uzunluklarının değiştirilmesi hem yapıştırıcının hem de bağlantı performansını pozitif yönde etkilemektedir. Ayrıca elde edilen deneysel sonuçlar, scanning electron microscopic (SEM) analizi ve fourier transform infrared spectroscopy (FT-IR) analizi ile doğrulanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yapıştırıcı, Kimyasal yüzey işlemi, Fiber, Eklemler/birleştirme, Çekme testi, Mukavemet.

1. GİRİŞ

1980'lerden itibaren yapıştırımlı bağlantıların havacılık ve otomotiv uygulamalarında geleneksel birleştirme metotlarına bir alternatif olabileceği fikriyle, günümüze gelene kadar farklı yapıştırımlı bağlantı metotları ve geliştirilen yapıştırıcı malzeme teknolojileriyle bu birleştirme yöntemi endüstri uygulamalarında yerini almıştır. Yapıştırımlı bağlantı dayanımlarının geliştirilmesi üzerine çalışmalar; yapıştırıcı tipi, yapıştırma metodu ve hibrit

bağlantılar (yapıştırırmalı-perçinli v.b.) geliştirilmesi üzerine yoğunlaşmıştır. Ancak son yıllarda yapıştırıcıya farklı tür nanoyapılar ilave edilerek hem yapıştırıcının hemde yapıştırma bağlantılarının mekanik ve termal özelliklerini iyileştirmeye yönelik çalışmalar yapılmaya başlanmıştır.

Yapıştırıcının ve yapıştırma bağlantısının performansını artırmak için yapıştırıcıya ilave edilen nanyapı genellikle karbon nanotüp (CNT) ve karbon siyahı örnekleri olmuştur. Park ve arkadaşları [1] tarafından yayınlanan bir çalışmada, cam/epoksi kompozit bağlantılarında kullanılan epoksi yapıştırıcının karbon siyahı ile modifiye edilmesi durumunu incelemiştir. Sonuçlar, karbon siyahı takviyesinin yapıştırıcının termal genleşme katsayısını düşürdüğünü ve bağlantının yük taşıma kapasitesini yeterli ölçüde arttırdığını belirtmektedir. Ayrıca Sihn ve arkadaşları [2], yapıştırıcıya CNT ilave edilerek elde edilen nanokaompozit yapıştırıcı, yapıştırma bağlantısının termal iletkenliğini artırdığı sonucuna ulaşmışlardır. Ancak epoksi yapıştırıcıyı CNT ile modifiye edilmesinde, CNT ilave oranının bağlantı dayanımı açısından önemli bir parametredir. Hsiao ve arkadaşları [3] bu konuda bir çalışma yürütmüş olup, çalışmanın sonucunda CNT katkı oranı ile bağlantı dayanımı arasında doğru orantının var olduğunu ifade etmişlerdir.

Yapıştırıcıya nanoyapı ilave edilerek yapıştırıcı ve yapıştırılan malzeme arasındaki termal genleşme katsayıları arasındaki farklılığın bir miktar giderilmesiyle bağlantının mukavemetinde artış olmaktadır [4-6]. Ancak yapıştırıcıya eklenen nanoyapı termal çevrimden dolayı oluşan çatlakların ilerlemesini engellemeye yönelik olmadığından bağlantı mukavemetindeki artış sınırlı kalmaktadır. Bu nedenle çatlakların ilerlemesini engelleyerek bağlantının performansını artırmak için yapıştırıcıya fiber yapılar eklenmektedir [7].

Esmaceli ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada [8], eğilme yüklemesi altında yapıştırıcıyla birleştirilmiş tek tesirli bindirme bağlantılarının güçlendirilmesi için kullanılan metal liflerin geometrik ve malzeme parametreleri, deneysel araştırmalar ve sonlu elemanlar modellenmesi kullanılarak incelenmiştir. Deneysel sonuçlara göre, yapıştırma bağlantılarında yapıştırıcı içerisine metal liflerin dahil edilmesi, bağlantının yük taşıma kapasitesi üzerinde önemli bir etkiye sahip olmaktadır. Metal elyaf takviyeli yapıştırma bağlantılarının tasarımında elyafların hacim oranı (lifler ve elyaf çapı arasındaki mesafe), yönelimi ve mekanik özellikleri gibi bazı önemli parametreleri içerir. Sonuç olarak lifler arasındaki mesafenin azaltılması, lif çapının arttırılması ve uzunlamasına lifler için daha sert bir malzeme seçilmesi ile bağlantının

yük taşımasının iyileştirilebileceği ve yapıştırıcı tabakadaki en yüksek normal gerilmelerin azaltılabileceği sonucuna varılmıştır.

Quan ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada ise [9], iki farklı yapıştırıcı içerisine 22 µm çapa sahip sünek lifler çatlak büyüme yönüne bağlı olarak yerleştirilerek, yapıştırıcının mod-I ve mod-II kırılma davranışları deneysel olarak incelemiştir. Çalışmanın sonuçlarına bakıldığında, ilave edilen çelik lifler kullanılan yapıştırıcıların hem mod-I hem de mod-II kırılma enerjilerini artırmaktadır. Bu mod-I ve mod-II kırılma enerjilerindeki iyileşme, çelik lif köprüleme seviyesinin artırılması ve liflerin çatlak büyüme yönüne enlemesine yerleştirildiğinde daha belirgin olduğu ifade edilmiştir.

Fiber ve matrisin birleşmesiyle elde edilen yapısal kompozit malzemeler hemen hemen tüm sektörlerde sıklıkla kullanılmaktadır. Kompozitlerde matrisin görevi fiberleri bir arada tutmak üzerine gelen yükleri fiberlere aktarmak ve fiberleri dış ortamdan korumaktır. Fiberler ise yük taşıma, mukavemet ve çatlak ilerlemesini engelleme görevini üstlenmektedir. Bu bilgiler ışığında yapıştırıcıyla birleştirilmiş bağlantılarda yapıştırıcının mukavemetini artırmak ve yapıştırıcıda oluşan çatlakların ilerlemesini önlemek için yapıştırıcıya fiber yapılar eklenmektedir. Ancak yapıştırıcıya eklenen bu fiber yapıların yapıştırıcı (epoksi) ile arayüzey etkileşiminin sağlanması mukavemet açısından oldukça önemlidir.

Sunulan çalışmada, hem bulk yapıştırıcının hem de alın yapıştırma bağlantısının mukavemetini artırmak için yapıştırıcıya kimyasal yüzey işleme uygulanmış aramid fiber takviyesi yapılmıştır. Farklı uzunluklarda kırılmış aramid fiberlere aseton ve nitrik asit (HNO₃) ile kimyasal yüzey işleme uygulanmıştır. Bu fiberler iki farklı yöntem ile yapıştırıcıya ilave edilerek, bulk ve alın bağlantı üretilmiştir. Üretilen numuneler çeki yüklemesine tabi tutularak yapıştırıcının ve bağlantının dayanımı elde edilmiştir. Ayrıca elde edilen deneysel sonuçlar, scanning electron microscopic (SEM) analizi ve fourier transform infrared spectroscopy (FT-IR) analizi ile doğrulanmıştır.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Sunulan çalışmada, yapıştırıcı olarak yapısal endüstrilerde sıklıkla kullanılan çift bileşenli DP460 (3M Company, St. Paul, MN, ABD tarafından üretilmiş) kullanılmıştır. Alın yapıştırma bağlantılarında ise yapıştırılan malzeme olarak 12 mm çapında silindirik AA2024-T3 alüminyum alaşım malzemesi kullanılmıştır. Çalışmada fiber olarak kırılmış aramid elyaf

(ağırlık: 61gr/m², çözgü/atık: 215/215 tex) kullanılmıştır. Deneysel çalışmalarda kullanılan yapıştırıcı, yapıştırılan malzeme ve elyaf kumaşın mekanik özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir [10].

Çizelge 1. Yapıştırılan malzemenin, yapıştırıcının ve fiberin malzeme özellikleri.

	AA2024-T3	DP 460	Aramid Fiber
E (MPa)	70410 ^{±615}	1984 ^{±43}	124000 ^{±1000}
v	0.33	0.37	-
σ_t (MPa)	476 ^{±17}	38.4 ^{±1.1}	2270 ^{±180}
ϵ_t (%)	16	4.7	1.8

E: Young's modulus; v: Poisson's ratio; σ_t : Ultimate tensile strength; ϵ_t : Ultimate tensile strain

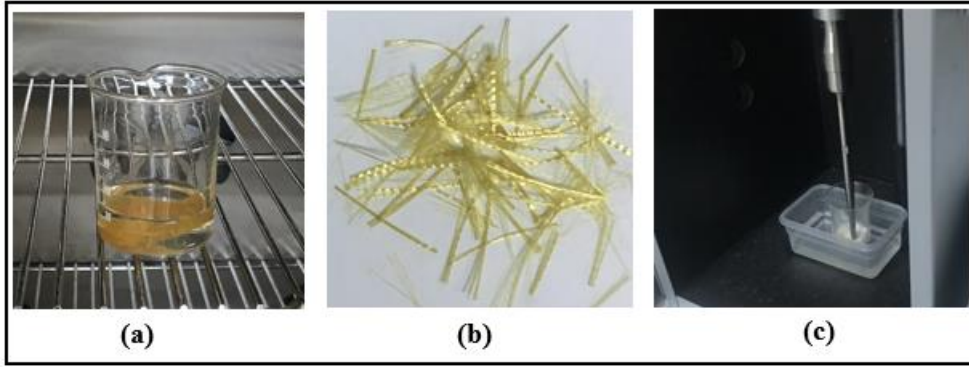
Alın bindirme bağlantısında kullanılan silindirik alüminyum parçalara kimyasal yüzey ön işlemleri (yüzey dağlama işlemi) uygulanmıştır. Uygulanan kimyasal yüzey ön işleminin amacı, parçaların yüzeyindeki oksit tabakasının çıkarılmasıdır. Kimyasal yüzey ön işlemleri için sodyum hidroksit peletinden yapılan ağırlıkça %15 NaOH çözeltisi kullanılmıştır. Alüminyum parçaların yüzeyinden oksit tabakasını çıkarmak için parçalar NaOH çözeltisinde 20 dakika bekletilmiş (Görsel 1a) ve parçalar saf su ile temizlenmiştir (Görsel 1b). Alüminyum parçalar üzerindeki NaOH kalıntısı giderilmesi için, %20 saflığa sahip nitrik asitin (HNO₃) çözeltisinde alüminyum parçalar yaklaşık 2 dakika bekletilmiş ve sonrasında HNO₃ çözeltisi saf su ile temizlenmiştir (Görsel 1c).



Görsel 1: Alüminyum parçalara uygulanan kimyasal yüzey ön işlemleri, a) NaOH çözeltisi ile oksit tabakasını çıkarılması, b) oksit tabakasının çıkarılma sonrası alüminyum parçalar, c) kalıntı NaOH çözeltisi giderilmiş alüminyum parçalar.

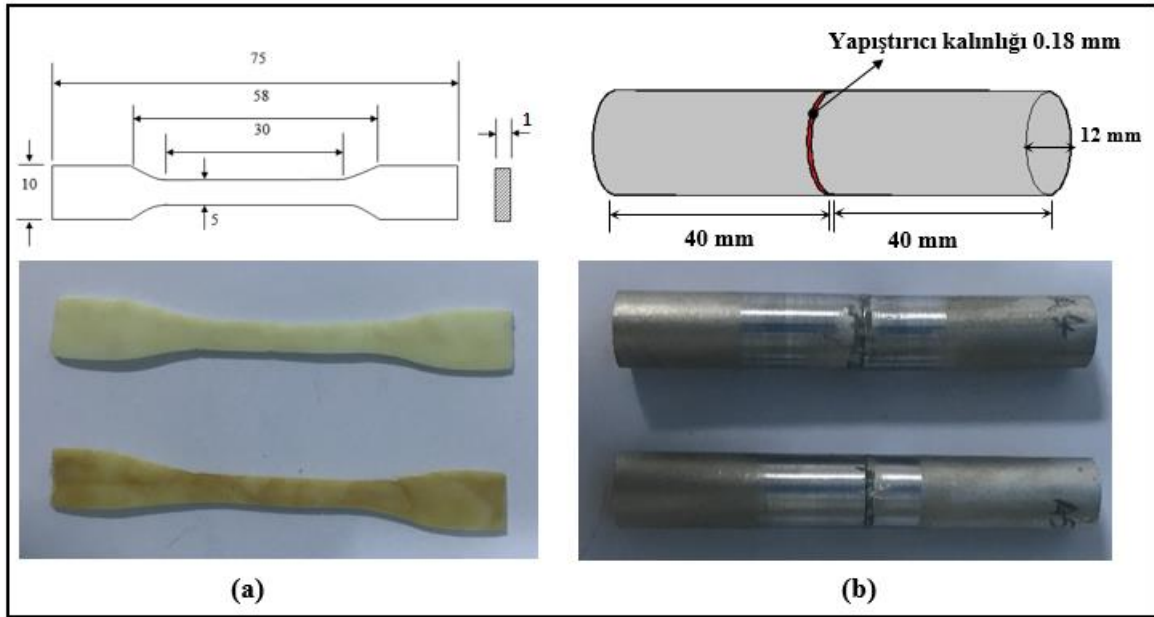
Sunulan çalışmada aramid fiber katkılı yapıştırıcı için fiberlere iki farklı kimyasal yüzey işlemi uygulanmıştır. Bunlardan ilki, aramid fiber kumaş HNO₃ çözeltisinde 100⁰C'de 60 dakika bekletilmiş ve sonrasında saf su ile yıkanmıştır (Görsel 2 a). Saf su ile yıkanan fiber kumaş

120⁰C’de 120 dakika etüvde kurutulmuştur. İkincisi ise, aramid fiber kumaş %95 saflıkta asetonu 10 dakika bekletilmiştir. Daha sonra fiber kumaştan fiberler ayırt edilerek makas yardımıyla 5 ve 20 mm uzunluğunda kesilerek kırılmış fiberler elde edilmiştir (Şekil 2 b). Kimyasal yüzey işlemi uygulanmış aramid fiberlerin yapıştırıcıya eklenmesinde, fiberlerin epoksiye direk eklesi ve epoksinin vizkozitesi aseton ile azaltılarak fiberlerin eklenmesi olarak iki farklı yöntem kullanılmıştır. Fiberlerin epoksiye direk eklesinde, boş bir behere 10 gram epoksi ve yapıştırıcı miktarının ağırlıkça %1 kadar aramid fiber hassas terazi yardımıyla eklenmiştir. Epoksi ve fiber yapı yaklaşık 15 dakika mekanik karıştırma ile karıştırılmış ve sonrasında hızlandırıcı eklenerek yapıştırıcı hazırlanmıştır. Diğer yöntemde ise, boş bir behere epoksi, yapıştırıcı miktarının ağırlıkça %1’ kadar aramid fiber ve epoksi miktarının yaklaşık iki katı kadar aseton hassas terazi yardımıyla eklenmiştir. Daha sonra ultrasonik karıştırıcıda 30KHz frekans değerinde 20 dakika karıştırılmıştır (Görsel 2 b). Buradaki amaç fiberlerin ıslanabilirliğini artırmak ve yapıştırıcı içerisinde homojen dağılmasını sağlamaktır. Epoksi, fiber ve aseton bulunan beher, 50⁰C sıcaklıkta bekletilerek asetonun buharlaşması sağlanmış ve sonrasında hızlandırıcı eklenerek yapıştırıcı hazırlanmıştır. Bu yöntem ilk olarak Tübitak 1001 kapsamında yapılan bir projede uygulanmıştır [11].



Görsel 2: a) HNO₃ çözeltisi içerisinde fiber kumaş, b) 20 mm uzunluğunda kırılmış aramid fiber, c) ultrasonic karıştırma.

Fiber yapı katkılı veya katkısız bulk numune ve alın bağlantı numune üretiminde, kalınlığın ve boyutlarının ayarlanabilmesi için özel kalıplar kullanılmıştır. Yapıştırıcılardan elde edilen bulk tabakalar Görsel 3 a’da verilen ISO 2818 [12] numune boyutlarında kesilmiştir. Ayrıca Görsel 3 b’de verilen alın bağlantının geometrik parametreleri göz önüne alınarak alın bağlantı test numuneleri üretilmiştir.



Görsel 3: a) Standart bulk numune boyutları ve örnekleri, b) Alın bağlantı geometrisi ve numune örnekleri.

Sunulan çalışmada, çift bileşenli DP460 yapısal yapıştırıcının performansını iyileştirmek için, kimyasal yüzey işlemi uygulanmış aramid fiberler ilave edilmiştir. Üretilen fiber katkılı kompozit yapıştırıcıların ve alın bağlantıların çeki testi altında dayanımları incelenmiştir. Deneysel çalışmada kullanılan parametreler Çizelge 2’de verilmiş ve her bir parametreden 3 numune üretilmiştir.

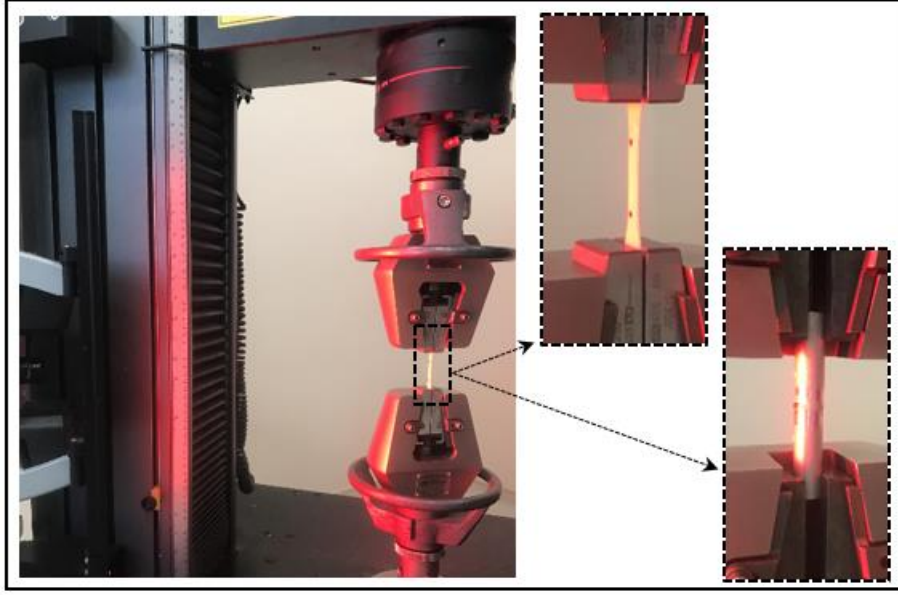
Çizelge 2. Deneysel çalışmada kullanılan parametreler.

Kod	Numune	Kimyasal yüzey işleme	Fiber ilave yöntemi	Fiber uzunluğu
B-0	Bulk	-----	-----	-----
B-1	Bulk	Aseton	Epoksi+fiber mekanik karıştırma	5
B-2	Bulk	Aseton	Epoksi+fiber+aseton ultrasonic karıştırma	5
B-3	Bulk	HNO ₃	Epoksi+fiber+aseton ultrasonic karıştırma	5
B-4	Bulk	Aseton	Epoksi+fiber+aseton ultrasonic karıştırma	20
B-5	Bulk	HNO ₃	Epoksi+fiber+aseton ultrasonic karıştırma	20
A-0	Alın bağlantı	-----	-----	-----
A-1	Alın bağlantı	Aseton	Epoksi+fiber mekanik karıştırma	5
A-2	Alın bağlantı	Aseton	Epoksi+fiber+aseton ultrasonic karıştırma	5
A-3	Alın bağlantı	HNO ₃	Epoksi+fiber+aseton ultrasonic karıştırma	5
A-4	Alın bağlantı	Aseton	Epoksi+fiber+aseton ultrasonic karıştırma	20
A-5	Alın bağlantı	HNO ₃	Epoksi+fiber+aseton ultrasonic karıştırma	20

Yapıştırıcının ve yapıştırma bağlantıların çekme testi bilgisayar kontrollü Instron-5982 (USA) üniversal çekme cihazında, 1 mm/dk’lık çekme hızında yapılmıştır. Ayrıca test esnasında yer

değiştirme verilerini video ekstensometre ile daha hassa elde etmek için numune üzerine gauge length çizilmiştir (Görsel 4).

Yapıştırıcının ve yapıştırma bağlantılarına uygulanan çekme test prosedürü Görsel 4’de verilmiş olup, bağlantıların ortalama hasar yükleri ve hasar yüzeyleri elde edilmiştir. Ayrıca fiber yapı katkılı ve katkısız yapıştırıcıların kimyasal doğasını ve etkileşimini incelemek için fourier transform infrared spectroscopy (FT-IR) analizi yapılmış olup, nitrik asit ile oksidasyonu uygulanan aramid fiberlerin yüzey morfolojisi scanning electron microscope (SEM FEI-Quanta 250) ile incelenmiştir.



Görsel 4. Çeki testi uygulama prosedürü.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Kimyasal yüzey işlemi uygulanmış aramid fiberler ilave edilerek elde edilen kompozit yapıştırıcının bulk ve alın bağlantı deneysel verileri Çizelge 3’de verilmiştir. Bu veriler herbir parametreden üç numune test edilerek ortalama değerler elde edilmiştir. Ayrıca yer değiştirme verilerini karşılaştırabilmek için bulk numunelerde 150N, alın bağlantılarında ise 2000N’luk yüke karşılık gelen yer değiştirme verileri kullanılmıştır.

Bulk numunelerden elde edilen ortalama hasar yükleri göz önüne alındığında, herhangi bir işlem uygulamadan yapıştırıcıya fiber yapı ilave edilmesi (B-1) yapıştırıcının hasar yükünü yaklaşık % 8 artırmaktadır. Ancak epoksinin aseton ile vizkozitesinin düşürülmesi ve böylece

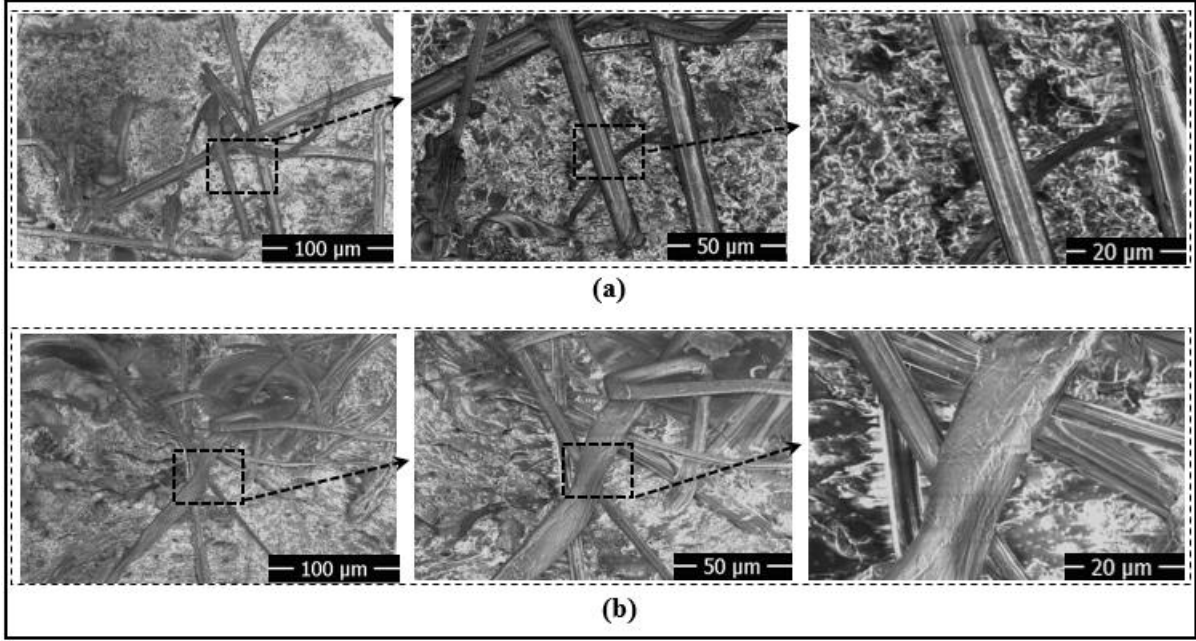
fiberlerin ıslanabilirliğinin artırılması (B-2) yapıştırıcının hasar yükünü yaklaşık %17 artırmaktadır. Yapıştırıcıya fiberlerin ilave edilmeden önce fiberlerin yüzeyindeki oksidatif grupların artırılması için HNO₃ çözeltisi kullanılarak kimyasal yüzey işlemi uygulanması (B-3), yapıştırıcının hasar yükünü yaklaşık %26 artırmaktadır. Yapıştırıcıya ilave edilen fiberlerin uzunluğunun etkisini incelemek için yapıştırıcıya 5 mm ve 20 mm uzunluğunda kırılmış fiberler eklenmiştir. Kimyasal yüzey işlemi uygulanmış 5 mm uzunluğunda fiber katkılı yapıştırıcının (B-3) hasar yüküne göre, fiber uzunluğu 20 mm'ye çıkarıldığında (B-5) yapıştırıcının hasar yükü yaklaşık %4 artmaktadır.

Çizelge 3. Deneysel çalışmadan elde edilen ortalama hasar yükü, gerilme ve yer değiştirme verileri.

Kod	Ortalama Hasar Yükü (N)	Gerilme (MPa)	Yer değiştirme (mm)
B-0	168.6	37.46 ^{±1.3}	0.91
B-1	182.3	40.42 ^{±1.5}	1.14
B-2	197.7	43.84 ^{±1.4}	1.23
B-3	212.2	47.05 ^{±1.1}	1.12
B-4	206.4	45.76 ^{±1.6}	1.37
B-5	220.1	48.80 ^{±1.2}	1.21
A-0	2931	25.92 ^{±0.8}	0.36
A-1	3269	28.90 ^{±1.3}	0.43
A-2	3670	32.45 ^{±1.2}	0.54
A-3	4264	37.70 ^{±1.4}	0.39
A-4	4142	36.62 ^{±1.1}	0.58
A-5	4432	39.17 ^{±1.3}	0.42

Deneysel çalışmadan elde edilen alın bağlantı sonuçları incelendiğinde, fiber yapı katkısız bağlantının (A-0) hasar yüküne göre, 5 mm uzunluğunda kırılmış aramid fiber katkılı bağlantının (A-2) hasar yükü yaklaşık % 25 artmaktadır. Yapıştırıcıya ilave edilen fiberlerin kimyasal işleme tabi tutulması (A-3) bağlantının hasar yükündeki bu artışı yaklaşık % 45 çıkarmaktadır. Ancak yapıştırıcıya ilave edilen fiberlere hem kimyasal işlem uygulanması hem de fiber uzunluğunun 20 mm olması (A-5) bağlantının hasar yükünü yaklaşık % 51 artırmaktadır. Yapıştırıcıya fiber yapıların eklenmesi hem yapıştırıcının hem de bağlantının dayanımını artırmasının nedeni olarak, yükleme esnasında oluşan ve hasara neden olan kılcal çatlakların ilerlemesi fiber yapılar tarafından engellenmesidir. İlave edilen bu fiberlerin oranı değiştirilmeden sadece uzuluklarının artırılması, yükleme esnasında oluşan kılcal çatlakların fiber etrafını dolanarak hasar uğramasını engelleyerek, yükün fiberler tarafından taşınmasını artırmaktadır. Bu durum bağlantının hasar yükünü artırmaktadır. Ayrıca fiberlere kimyasal işlem uygulanması hem yapıştırıcının hem de bağlantının mukavemetini artırmasının nedenini açıklamak için, Görsel 5'de verilen kimyasal yüzey işlemi uygulanmamış (B-2) ve kimyasal yüzey işlem uygulanmış (B-3) yapıştırıcıdan alınan SEM görüntülerin incelenmesi

gerekmektedir. Bu görüntüler incelendiğinde, HNO_3 çözeltisi ile kimyasal işleme tabi tutulan fiberlerin yüzeyindeki oksidatif gruplar artmıştır (Şekil 5 b). Bu oksidatif gruplar, epoksi ile fiber arasındaki yüzey enerjisini azaltarak epoksi ile fibrin daha iyi dispersiyon oluşturması hem de adhesive çekim kuvvetlerini iyileştirilmesi sağlanmıştır. Fiberlerin epoksiden kolay sıyrılmasını engelleyen bu durum yapıştırıcının performansını artırmaktadır.

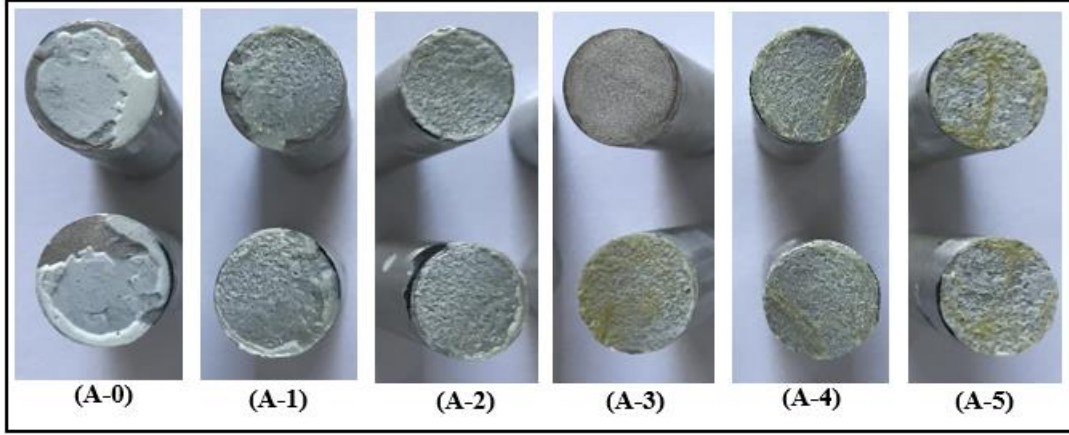


Görsel 5. Kimyasal yüzey işlemi uygulanmamış ve HNO_3 çözeltisi ile işlem uygulanmış fiberlerin SEM görüntüleri, a) B-2 yapıştırıcı tipi, b) B-3 yapıştırıcı tipi.

Çizelge 3’de verilen gerilme değerleri, ortalama hasar yüklerinin bulk yapıştırıcının ve alın bağlantının yüzey alanına bölünerek elde edilmiştir. Gerilme değerleri incelendiğinde ortalama hasar yüklerine paralel doğrultuda sonuçlar olduğu görülmektedir. Deneylerde kullanılan test cihazının ekstensometrisinden elde edilen nihayi yerdeğiştirme verileri incelendiğinde (Çizelge 3), yapıştırıcıya aramid fiber ilave edilmesi yapıştırıcının yer değiştirme kapasitesini bir miktar artırmaktadır. Ancak fiber yapıya HNO_3 çözeltisi ile kimyasal işlem uygulanması hem yapıştırıcının hem de bağlantının yer değiştirme kapasitesini azaltarak, yapıştırıcıyı sertleştirmektedir.

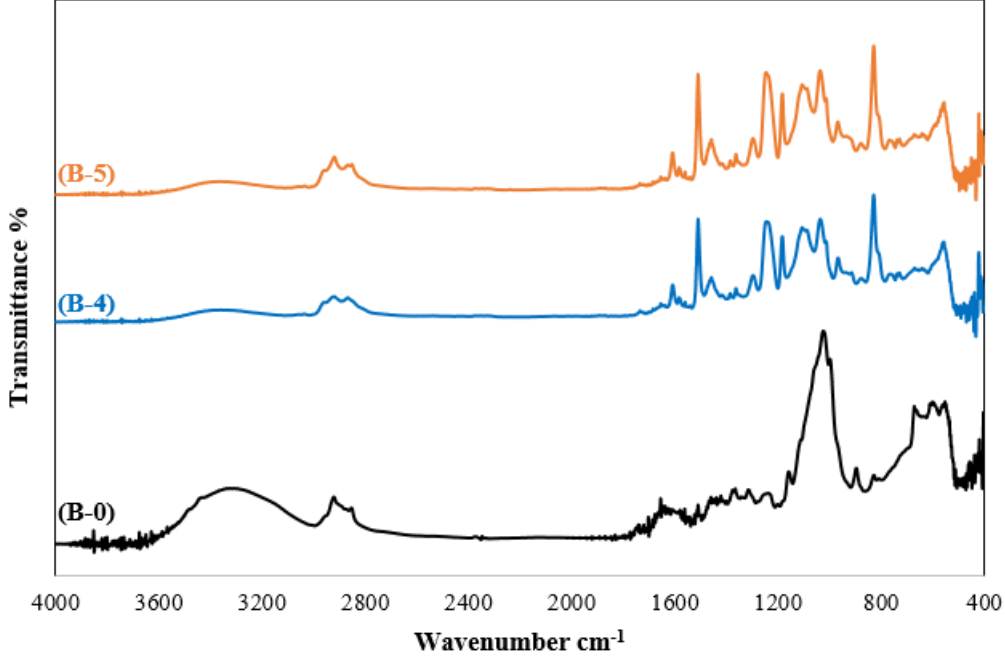
Yapıştırma bağlantılarında, test sonrası oluşan hasar modları ISO 10365 [13] standardında tanımlanmıştır. Bu standarda göre, yapıştırıcı ile alüminyum malzeme ara yüzeyinde oluşan kopma olayı adhezyon hasar, yapıştırıcı tabakasının arayüzeyinde oluşan kopma olayı kohezyon hasar ve bu iki hasar modunun birlikte durum ise karışık karışık-mod hasar olarak

tanımlanmaktadır. Bu bilgiler ışığında Görsel 6’da verilen alın bağlantılarının hasar yüzeyleri incelendiğinde, fiber yapı katkısız alın bağlantıda (A-0) karışık hasar modu oluşurken, kimyasal yüzey işlenli fiber yapı katkılı bağlantılarda (A-1, A-2, A-3, A-4 ve A-5) kohezyon hasar modu oluşmaktadır. Yapıştırıcıya kimyasal yüzey işlenli fiber yapı ilave edilmesi yapıştırıcının alüminyum yüzeyine tutunma kabiliyetini artırdığı görülmektedir. Bu durum bağlantının hasar yükünü artırma ile sonuçlanmaktadır.



Görsel 6. Yapıştırıcıyla birleştirilmiş alın bağlantılarının hasar yüzeyleri.

Görsel 7’de, katkısız DP460 yapısal yapıştırıcının, işlenmemiş ve asitle işlenmiş karbon fiber karbon fiber (CF) içeren yapıştırıcıların FTIR spektrumlarını verilmiştir. DP460 yapısal saf yapıştırıcının spektrumundaki 3440 cm^{-1} civarındaki pikler hidroksil grubuna (-OH) bağlanırken, 2916 , 2848 ve 2933 cm^{-1} deki pikler sırasıyla asimetric ve simetric C-H gerilmesine, -CH_3 grubunun asimetric C-H gerilmesine ve -CH_2 grubunun asimetric C-H gerilmesine atfedilebilir. Ayrıca 1609 , 1560 , 1508 ve 1449 cm^{-1} deki piklerin aromatik C-C gerilme titreşimine karşılık geldiği söylenebilir. 1228 , 1301 , 1122 ve 1033 cm^{-1} de görülen pikler ise sırasıyla asimetric -CH_2 deformasyonunu, asimetric aromatik C-O gerilmesini, asimetric alifatik C-O gerilmesini ve simetric aromatik C-O gerilmesini de gösterebilir. Diğer taraftan 960 , 893 ve 889 cm^{-1} deki piklerin epoksit halka titreşimlerine, 792 cm^{-1} deki piklerin ise aromatik -CH 'nin düzlem dışı deformasyonuna karşılık geldiği söylenebilir.



Görsel 7. Aramid fiber katkılı ve katkısız DP460 yapısal yapıştırıcıların FT-IR spektrumları.

Görsel 7’de verilen işlem görmemiş (B-4) ve asitle işlem görmüş aramid fiber (B-5) numunelerinin spektrumları incelendiğinde, 3453 cm^{-1} ’deki pikin hidroksil (-OH) gruplarına, 2934 ve 2849 cm^{-1} ’deki pikin metilen grubuna karşılık geldiği söylenebilir. Ek olarak 1772 cm^{-1} ’deki düşük şiddetli tepe C=O titreşimlerine, 1600-1700 cm^{-1} arasındaki tepeler ise C=C titreşimine karşılık gelmektedir. Asitle kimyasal yüzey işlemi uygulanmış aramid fiber spektrumunda -CO ve -COOH gruplarını gösteren tepe noktalarının görünümü, aramid fiber yüzeyinde oksijen gruplarının oluşumunu açıkça gösterebilir. Diğer taraftan tüm spektrumlarda 901 cm^{-1} ’deki pikler epoksi gruplarının esneme titreşimlerine, 830 cm^{-1} ’deki pikler ile 3368 ve 1560 cm^{-1} ’deki pikler sırasıyla C-O gerilme titreşimlerine ve N-H titreşimlerine ilişkilendirilebilir.

Saf yapıştırıcının epoksi grubunu gösteren pikin yoğunluğundaki azalma, aynı zamanda bu grup ile oksijen grupları arasındaki yapıştırıcı etkileşimlerine de atfedilebilir.

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Sunulan çalışmada hem bulk yapıştırıcının hem de alın yapıştırma bağlantısının mukavemetini artırmak için yapıştırıcıya iki farklı yöntem ile kimyasal yüzey işlemi uygulanmış aramid fiber takviyesi yapılmıştır. Aramid fiberler kimyasal yüzey işlemi olarak, aseton ve nitrik asit

(HNO₃) çözeltisi kullanılmıştır. Ayrıca fiber uzunluğu olarak ise 5 mm ve 20 mm uzunluğunda kırılmış fiberler kullanılmıştır. Bulk ve alın bağlantıların çeki testi uygulaması sonrası elde edilen sonuçlar;

Yapıştırıcıya aramid fiber yapının direkt ilave edilmesi yapıştırıcının hasar yükünü yaklaşık % 8 artırırken, yapıştırıcının epoksi kısmının vizkozitesinin düşürülerek ilave edilmesi yapıştırıcının hasar yükünü yaklaşık % 17 artırmaktadır.

Fiberlere HNO₃ çözeltisi ile kimyasal yüzey işlemi uygulanması yapıştırıcının mukavemetini yaklaşık % 26 artırmaktadır. Ayrıca yapıştırıcıya ilave edilen fiber yapı uzunluğunun yapıştırıcı mukavemetine etkisi ise %4 olmaktadır.

Yapıştırıcıya 5 mm uzunluğunda kırılmış aramid fiber eklenerek elde edilen alın bağlantının yük taşıma kapasitesi yaklaşık %25 artarken, yapıştırıcıya ilave edilen fiberlerin HNO₃ kimyasal işleme tabi tutulması bağlantının yük taşıma kapasitesini yaklaşık % 45'e çıkarmaktadır.

DeneySEL çalışmadan elde edilen veriler, yapıştırıcıdan alınan SEM görüntüleri, FTIR analizleri ve bağlantıların hasar yüzeylerinden elde edilen sonuçlar ile oldukça uyumludur.

KAYNAKÇA

- [1] Park, S.W., Kim, B.C., ve Lee D.G. Tensile strength of joints bonded with a nano-particle-reinforced adhesive, *Journal of Adhesion Science and Technology*, 23, 1, 95-113, 2009.
- [2] Sihn, S., Ganguli, S., Roy, A.K., Qu, L., ve Dai, L. Enhancement of through-thickness thermal conductivity in adhesively bonded joints using aligned carbon nanotubes, *Composites Science and Technology*, 68, 658-665, 2008.
- [3] Hsiao, K.T. Use of epoxy/multiwalled carbon nanotubes as adhesives to join graphite fibre reinforced polymer composites, *Nanotechnology*, 14, 7, 791-793, 2003.
- [4] Akpınar, I.A., Gurses, A., Akpınar, S., Gultekin, K., Akbulut, H. ve Ozel, A. Investigation of mechanical and thermal properties of nanostructure-doped bulk nanocomposite adhesives, *The Journal of Adhesion*, 94, 847-866, 2018.

- [5] Akpınar, S. ve Akpınar, I.A. Effect of nanostructured reinforcement of adhesive on thermal cycling performance of a single-lap joint with composite adherends, *Composites Part B: Engineering*, 175, Article 107106, 2019.
- [6] Akpınar, S. ve Özel, A. Experimental and numerical determination of the thermal cycle performance of joints obtained with nanostructure-doped nanocomposite adhesives, *Composites Part B: Engineering*, 174, Article 106959, 2019.
- [7] Akpınar S, Avinc Akpınar I. Influence of carbon and glass fiber reinforced composite adhesive on the strength of adhesively bonded joints, *Materials Testing*, 65, 5, 802-814. 2023.
- [8] Esmaeili, E., Razavi, S.M.J., Bayat, M. ve Berto, F. Flexural behavior of metallic fiber-reinforced adhesively bonded single lap Joint, *The Journal of Adhesion*, 94, 6, 453-472, 2018.
- [9] Quan, D., Urdániz, J.L., Rouge, C. ve Ivanković, A. The enhancement of adhesively-bonded aerospace-grade composite joints using steel fibre, *Composite Structures*, 198, 11-18, 2018.
- [10] Çalık A. Akpınar S, The effect of fiber length and structure on joint strength in bonded joints with fiber-reinforced composite adhesive, *International Journal of Adhesion & Adhesives*, 124, Article 103365, 2023.
- [11] Akpınar S., Akbulut H., Özel A., Avinç Akpınar İ., Kanar B. Improving the Thermal Cycle Performance of Structural Adhesives Used in Aerospace with Carbon Nanostructure Additives, *Tubitak*, Project number 114M408, 2018.
- [12] ISO 2818, *Plastics- Preparation of test specimens by machining*, 2009.
- [13] ISO 10365, *Adhesives-Designation of main failure patterns*, 1992(E).

Be_xZn_(1-x)O BİLEŞİĞİNDE OPTİK ÖZELLİKLERİN TEORİK OLARAK İNCELENMESİ

Prof. Dr. Hamza Yaşar OCAK

Marmara Üniversitesi, ORCID ID 000-0003-3094-3459

ÖZET

Be_xZn_(1-x)O bileşiği Be yoğunluğuna bağlı olarak yarı iletken yapıdan metalik yapıya doğru geçiş özelliğine sahiptir. Bu nedenle bu bileşiğin optik özellikleri Be yoğunluğuna bağlı olarak CASTEP programı yardımıyla incelenmiştir. Optik özelliklerden statik dielektrik sabiti, kırılma indisi, soğurma foton enerjisi, enerji kayma fonksiyonu ve yansıtırlık parametreleri hesaplanmıştır. Bu çalışma sonucunda Be oranının artmasıyla statik dielektrik sabiti ve kırılma indisinin azaldığı, soğurma foton enerjisinin, enerji kayma fonksiyonunun ve yansıtırlılığın arttığı gözlemlenmiştir. Bu sonuçlar, Be oranı arttıkça bileşiğin metalik özellikler kazandığı şeklinde yorumlandı.

Anahtar Kelimeler: BeZnO Bileşiği, CASTEP, Dielektrik Sabiti, Kırılma İndisi, Yansıtırlık

1. GİRİŞ

BeZnO bileşikleri ince filmler üzerinde çalışan birçok araştırmaya konu olmaktadır. Çünkü üçlü bileşikler, çok farklı amaçlar için kullanım alanları itibariyle ilgi odağı olmaya devam etmektedir. Özellikle In_(x)Zn_(1-x)O, Cd_(x)Zn_(1-x)O, Mg_(x)Zn_(1-x)O ve Be_(x)Zn_(1-x)O gibi bileşikler üzerine çalışmalar yapılmıştır [1-3]. ZnO tabanlı oksitler: MgZnO, CdZnO ve BeZnO en çok çalışılan oksit türleridir. Bu tür yapıların enerji bant aralığı ZnO' dan daha büyük olabileceği gibi daha küçüğe olabilmekte ve ZnO tabanlı alaşımlar ise, daha çok ince film üretmek için kullanılabilir. Bu konudaki ilk çalışmalardan biri Mg_(x)Zn_(1-x)O üçlü alaşımıdır [4,5].

İki değerli metal oksitler olarak MgO ve CdO; geniş enerji bant aralığından dolayı mühendislik ve optik sistemlerde enerji daraltması için ortak bir strateji olarak ZnO'yla alaşım yapmak amacıyla kullanılmaya başlanmıştır. ZnO; 3.4 eV bant aralığı enerjisine, 60 MeV bağlanma enerjisine, güçlü bir emisyon, geniş bir doyma hızına ($3,2 \cdot 10^7$ cm/s), yüksek bozulma gerilimine, düşük maliyete, yüksek kristal kalitesine ve yüksek radyasyon direncine sahip olmasından dolayı UV uygulamalar için önemli bir yarı iletken malzemedir [2].

ZnO, MgO, CdO gibi ikili oksit alaşımlarının elektronik yapıları üzerinde birkaç teorik çalışma olmuştur [3-5]. Son zamanlarda ise Fan ve arkadaşları tarafından kaya tuzu ve wurtzite yapılarla ilgili A_(x)Zn_(1-x)O (A=Ca, Cd, Mg) sistematik çalışmalar yapıldı. Alaşımların toplam enerjileri, yapısal özellikleri ve enerji bant aralıkları hesaplamak için tasarlanmış bir superörgü kullanıldı [6]. Mg_(x)Zn_(1-x)O' nun bant aralığı, $x > 0.33$ durumları için oda sıcaklığında 3.99 eV' un üzerine olmasından dolayı buna alternatif olarak ZnO ve MgZnO zenginleştirilerek yeni süper örgüler oluşturuldu [6].

BeO ($E_g=10.6$ eV) daha geniş bant aralığı modülasyonu elde etmek için iyi bir bileşiktir. BeO'nun çekici bir özelliği de ZnO gibi aynı hegzagonal wurtzide yapıya sahip olmasıdır. Be yoğunluğu 0' dan %100' e kadar değiştirildiğinde ZnO ve BeO'nun hiçbir faz ayrımı gözlemlenmemiştir. Ancak yüksek derecede zehirliliğinden dolayı $Be_{(x)}Zn_{(1-x)}O$ alaşımı çok tercih edilmemiştir[1,6].

Son zamanlarda, tek başına ya da yarı iletken olarak aktif fotonik tabakalara şekil vermek için farklı kombinasyonlarla, geniş bir dizi dalga boyu değerleri üstünde bir ya da birçok şekilde dalga yayabilen, yarı iletken cihazlarda kullanılabilen $Be_{(x)}Zn_{(1-x)}O$ alaşımları ince film şeklindeki yapılar için detaylı çalışılmaya başlandı[7,8]. $Be_{(x)}Zn_{(1-x)}O$ üçlü alaşımının bant aralığı 3,4 eV (ZnO) - 10,6 eV (BeO) arasında değişmektedir [8,9]. $Be_{(x)}Zn_{(1-x)}O$ bileşiği özellikle optoelektronik ve elektronik cihazlarda, katıhal aydınlatmaları, güneş pilleri, alan-etki transistörleri, UV dedektörler, kimyasal sensörler ve bu yapıların sentezlenmesiyle tek boyutlu nano ince filmler, UV optoelektronik uygulamalar, UV lazerler ve LED'ler de başarıyla kullanılmaktadır [6,10].

$Be_xZn_{(1-x)}O$ ' nun bazı kullanım alanları: Optoelektronik ve elektronik cihazlarda, katıhal aydınlatmaları, güneş pilleri, alan-etki transistörleri, UV dedektörler, kimyasal sensörler bu yapıların sentezlenmesiyle de ince filmler tek boyutlu nano yapılar, UV optoelektronik uygulamalar, UV lazerler ve LED'ler) olarak sıralanabilir [11,12].

Bu çalışmada, hegzagonal geniş enerji bant aralığındaki $Be_{(x)}Zn_{(1-x)}O$ bileşiği ($x=0-0,125-0,25-0,375-0,5-0,625-0,75-0,875-1,0$) aralığında incelendi. Hesaplamalarda iyonik potansiyel, sözde potansiyel olarak kullanıldı ve elektronik dalga formu bir düzlem dalga fonksiyonu ile genişletildi. GGA, Genelleştirilmiş Gradyen Yaklaşımı, PBE, Perdew-Burke-Ernzerhof ile genişletildi. Düzlem dalga enerji kesimi 450 eV ve hesaplama hassasiyeti 2.0-5.0 eV/atom olarak alınarak 16 atomlu supercell örgü kullanıldı. Optik özelliklerden her bir Be yoğunluğu için statik dielektrik sabiti, kırılma indisi, soğurma foton enerjisi, enerji kayma fonksiyonu ve yansıtırlık parametreleri ayrı ayrı hesaplandı.

2. TEORİK ÇALIŞMALAR

2.1. Yoğunluk Fonksiyonel Teoremi

Yoğunluk fonksiyonel teorisinin temelleri 1927 yılında Thomas ve Fermi tarafından yapılan çalışmaları esas alan Hohenberg-Kohn ve Kohn-Sham tarafından atılmıştır. Kuantum mekaniğinin, moleküllerinin veya katı yapıların anlaşılmasında hızlı gelişmelere karşın, elde edilmiş olan analitik denklemlerin analitik veya sayısal çözümlerinde de birçok zorluklarla karşılaşmıştır. Zira Schrödinger denklemlerinin N cisimli bir sistem için çözülmesi, genellikle olanak dışı kalmıştır. Yoğunluk fonksiyonel teorisi (DFT), kuantum mekaniğini son derece

karmaşık ve gözlenemeyen dalga fonksiyonu yerine, gözlenebilir ve kolayca işlem yapılabilen elektron yoğunluğu formunu kapsar [13].

DFT’de yerel yoğunluk yaklaşımı (LDA) değiş-tokuş korelasyon (EXC) enerjisini belirlemede en yaygın yöntemdir. Yaklaşımın hem hesaplama kolaylığı olduğu hem de şaşırtıcı derece doğru sonuçlar verdiği görülmüştür. Buna göre bir molekül ya da katıda her noktadaki elektron çevresindeki elektronlarla etkileşim içinde olduğu ve bu molekül ve katının her bir noktasının belirli bir elektron yoğunluğuna sahip olduğu kabul edilir. Tüm moleküllerin ve katıların hacim elemanları üzerinden alınacak katkı integrali toplam değiş tokuş korelasyon enerjisini verir. Yerel yaklaşım için temel mantık, katılar içindeki yoğunluğun yavaş değişmesi ve değiş-tokuş ve korelasyonun etkilerinin aralığının da kısa olmasıdır [13, 14]. LDA yaklaşımındaki elektron yoğunluğu ile ilgili yaklaşım bazı durumlarda istenen keskinlikte sonuçlar vermemektedir. Yoğunluk gradyentinin büyük değerlere sahip olması durumunda ve LDA (yerel yoğunluk yaklaşımı) nın yetersiz olduğu durumlarda GGA (genelleştirilmiş gradient yaklaşımı) kullanılır. Yani; elektron yoğunluğunun yerel değerleri üzerindeki değiş-tokuş korelasyon enerjisini ihmal etmek için yerel tanımlamaların sınırlandırılmasına GGA denir [14].

2.2. Hesaplama Yöntemi

Bu çalışmada, $Be_xZn_{(1-x)}O$ alaşımlarının hesaplamalarında Material Studio programının CASTEP ve DMol3 modülleri kullanılmıştır. LDA (yerel yoğunluk yaklaşımı) ve GGA (genelleştirilmiş gradyent yaklaşımı) yaklaşımı altında wurtzite fazda PBE (Perdew-Burke-Ernzerhof) fonksiyoneli ve ultrasoft sözde potansiyelde k-nokta sayısı $4 \times 4 \times 4$ kullanılarak sabit basınç altında, alaşıma ait temel optik özellikler hesaplanmıştır. Bütün hesaplamalarda 450 eV kesilim enerjisi ve 0,1GPa maksimum basınç kullanılmıştır [15]. Birim hücrede on altı atom bulunan süper örgü tasarlanmış ve temel hücre oluşumunda olası x değerleri ($x=0.0-0,125-0,25-0,375-0,5-0,625-0,75-0,875-1.0$) alınmıştır.

3. TEORİK ÇALIŞMALAR

Bu çalışmada $Be_xZn_{(1-x)}O$ alaşımlarının optik özellikleri incelenmiştir. Hesaplanan optik özellikler Be yoğunluğundaki değişimler dikkate alınarak yorumlanmıştır. Bu kapsamda optik özellikler olarak bilinen statik dielektrik fonksiyonu, kırılma indisi, soğurma katsayıları, enerji kayıp fonksiyonu ve yansıtma özelliği konu edilmiştir. Bir katının optik özellikleri, üzerine gelen ışıktan kaynaklanan zamana bağlı elektromanyetik pertürbasyona elektronların verdiği tepki olduğundan, bir katının optik özelliklerini hesaplamak, optik tepki fonksiyonu yani kompleks dielektrik fonksiyonunu hesaplamak demektir [16].

Bir maddenin elektronik uyarılma spektrumu genellikle frekansa bağlı kompleks dielektrik fonksiyonuna göre tanımlanır. Dielektrik fonksiyon malzemelerin yalıtkanlığını tanımlar. Ayrıca yasak enerji aralığı da malzemenin ne kadar yalıtkan ya da ne kadar iletken olduğunu belirler. Dolayısıyla dielektrik fonksiyon hesaplanarak malzemenin optik özellikleri elde edilebilir. Dielektrik fonksiyonu $\epsilon(\omega) = \epsilon_1(\omega) + i\epsilon_2(\omega)$, eşitliği ile hesaplanır. Burada $\epsilon_1(\omega)$ reel, $\epsilon_2(\omega)$ ise, sanal kısım tepki bilgilerini içerir. Başka bir ifadeyle reel kısım (ϵ_1), malzemenin

yalıtkanlığına ait fiziksel özelliği gösterirken sanal kısım (ϵ_2) ise, malzemedeki enerji kayıplarını gösterir.

Kırılma indisi $n(\omega)$ ve sönüm katsayısı $k(\omega)$ dielektrik tensörünün bileşenleri yardımıyla $n(\omega) = 0,707 [\epsilon_1(\omega) + (\epsilon_1^2(\omega) + \epsilon_2^2(\omega))^{0,5}]$, $k(\omega) = 0,707 [-\epsilon_1(\omega) + (\epsilon_1^2(\omega) + \epsilon_2^2(\omega))^{0,5}]$ denklemleri yardımıyla hesaplanır. Soğurma katsayısı $\alpha(\omega)$ ise, $\alpha(\omega) = (\sqrt{2}\omega) [-\epsilon_1(\omega) + (\epsilon_1^2(\omega) + \epsilon_2^2(\omega))^{0,5}]$ eşitliğinden hesaplanır.

Bantlar arası geçiş durumunda, plazmon uyarılmaları ortaya çıkar. Hacimdeki kayıp saçılmalar doğrudan enerji kayıp fonksiyonu ile bağlantılıdır. Enerji kayıp fonksiyonu $L(\omega)$, $\epsilon_1(\omega)$ ve $\epsilon_2(\omega)$ 'ye bağlı olarak tanımlanır: $L(\omega) = \text{Im} [-1/\epsilon(\omega)] = \epsilon_2(\omega) / (\epsilon_1^2(\omega) + \epsilon_2^2(\omega))$. Yansıtma özelliği ise, $R(\omega)$ dielektrik tensörü yardımıyla: $R(\omega) = [(\epsilon(\omega))^{0,5} - 1 / (\epsilon(\omega))^{0,5} + 1]^2$ şeklinde verilir. Kristalin yüzey yönelimi optik eksene paralel ise kristalin yansıması Frensel eşitliklerinden de türetilebilir [16].

4. SONUÇLAR VE GENEL DEĞERLENDİRME

$\text{Be}_{(x)}\text{Zn}_{(1-x)}\text{O}$ alaşımı için yukarıda tanımlanan denklemler yardımıyla hesaplanan optik parametreler çizelge 1 ve 2 de verildi.

Çizelge 1: $\text{Be}_{(x)}\text{Zn}_{(1-x)}\text{O}$ alaşımına ait dielektrik sabitleri.

X	ϵ_{1i}	ϵ_{2i}	$\epsilon_{1\max}$	$\epsilon_{2\max}$	$\epsilon_{1\min}$	$\epsilon_{2\min}$
0,0	4,05	0,014	4,43	3,01	-0,95	0,46
0,125	3,6953	0,0077	3,9805	3,4274	-0,99232	0,3897
0,25	3,3594	0,00146	3,6487	3,8552	-1,0525	0,32052
0,375	3,1287	$3,15 \times 10^{-5}$	3,4623	4,1426	-1,11265	0,3756
0,5	2,93902	$3,0 \times 10^{-6}$	3,38445	4,43	-1,17444	0,4306
0,625	2,8229	$2,75 \times 10^{-6}$	3,4032	4,2435	-1,2518	0,4752
0,75	2,7362	$2,1 \times 10^{-6}$	3,6023	4,063	-1,34763	0,52024
0,875	2,7117	$1,7 \times 10^{-6}$	4,1068	4,5777	-1,478	0,4788
1,0	2,6928	$1,3 \times 10^{-6}$	4,80441	5,0924	-1,6286	0,4425

Başlangıçta dielektrik fonksiyonunu gerçek kısmı yüksek sanal kısım ise düşüktür. Sanal kısım boyutunda ışık soğrulmaya başlar. Başlangıçtaki enerji büyüklüğü 0'dan başlayarak artar. Gerçek kısım kısa bir süre sonra maksimum değerini alır ve sonra hızla azalmaya başlar. Bununla eş zamanlı olarak sanal kısım hızla yükselerek maksimum değerini alır. Enerjinin belli bir değerinden sonra gerçek kısım artmaya sanal kısım azalmaya başlar ve kesme enerjisi olarak tanımlanan enerjiden sonra da sanal kısım hemen hemen sabit kalırken, gerçek kısımda çok küçük artış gözlenir. $\text{Be}_{(x)}\text{Zn}_{(1-x)}\text{O}$ alaşımının tüm kesme enerjileri 10 eV ila 15 eV aralığında gözlemlendi. Bu enerji aralığında yansıma azalırken soğrulma artar ve negatif değerler gözlenir. Bu çalışmanın sonucunda, Be yoğunluğu arttıkça alaşımın metalik özelliğinin arttığı anlaşılmaktadır.

Çizelge 2: Be_(x)Zn_(1-x)O alaşımına ait bazı optik parametreler.

x	K.İndisi	Max.F.E.(eV)	Plazmon Frekans.E.(eV)	Kayıp Fonksiyonu	Yansıtırlık(%)
0,0	2,01433	10,6892	14,5	14,58	50
0,125	1,92652	10,8685	14,654	16,6808	55
0,25	1,8387	11,1261	14,9042	20,25	60
0,375	1,7697	11,5796	15,12125	25,8036	65
0,5	1,7007	12,1259	15,4382	31,3951	69,9236
0,625	1,6492	12,6878	15,91681	38,05	73,8172
0,75	1,6062	13,2791	16,5	45,5885	76,1715
0,875	1,56	14,0075	17,25	58,03	78,4578
1,0	1,51584	14,7773	18	72,5	80

Çizelge 2'ye göre Be oranındaki artış, alaşımın kırılma indisinde azalma meydana getirirken yansıtırlığı artırmıştır. Malzeme ışık açısından daha parlak bir görüntü verip, ışığın foton enerjisinde artış gözlenmiştir. Aynı şekilde Plazmon foton enerjisinin de Be yoğunluğuna bağlı olarak arttığı ve bununla ilgili olan kayıp fonksiyonunun azaldığı gözlenmiştir. Zira kayıp fonksiyonu, iletkenlik bandının en üst yörüngesindeki bir elektronun valans bandının en alt yörüngesine geçerken kaybettiği enerjinin değişiminin bir ölçüsüdür. Plazmon frekansından küçük büyüklüklerde malzeme yarıiletken özellik gösterirken, Plazmon frekansından büyük değerlerde malzeme metalik olarak tanımlanır.

KAYNAKÇA

- [1] Yu, J. H., Park, D. S., Kim, J. H., Jeong, T. S., Youn, C. J., Hong, K.J., Post-growth annealing and bandgap modulation of BeZnO layers grown by RF co-sputtering of ZnO and Be targets, J Mater Sci, 45,130, 2010.
- [2] Wang, Z. J. ve Tanaka, I., Conduction-band structure of wurtzite ZnO solid Solutions by first principles calculations, Material Transactions, 50, 5, 2009.
- [3] Jaffe J. E., Snyder, J. A., Lin, Z. ve Hess, A. C., LDA and GGA calculations for high-pressure phase transitions in ZnO and MgO, Physical Review B: Condensed Matter 62, 1660,2000.
- [4] Oba, F., Tanaka, I., Paier, J. ve Kresse, G., Defect energetics in ZnO: A hybrid Hartree-Fock density functional study Phys.Rev. B 77, 245202, 2008.
- [5] Maleshevich, A. ve Vanderbilt, D., First-principles study of polarization in Zn_(1-x)Mg_xO, Phys. Rev. B 75, 045106, 2007.

- [6] Fan, X. F., Sun, H. D., Shen, Z. X., Jer-Lai Kuo ve Lu, Y.M., Magnetic-field-induced helical and stripe phases in Rashba superconductors J. Phys. Condens Matter, 20235221, 2008.
- [7] Ryu, Y.R., and others., Optical properties of BeZnO layers studied by photoluminescence pectroscopy , Appl Phys Lett. 88, 052103, 2006.
- [8] Thangavel, R., Rajagopalan, M., Kumar, J., First-principles study of structural stability and electronic properties of $Zn_{(1-x)}Be_xO$ semiconductor alloy. Phys. Stat. Sol., B 244,9, 3183-3189, 2007.
- [9] Ohtomo,A.,and oth., Structure and optical properties of ZnO/Mg, Appl.Phys. Lett.,75,7, 1998.
- [10] Fan, X. F., and other., A theoretical study of thermal stability and electronic properties of wurtzite and zinblende $ZnOxS_{1-x}$ Applied Physics Letters 91,121121, 2007.
- [11] Duan, Y., Shi, H., Qin, L., Elasticity, band structure,and piezoelectricity of $Be_xZn_{(1-x)}O$ alloys, Physics letters. A 372, 2930, 2008.
- [12] Dong, L. ve Alpay, S. P., Elastic Coefficients of $Zn_{1-x}Be_xO$ Solid Solutions: a First-Principles Study Phys.Rev. B. 84, 035315, 2012.
- [13] Ceperley, D.M. ve Alder, B. J., Ground state of the electron gas by a stochastic method, Phys. Rev. Lett., 45,566, 1980.
- [14] Jones, R. O. ve Gunnarsson, O., The density functional formalism, its applications and prospects, Rev. Mod. Phys., 3,61, 689, 1989.
- [15] Monkhorst, H.J., Pack, J. D., Special points for Brillouin-zone integrations, Phys. Rev. B, 135188, 1976.
- [16] Nye, J. F., Physical Properties of Crystals, Clarendon, Oxford, 1957

Be_xZn_(1-x)O BİLEŞİĞİNDE ELEKTRONİK ÖZELLİĞİN TEORİK OLARAK İNCELENMESİ

Prof.Dr. Hamza Yaşar OCAK

Marmara Üniversitesi, ORCID ID 000-0003-3094-3459

ÖZET

Durum yoğunluk fonksiyon teoremi (DFT), malzemelerin fiziksel özelliklerini incelemek için kullanılan yaklaşımlardan biridir. Bu çalışmada, Be_xZn_(1-x)O bileşiğinin elektronik özellikleri, durum yoğunluğu (DOS), DFT-CASTEP programı yardımıyla incelenmiştir. Bu çalışma sonucunda öncelikle Be yoğunluğunun artmasına bağlı olarak bant aralığı enerjilerinin arttığı gözlemlenmiştir. Valans bandındaki enerjiler, -20eV ila -15eV aralığında değişirken, durum yoğunluklarının Be artışıyla yükselmiştir. Bu durum, Zn'un enerji seviyesinin azalması olarak sonuçlandı. Enerji seviyelerindeki değişimlerden bileşiğin yarı iletken metalik yapıya doğru yöneldiği sonucuna ulaşıldı.

Anahtar Kelimeler: DFT, DOS, BeZnO Bileşiği, Bant Enerjisi, Valans Bandı

1. GİRİŞ

BeZnO bileşiği daha çok ince film üzerine çalışan araştırmacıların dikkatini çekmektedir. Özellikle In_xZn_(1-x)O, Cd_xZn_(1-x)O, Mg_xZn_(1-x)O ve Be_xZn_(1-x)O gibi bileşikler üzerine birçok çalışma yapılmıştır [1-3]. ZnO tabanlı oksitler: MgZnO, CdZnO ve BeZnO en çok çalışılan oksit türleridir. Bu tür yapıların bant aralığı ZnO' dan daha büyük olabileceği gibi daha küçükte olabilmektedir. ZnO tabanlı alaşımlar daha çok ince film üretmek için kullanılır [1].

İki değerli metal oksitler olarak MgO ve CdO; geniş bant aralığından dolayı mühendislik ve optik sistemlerde enerji daraltması için ortak bir strateji olarak ZnO ile yeni alaşımlar yapmak amacıyla kullanılmaya başlanmıştır. ZnO; 3,4 ev bant aralığı enerjisine, 60 Mev bağlanma enerjisine, güçlü bir emisyon, geniş bir doyma hızına (3,2.107 cm/s), yüksek bozulma gerilimine, düşük maliyete, yüksek kristal kalitesine ve yüksek radyasyon direncine sahip olmasından dolayı UV uygulamalar için önemli yarı iletken malzemelerden biridir [2].

Bir kristalin mekanik olarak kararlı olması, başka bir deyişle şeklini dış etkilere karşı koruyabilmesi veya dış etkilere karşı tepki gösteriyor olması istenen bir durumdur. Özellikle teorik olarak tasarlanan kristaller incelenirken mekanik kararlılık şartları ilk incelenmesi gereken durumlardır. Mekanik kararlılık şartları kristalin elastik sabitleri ile ilişkilidir ve her bir uzay grubu için bu şartlar literatürden bulunabilir [3]. Çalışmaya konu olan Be_xZn_(1-x)O alaşımı bu anlamda kararlılık kriterlerini sağlamaktadır.

ZnO, MgO, CdO ve onların sözde ikili oksit alaşımlarının elektronik yapıları üzerinde birçok teorik çalışma olmuştur [4,5]. Alaşımın yapısal özellikleri ve bant aralığını hesaplamak için tasarlanmış bir superörgü modeli kullanılarak farklı alaşım modelleri yapıldı [6]. Mg_xZn_(1-x)O alaşımında Mg>0,33 durumlarında bant aralığının, oda sıcaklığında E_g>3.99 eV olduğu

belirtilmiştir [7]. Alternatif olarak ZnO ve MgO' nun zenginleştirilmesiyle yeni süper örgüler elde edildi [8]. BeO ($E_g=10.6$ eV) daha geniş bant aralığı modülasyonu elde etmek için iyi bir materyaldir. BeO'nun çekici bir özelliği de ZnO gibi aynı hekzagonal wurtzite yapıya sahip olmasıdır. Be yoğunluğu 0' dan %100' e kadar değiştirildiğinde ZnO ve BeO'nun hiçbir faz ayrımı yoktur. Ancak yüksek derecede zehirliliğinden dolayı $Be_{(x)}Zn_{(1-x)}O$ alaşımı keşfedilememiştir [9,10].

Bundan dolayı endüstriyel alanda geniş uygulamaya sahip her materyal hem mekanik olarak hem optik olarak hem de elektronik olarak ayrıntılı incelenmesi oldukça önemlidir. Bu çalışmanın amacı, $Be_xZn_{(1-x)}O$ alaşımının Be yoğunluğuna göre elektronik davranışlarını incelemektir. BeO ve ZnO bilinen bileşikler olmasına rağmen Be yoğunluğuna göre fazlaça ayrıntılı çalışma yoktur. Bu maksatla hcp kristal yapısına sahip $Be_xZn_{(1-x)}O$ bileşiğinin ($x=0-0,125-0,25-0,375-0,5-0,625-0,75-0,875-1,0$) aralığında elektronik özellikleri ayrıntılı olarak çalışıldı. Bu çalışmada durum yoğunlukları da ayrıntılı olarak incelendi.

2. TEORİK ÇALIŞMALAR

Bir atomda bulunan elektronlar enerji seviyelerine rastgele dizilmezler. Enerji seviyeleri, Pauli dışarlama ilkesine göre işgal edilir. İki atom birbirine çok uzak ise, izole bir atom davranışı sergiler. Atomlar çok yaklaştıklarında en dış orbitaldeki elektronlar birbiriyle etkileşir. Dolayısıyla elektronların enerjileri değişir. Denge mesafesinde enerjileri farklı iki seviye oluşur. Bunlardan bir tanesi izole atomun enerji seviyesinin altında diğeri ise üstündedir. Artık enerji seviyeleri bu atom çiftine aittir. Eğer bu durum N atomlu bir sistemde gerçekleşirse birbirinden farklı N tane enerji seviyesi elde edilir ve bunlar birkaç eV'luk alanı kapsar. Sonuç olarak komşu enerji seviyeleri arasındaki mesafe çok çok azalır ve sürekli bir enerji bandı meydana gelir [11].

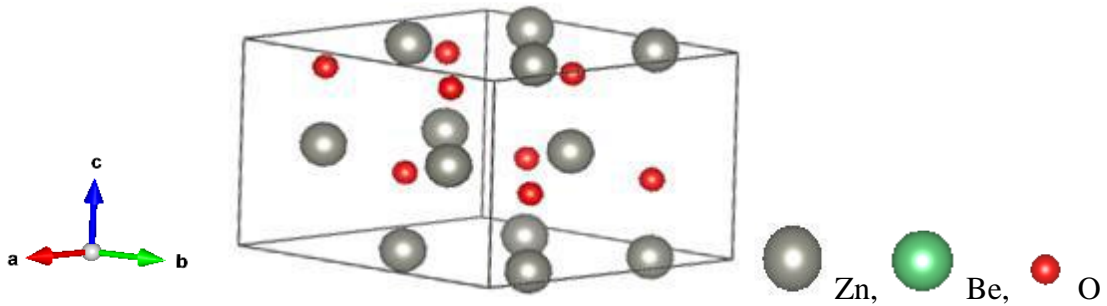
Malzemeler bant yapılarına bakılarak ayırt edilebilir. Yalıtkanlarda değerlik ve iletkenlik bantları tamamen doludur ve bu iki bant birbirinden oldukça geniş bir yasak enerji aralığı (E_g) ile ayrılmıştır. Dolayısıyla yalıtkan malzemelerde bir elektronun yakınlarında geçebileceği izinli bir enerji düzeyi yoktur ve elektriksel iletkenlik sergilemezler. Fermi enerjisi (E_f) yasak enerji aralığında bulunur. Metallerde E_g bulunmaz. Elektronun geçiş yapabileceği birçok izinli durum olduğundan iletkenlerdir. Bir yarıiletkende ise bant yapısı yalıtkanın bant yapısıyla aynıdır. Ancak, E_g daha dardır. Bu nedenle bir elektron değerlik bandından iletkenlik bandına kolayca geçer. Yarıiletken malzemeler elektriksel iletkenlerdir. T sıcaklığında, E enerjisine sahip durumların işgal olasılığı Fermi-Dirac dağılımı ile belirlenir. Bu dağılım, elektronların enerjinin bir fonksiyonu olarak enerji seviyelerine nasıl dağıldıklarını ifade eder ancak her bir seviyedeki elektron sayısı hakkında bir bilgi vermez. Bunun için her bir seviyedeki kuantum durumlarının sayısının belirlenmesi gerekir. Durum Yoğunluğu (DOS) bize belli bir enerji seviyesindeki izinli elektron sayısını verir [12].

Bu çalışmasında yoğunluk fonksiyoneli yöntemleri kullanılarak BeZnO kristali için hcp fazda elektronik band yapısı ve toplam durum yoğunlukları (DOS), yerel yoğunluk yaklaşımı altında GGA potansiyel yöntemiyle hesaplanmıştır. Elektronik bant yapıları ve toplam durum yoğunlukları da aynı yaklaşımla hesaplanmıştır. Elektronik dalga fonksiyonları için düzlem

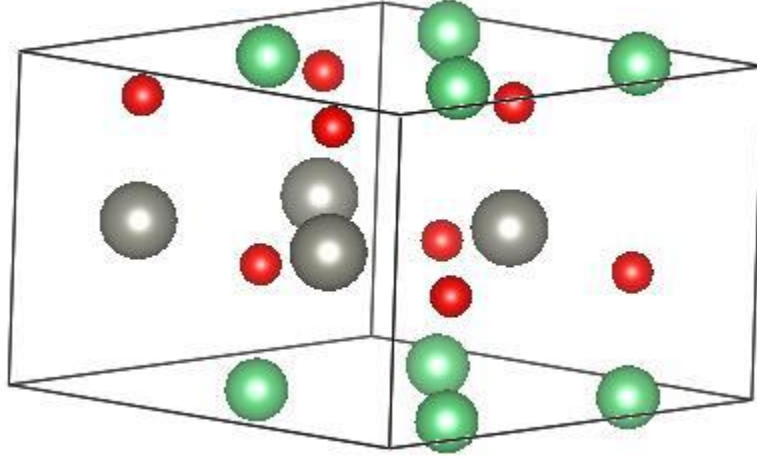
dalga baz setleri kullanılmıştır. Kohn-Sham denklemlerinin çözümleri esas alınmıştır. Hem pseudo potansiyellerin üretiminde hem de band yapısı hesaplamalarında değişim / korelasyon etkileri, yerel yoğunluk yaklaşımı altında Perdew-Wang (PW92) fonksiyonelleri kullanılarak hesaba katılmıştır. Brillouin bölgesinde özel k noktalarının üretimi için Monkhorst-Pack yöntemi ve Monkhorst-Pack örgü ağı kullanılmıştır. Bant yapısı hesaplamalarında iyi sonuçlar elde etmek için 72k noktasının yeterli olduğunu görülmüştür. Ancak durum yoğunluğu hesaplamalarında k noktası çok daha yüksek seçilmiştir.

Bir kristal yapıda, birinci Brillouin bölgesinde seçilen k dalga vektörleri içinde frekans değerlerinden ne kadar bulunduğunu durum yoğunluğu eğrisi gösterir. Durum yoğunluğu, $D(W) = [1/(nd\Delta\omega)] [\sum_{kj} \delta\Delta\omega(\omega - \omega(k,j))]$ eşitliğinden elde edilir. Burada, $\delta\Delta\omega(x) = 0$ veya $\{1, -\Delta\omega/2 < x \leq \Delta\omega/2\}$ şeklindedir. $\omega(k,j)$, k dalga vektörleri için fonon frekansları, j fonon kipi, d dinamik matrisin boyutu, n ise dalga vektörlerinin sayısıdır. Toplama işlemi tüm k dalga vektörleri üzerinden yapılır. Hesaplamalar sonunda frekans farkının sabit kaldığı noktalarda pikler oluşur. Oluşan bu pikler hesaplanan bütün frekans değerlerinin birinci Brillouin bölgesindeki durum yoğunluklarını gösterir [8-10].

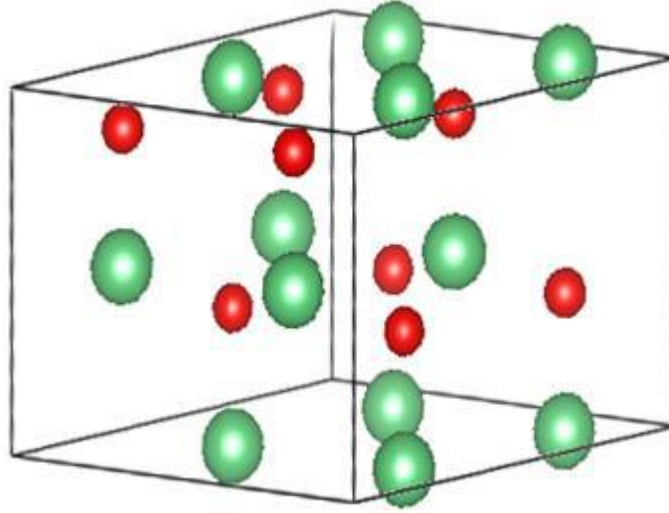
Alaşımanın fiziksel özelliklerini tanımlayan parametreleri hesaplamak için Material Studio programının CASTEP ve DMol3 modülleri kullanıldı [7-9]. Bu çalışmada, $\text{Be}_x\text{Zn}_{(1-x)}\text{O}$ alaşımlarının elektronik hesaplamaları yapılırken GGA, genelleştirilmiş gradyent yaklaşımı, wurtzite fazda PBE, Perdew-Burke-Ernzerhof, fonksiyoneli ve ultrasoft sözde potansiyelde k-nokta sayısı $4 \times 4 \times 4$ kullanılarak $0,1 \text{ GPa}$ basınç altında enerji değişimlerine bağlı olarak, enerji bant aralıkları ve durum yoğunlukları Be oranına göre ayrı ayrı çalışıldı. Hesaplama sürecinde 450 eV kesilim enerjisi kullanıldı. Birim hücrede on altı atom bulunan süper örgü kullanıldı ve temel birim hücre oluşumunda x değerleri ($x=0-0,125-0,25-0,375-0,5-0,625-0,75-0,875-1$) alındı. Hesaplamalar esas olan örnek birim hücreler aşağıda verildi.



Görsel 1. ZnO Bileşiğinin süper örgüsü.



Görsel 2. $\text{Be}_{0,5}\text{Zn}_{0,5}\text{O}$ bileşiğinin süper örgüsü.



Görsel 3. BeO bileşiğinin süper örgüsü.

Bu çalışmada, $\text{Be}_x\text{Zn}_{(1-x)}\text{O}$ alaşımlarının yukarıda açıklanan temel elektronik özelliklerinden olan enerji bant yapıları ve elektron durum yoğunlukları Material Studio programının CASTEP ve DMol3 modülleri kullanılarak GGA, genelleştirilmiş gradyent yaklaşımı altında hesaplanmıştır. Birim hücrede on altı atom bulunan süper örgü kullanılmış ve temel hücre oluşumunda x değerleri ($x=0-0,125-0,25-0,375-0,5-0,625-0,75-0,875-1$) alınmıştır. Hesaplamaların doğru sonuca ulaşması için optimizasyon işlemleri her kademedeki atomik pozisyonlara göre ayrı ayrı yapıldı.

3. SONUÇLAR VE GENEL DEĞERLENDİRME

Elektronlar tarafından doldurulan en yüksek enerji seviyesine Fermi seviyesi denir. Bu seviye dolu ve boş durumları ayırır. Katıların pek çok özellikleri Fermi seviyesine yakın bantlardaki elektronların davranışlarıyla belirlenir. Enerji bantlarının doluluğuna bağlı olarak bir katıya metal, yarıiletken veya yalıtkan denir. Durum yoğunluğu (DOS) grafiklerinde, Fermi enerji

yüzeyleri gösterilir. DOS grafikleri valans elektronlarının dağılımını ve iletme olan katkılarını anlatır. DOS grafiklerine bakarak elementlerin metal ya da ametal olduklarına karar verebiliriz. Yarı metallerde ise DOS grafiği bant aralığına ayrılır. Grafiklerdeki pikler elektronların yoğun olduğu bölgelerin, piklerin uçları arasındaki yüzey ise atomlar arasındaki elektron yoğunluğunun bir göstergesidir. Bu yüzeydeki elektronlar iletim elektronları olarak da bilinmektedir. Bu grafiklerden valans elektronlarının dağılımını ve iletme olan katkıları anlaşılabilir. Basit yapılarda Fermi enerji düzeyleri daha farklıdır.

Çizelge 1. Be_xZn_(1-x)O Hesaplanan Enerji Bant Aralıkları

x	Bant Enerjisi (eV)	Ref[14,15] eV	DOS
0,00	0,9815	0,812-0,971	52,5
0,125	1,168	-	42,9456
0,25	1,5	-	36,4598
0,375	1,87	-	30,696
0,50	2,239	-	25,8956
0,625	2,936	-	22,088
0,75	3,8714	-	19,274
0,875	5,38	-	16,956
1,00	7,228	7,427-7,32	15,55

Her katı madde elektronlar içerir. Kristaldeki elektronlar, elektron yörüngelerinin bulunamadığı enerji bölgeleriyle ayrılmış enerji bantları içinde yer alırlar. Enerji aralıkları veya bant aralıkları denilen bu yasak bölgeler iletkenlik elektron dalgalarının kristal iyonları ile etkileşmeleri sonucu oluşurlar. Bant aralığı, iletkenlik bandının en düşük enerjisi ile valans bandının en yüksek enerjisi arasındaki enerji farkına denir. İletkenlik bandının en düşük noktası iletkenlik bant kıyısı, valans bandının en yüksek noktası ise valans bant kıyısı olarak adlandırılır.

Hesaplamalar sonucunda Be yoğunluğuna bağlı olarak enerji bant yapıları s, p, d orbitalleri için ayrı ayrı çalışılarak toplam durum yoğunlukları elde edildi. Bu çalışmanın sonucu çizelge 1' de verildi. Buna göre: ZnO için PDOS ve DOS hesaplamalarında Fermi enerji seviyesi ($E_F = 0$) sıfır olarak seçildi. Fermi enerji seviyesinin solundakiler valans, sağdakiler ise iletim bandıdır. ZnO'da Oksijen için kısmi durum yoğunlukları incelendiğinde 2s orbitalinden dolayı valans bandında -20 eV ile -15 eV arasındaki (yaklaşık -18 eV) büyük bir pik gözlemlendi. 0 ile -7 eV arasında ise, Zn 3d ve O 2p orbitallerinin olduğu belirlendi. İletim bandındaki 0 eV ile 10 eV arasındaki küçük pikte ise daha çok Zn 3s 3p ile O 2p orbitallerinden oluştuğu ve O 2p ve Zn 3p arasında hibritleşme olduğu anlaşıldı. Çünkü oksijenin 2p orbital hem valans hem de iletim bandında faaliyet gösterir [11, 12].

Be yoğunluğunun 0,25 e kadar olan değişimlerinde kristalinin PDOS ve DOS'ları için Be'un 2p orbitallerindeki elektronların sağladığı katkı ~ -18 eV (-20 ile -15 eV arası) düzeyindedir. Bu enerji aralığında sadece Be 2p orbitali değil, oksijenin 2s orbitalide etkilidir. Ancak, -7 ile 0 eV arasında Be kaynaklı büyük bir 2p ve 2s) orbitalleri, Zn kaynaklı 3d ve 4s orbitali ile O kaynaklı

büyük 2p orbitali vardır. Be'un 0 ile 10 eV arasındaki durum yoğunluğunun Be 2p orbitali ve Zn 3p 3s orbitallerinin etkili olduğu söylenebilir. Be 2s ile 2p orbitalleri hem valans hem de iletim bandında faaliyet göstermektedir. Be katkısı arttıkça (-20 ile -15 arasındaki) s p ve d orbitalinin enerjisinin azaldığı gözlemlenmiştir. Be 0,25 e kadar ki değişiminde DOS eğrilerinden iletkenlik ve valans bandı arasında bir boşluk olduğu gözlenmiştir. Bu, alaşımın ametal özelliğine sahip olduğu anlamına gelir.

Be için kısmi durum yoğunlukları incelendiğinde, x00,5 e kadar olan değişimlerin yine valans bandında -20 eV ile -15 eV arasındaki (yaklaşık -18 eV) olduğu görüldü. Bunun nedeni Be 2s 2p orbitalleri arasındaki hibritleşme ile oksijenin 2s orbitalidir. Be yoğunluğunun artmasıyla enerjilerdeki düşüş devam etmiştir. 0 ile -7 eV arasındaki değişime Be 2p 2s (hibritleşme), Zn 3d ve O 2p orbitallerinin neden olduğu söylenebilir. İletim bandındaki 0 eV ile 10 eV arasındaki değişimlerin ise, daha çok Be 2s 2p ile Zn 3s 3p orbitallerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Be oranı 0,5'den 0,75 arsında daha önce gözlemlenen değişimler gözlenmiştir. Yani, Be için 2p orbitalindeki elektronların getirdiği katkı -20 ile -15 eV arası ~-18eV civarındadır. -20 ile -15 eV arasında oksijenin 2s orbital de etkilidir. (-7 ile 0 eV) arasında ise Be nedenli büyük bir 2p orbital, Zn kaynaklı bir d (3d) orbitali ile s orbital (4s) ve oksijen kaynaklı bir p orbital (2p) orbitali etkili olmuşlardır. O'dan oluşan s kabuğu ise neredeyse sıfırdır. 0 ile 15 eV arasında büyük bir enerji değişimi vardır. Bu değişime Be 2p orbitalinden oldukça küçük olan Zn 3p ve 3s'in etkili olduğunu söylenebilir. Be katkısı arttıkça; Be'un s p orbitallerinden kaynaklı enerjisinin arttığı ve diğerlerinin enerjisinin azaldığı anlaşılmaktadır. Son olarak BeO'da Be için -7 ile 0 eV arasında geniş bir band aralığında s ve p hibritleşmesi, oksijen için geniş bir band aralığında s orbitallerinin oldukça etkili olduğu anlaşılmıştır.

Be yoğunluğunun artmasıyla, birlikte Be'un durum yoğunluğunun arttığı, Zn'nin enerjisinin azaldığı belirtilebilir. Toplam enerji ve geometrik yapıdaki değişimlerin, paralel olarak enerji bant yapısı ve elektron durum yoğunluğu dağılımlarını da değiştirdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Sonuç olarak BeZnO alaşımı daha ziyade ince film olarak kullanıldığı düşünülecek olursa, Be yoğunluğunun artmasıyla alaşımın İncelenen bu alaşım, Be oranına bağlı olarak sabit bir fazda olduğu için kristallerinin toplam (DOS) ve parçalı durum yoğunlukları (PDOS) değişimleri daha kolay ve detaylı hesaplanarak DOS ve PDOS'un enerjiyle değişimleri incelendi. Kristallerin yüksek simetri yönlerindeki elektronik band yapıları hesaplanıp optik geçişler belirlendi. Kristallerin genel olarak valans bandı Zn 3d - O 2s 2p - Be 2s 2p orbitallerinden ve iletim bandının ise Be 2s 2p - O 2p - Zn 3s 3p orbitallerinden oluştuğu gözlemlendi. O 2p-Be 2s 2p orbitallerinin hem valans hem de iletim bandında faaliyet gösterdiği anlaşıldı. Bu kristallerin doğrudan geçişli bir bant yapısına sahip olduğu görüldü [13]. BeZnO alaşımı kristallerinin PDOS ve DOS'lardan hareketle, Be yoğunluğunun artmasına bağlı olarak Be' un enerjisinin arttığı, Zn' nin enerjisinin azaldığı sonucuna ulaşılmıştır. Be yoğunluğunun artmasıyla birlikte, band aralığı enerjisinin arttığı gözlemlendi. Bu da alaşımın metalik özellik kazandığı anlamına gelir.

KAYNAKÇA

- [1] Yu, J. H., Park, D. S., Kim, J. H., Jeong, T. S., Youn, C. J., Hong, K.J., Post-growth annealing and bandgap modulation of BeZnO layers grown by RF co-sputtering of ZnO and Be targets, *J Mater Sci*, 45,130, 2010.
- [2] Wang, Z. J. ve Tanaka, I., Conduction-band structure of wurtzite ZnO solid Solutions by first principles calculations, *Material Transactions*, 50, 5, 2009.
- [3] Hill, R., The Elastic Behaviour of a Crystalline Aggregate. *Proc.Phys.Soc.A* 65, 349, 1952.
- [4] Reuss, A., Berechnung der Fließgrenze von Mischkristallen auf Grund der Plastizitätsbedingung für Einkristalle. *Z.Angew. Math.Mech.* 9, 49, 1929.
- [5] Voigt, W., *Lehrburch der Kristallphysik*. Teubner, Leipzig, 1,978, 1928.
- [6] Romain, G., P and François, C., ELATE: an open-source online application for analysis and visualization of elastic tensors, *Journal of Physcs:Condensed Matter*, 28,27,2016.
- [7] Ceperley, D.M. ve Alder, B. J., Ground state of the electron gas by a stochastic method, *Phys. Rev. Lett.*, 45,566, 1980.
- [8] Jones, R. O. ve Gunnarsson, O., The density functional formalism, its applications and prospects, *Rev. Mod. Phys.*, 3,61, 689, 1989.
- [9] Monkhorst,H.J., Pack,J.D.,Special points for Brillouin İntegrations, *Phys.Rev.B*,135188,1976.
- [10] Kittel, C., *Katıhal Fiziğine Giriş*, (Çev: Öngüt, B. ve Öngüt, D), Palme Yayıncılık, Ankara, 2014.
- [11] Dong, L. ve Alpay, S. P., *Phys.Rev. B*. 84, s. 035315, 2012.
- [12] Jaffe J. E., Snyder, J. A., Lin, Z. ve Hess, A. C., *Physical Review B: Condensed Matter* 62, 2000.
- [13] Thangavel, R., Rajagopalan, M., Kumar, J.,First-principles study of structural stability and electronic properties of Zn_{1-x}Be_xO semiconductor alloy. *Phys. Stat. Sol.*, B 244, No: 9, 3183, 2007.
- [14] Duan, Y., Shi, H., Qin, L., Elasticity, band structure,and piezoelectricity of Be_xZn(1-x)O alloys, *Physics letters. A* 372, 2930, 2008.
- [15] Dong, L. ve Alpay, S. P., Elastic Coefficients of Zn_{1-x}Be_xO Solid Solutions: a First-Principles Study, *Phys.Rev. B*. 84, 035315, 2012.

POVIDON İYOT İÇERİKLİ ANTİSEPTİK SABUN EMDİRİLMİŞ EL VE CİLT TEMİZLEYİCİ ÜRÜNDE İYOT UÇUCULUĞUNUN RAF ÖMRÜNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ VE STABİLİTE PROBLEMLERİNİN ENGELLENMESİ

Ar-Ge Mühendisi, Nazlıcan Çevik

Meditera Tıbbi Malzeme San. ve Tic. A.Ş., - 0009-0002-1870-0120

ÖZET

Cerrahi ve hijyenik el ve cilt antisepsisinde Povidon İyot içerikli tırnak fırçası kullanılmaktadır. Povidon iyot içerikli tırnak fırçası ürününün antiseptik özelliğinin 2 yıl süresince devamlılığının sağlanması gerekmektedir. Ürünün 2 yıl raf ömrüne sahip olması için içerisinde yer alan %7,5 iyot oranının \pm %10 değişim miktarını aşmaması gerekmektedir. Povidon İyot içerikli tırnak fırçası ürününün 2 yıllık stabilite testlerinde başarılı olabilmesi adına yapılan çalışmalarda ürünün paketleme materyali ve sünger kalınlığının etkileri incelenmiştir. Tüm incelemeler, yaşlandırma işleminin hızlandırılmış olarak simüle edilebilmesi için Resmî Gazete’ de yer alan Biyosidal Ürünler Yönetmeliği koşulları gereğince 40°C’de 8 hafta boyunca kontrollü olarak iki haftada bir titrasyon metodu ile iyot oranı tayin edilerek yapılmıştır. Yapılan incelemeler sonucunda sünger kalınlığının iyot değişim oranına etkisinin olmadığı görülmüştür. Paketleme materyalinin ve paketleme parametrelerinin iyot değişim oranına etkisinin yüksek olduğu görülmüş ve 2 yıllık hızlandırılmış yaşlandırma sonucunda başarı sağlayan koşullar tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Cerrahi Tırnak Fırçası, Tıbbi Cihaz, Biyosidal Ürün, Povidon İyot, Antiseptik Sıvı Sabun Emdirilmiş El ve Cilt Temizleyici Süngerli Fırça

1. POVIDON İYOT İÇERİKLİ SABUN EMDİRİLMİŞ EL VE CİLT TEMİZLEYİCİ

Povidon iyot içerikli sabun emdirilmiş el ve cilt temizleyici ürün cerrahi ve hijyenik el antisepsisinde kullanılmaktadır. Ürünün kullanım amacı cerrahların operasyon öncesinde ürün içeriğinde bulunan povidon iyot içerikli antiseptik sıvı sayesinde ellerini ve ciltlerini dezenfekte edebilmeleri ve ürünün arka tarafında bulunan fırça yardımı ile tırnak içlerini dahi dezenfekte edebilmeleridir. Bu çalışmanın amacı ilgili ürüne ait raf ömrü süresinin 2 yıl olması için ve 2 yıl süresince ürünün fiziksel, kimyasal yapısının korunarak; işlevselliğini yitirmeyeceği koşulları belirlemek ve ürünün stabilite problemlerini engellemektir.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Çalışma kapsamında stabilite problemlerine yol açabilecek tüm koşullar incelenmiştir. İncelenen tüm koşullar ışığında üründeki stabilite probleminin ürünün belirli bir süre sonra içeriğinde bulunan %7,5 iyot oranının maksimum değişim miktarı olan \pm %10 miktarını aştığı bilindiğinden dolayı ve iyot kimyasalının uçucu bir kimyasal olduğu bilindiğinden dolayı iyot

uçuculuğunu engellemeye odaklı olarak paketleme parametreleri, paketleme materyali ve ürünün sünger kalınlığı konuları üzerinde durulmuştur.

Çalışma kapsamında yapılan deneylerde farklı paketleme materyali kombinasyonları ile deney grupları oluşturulmuştur ve deneyler Resmî Gazete'de yayımlanan Biyosidal Ürünler Yönetmeliği kapsamında Ürün Tipi-1 ve Ürün Tipi-19 Biyosidal Ürün Analizleri Talimatında [1] yer alan Kısa süreli (hızlandırılmış) Stabilite Testi Koşulları baz alınarak 40 derecede 8 hafta süresi boyunca kontrollü olarak gerçekleştirilmiştir.

2.1. Paketleme Parametreleri

Paketleme parametrelerinin incelenmesi çalışmasında ürünün paketleme prosesinde yer alan paketleme sıcaklığı ve sürelerinin her bir deney grubunca optimum olması amaçlanmış ve ISO EN-868-5 standardında belirtilen spesifikasyonlar göz önünde bulundurularak yapılmıştır.

2.2. Paketleme Materyali

Paketleme materyalinin incelenmesi çalışmasında çeşitli paketleme materyallerinin Resmî Gazete'de yayımlanan Biyosidal Ürünler Yönetmeliği kapsamında Ürün Tipi-1 ve Ürün Tipi-19 Biyosidal Ürün Analizleri Talimatında [1] yer alan Kısa süreli (hızlandırılmış) Stabilite Testi Koşulları baz alınarak 40 derecede 8 hafta süresi boyunca kontrollü olarak gerçekleştirilmiştir. 40°C derecede ve 8 hafta süresi boyunca kontrollü olarak yapılan titrasyon metodu ile iyot tayini çalışmaları yapılmıştır. Tüm deney gruplarına iyot tayini çalışmaları bittikten sonra stabilite koşulu olan $\pm\%10$ değişim oranını aşmayan paketleme materyalinin stabilite problemini engellemede etkili sebep olduğu kanıtlanmıştır.

2.3. Sünger Kalınlığı

Sünger kalınlığının incelenmesi çalışmasında farklı boyut ve kalınlıklardaki süngerlerin povidon iyot içerikli tırnak fırçası ürününde iyot uçuculuğuna etkisi incelenmiştir ve deneyler Resmî Gazete'de yayımlanan Biyosidal Ürünler Yönetmeliği kapsamında Ürün Tipi-1 ve Ürün Tipi-19 Biyosidal Ürün Analizleri Talimatında [1] yer alan Kısa süreli (hızlandırılmış) Stabilite Testi Koşulları baz alınarak 40 derecede 8 hafta süresi boyunca kontrollü olarak gerçekleştirilmiştir.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Yapılan tüm deneysel çalışmalar sonrasında sünger kalınlığının stabilite problemlerini engelleyecek olan iyot değişimine etkisinin paketleme materyali ve paketleme proses parametrelerinin etkileri kadar yüksek olmadığı kanıtlanmıştır. Tüm deneysel çalışmalar ışığında 2 yıllık hızlandırılmış yaşlandırma sonrasında başarı sağlayan koşullar tespit edilmiştir.

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Tüm incelemeler ve deneysel çalışmalar sonrasında maksimum iyot değişim oranını %9,32 olarak belirlendiği kombinasyon tespit edilmiştir.

KAYNAKÇA

[1] https://titck.gov.tr/storage/Archive/2021/contentFile/T%C4%B0TCK%20-%20%C3%9Cr%C3%BCn%20Tipi-1%20ve%20%C3%9Cr%C3%BCn%20Tipi-19%20Biyosidal%20%C3%9Cr%C3%BCn%20Analizleri%20Hakk%C4%B1nda%20Talimat_c6d6c594-8067-44e5-8ab8-0f55d2410480.pdf
(Erişim tarihi: 05.11.2023)

A MINI-REVIEW ON COMPOSITE MATERIAL APPLICATIONS OF BRAIDING TECHNOLOGIES

Ph.D. Candidate, Ömer Fırat TURŞUCULAR*

Department of Textile Engineering, Bursa Uludağ University, Bursa, TURKEY,
omerfirattursucular@gmail.com,
0000-0003-1162-0742

Ph.D. Candidate, Elif Dicle TURŞUCULAR

Department of Mechanical Engineering, Bursa Uludağ University, Bursa, TURKEY,
elifdtursucular@gmail.com,
0000-0001-9339-2688

Correspond author*: omerfirattursucular@gmail.com

ABSTRACT

This mini theoretical study included braiding technologies, composite material technologies, and experimental studies on composite material applications of braiding structures. Their formations, definitions, classifications, production machines, structures, constructions, yarns used, factors affecting their formation, and application areas were examined for braiding technology in the 1st part of this mini theoretical review study. Their formation, structural elements, definitions, classification, design criteria, raw materials, production methods, factors affecting their formation, and application areas were examined for composite material technologies in the 2nd part of this mini theoretical review study. Experimental studies in the fields of textile, medical, automotive, sports, and construction were examined for composite material technologies in the 3rd part of this mini theoretical review study. In conclusion included that braiding production methods were widely and successfully applied as reinforcement elements (preforms) in composite material applications. Technical summary information about the use of braiding structures in composite materials as reinforcement elements (preforms) has yarn types with high mechanical properties (carbon, para-aramid, and glass), certain yarn counts (thin (dtex) for textile and medical, thick (dtex) for automotive, sports and construction), a large number of filaments (above 100), certain braid angle (between 15 and 20° for automotive, sports and construction and above 20° for textile and medical), certain braid yarn count (between 16 and 32 for textile and medical and above 32 for automotive, sports and construction) and certain number of layers (between 1 and 3 for textile and medical and above 3-automotive, sports and construction) should be produced. RTM, BIM, and RVM production methods should be used in composite material applications where high mechanical properties, applicability of high temperatures, and high surface quality are required. PEEK and vinyl ester matrix elements should be used in composite material applications where high mechanical and thermal behavior is desired.

Keywords: Braiding technologies, Composite materials, Braiding structured composite material applications

1. INTRODUCTION

1.1. An overview of braiding technologies

1.1.1. Formation, definition, and classification of braiding technology

Braiding technologies are from a purely geometric point of view, it is a textile form production process produced by moving at least 2 or more groups of threads with orthogonal or non-orthogonal fiber orientation, intertwined with each other (at an angle of 180° on the radial axis) and parallel using thread carriers. **(1-11)**. They are characterized as 1D, 2D, and 3D braiding technology in the modern age. **(1,6)**. As the wall thickness increases in 1D flat braiding structures, there is a transformation into a 3D structure. Moreover, 1D braiding structures have a greater length compared to the thinness or cross-section (L/D) so they are called 1D braiding structures. **(1)**. 2D braiding structures are braiding structures formed by the effect of at least 2 or 3 yarn groups oriented in the x and y planes on the thickness axis. **(1)**. The depth dimension is also added in 3D braiding structures, while it has dimensional properties such as length and width in 2D braiding structures. **(1,2,3,9-11)**. 3D braiding structures are multi-axial braiding structures formed by the interlocking of 3 or more yarn groups oriented in the in-plane (x and y) and out-of-plane (z) axes (different axes) in a multi-layered manner. **(1-3,5,8-11)**. 3D braiding structures are more complex, thicker, and wider than 2D braiding structures. **(1,2,3,9-11)**. 2D braiding structures are simpler, thin, and narrow braiding structures. 3D braiding structures have various profiles such as T, C, L, Y, I, J, Z, box, and double box. **(1-3,8,9,11)**.

1.1.2. Production machines, structures, constructions, and yarns used in braiding technology

Innovative braiding structures, machines, and application areas were developed thanks to the engineering perspectives that developed in the 20th century. The types of braiding machines developed are generally varieties such as maypole, flat, lace, cartesian, rotary, cubic, square, circular (tubular), two-step, four-step, biaxial, triaxial, and multiaxial. Braiding machines can be also classified according to their application areas. **(1-3,5-11)**. Braiding structures have an excellent modulus of elasticity in axial and radial axes, tensile, bending, shear, torsion, and fatigue strengths, excellent elasticity, damage tolerance, and dimensional stability. They have also low porosity, too. **(1-7,9,11)**. 3D braiding structures, compared to 2D braiding structures have higher tensile and compressive strengths and higher percent elongation at break. They are also in an oriented form along the thickness axis. **(2,3)**. Labor, investment costs, rework, and thread consumption in complex, and difficult geometries manufacturability are higher. **(1-3,7,9-11)**. Moreover, 3D braiding structures can be produced in various geometries by using mandrels with various geometries on the central axis in 3D braiding structures. **(1-3,7,10)**. Thread carrier bobbins carrying braid threads are placed on the base plate of the 3D braiding machine in a certain hierarchy such as (1x1 (diamond), 2x1, 3x1, 4x1, 2x2 (regular), 3x3 (hercules), 4x4, 5x5, etc.) for producing 3D braiding constructions. Thread transitions of a certain number of thread groups (also constitute the braiding construction) thanks to this arrangement hierarchy. They enable the production of 3D braiding structures thanks to the route of the yarn carriers (in various geometries), a certain time function, and a certain sinusoidal wave motion that does not collide with each other. **(1-11)**. 3D braiding constructions are 1x1 (diamond), 2x1, 3x1, 4x1,

2x2 (regular), 3x3 (hercules), 4x4, 5x5. (1-11). NiTi, Al₂O₃, PA, PET, PP, PCL, PGA, PLGA, PLLA, PTFE, glass, aramid, carbon, ceramic and metallic threads are used threads used in braiding structures. (1-9,11).

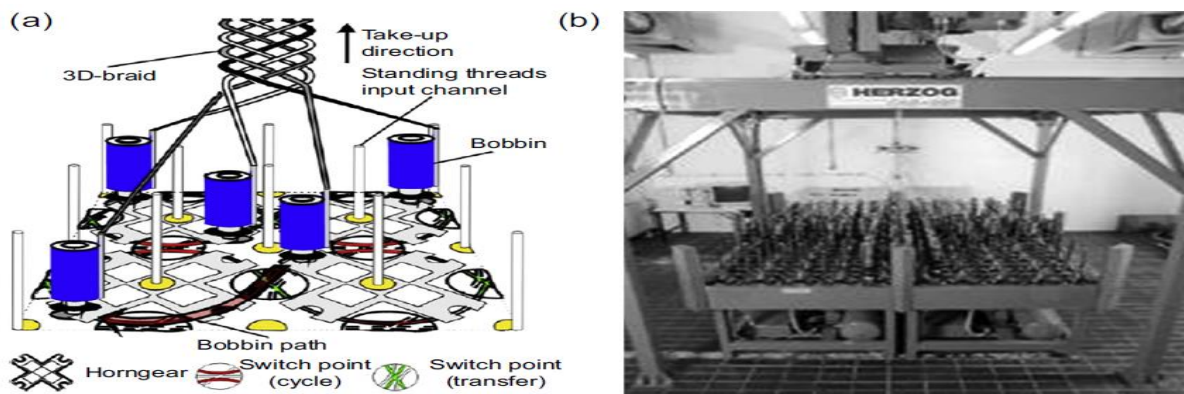


Image 1. a) Herzog 3D rotary braiding machine and b) front view, 2009

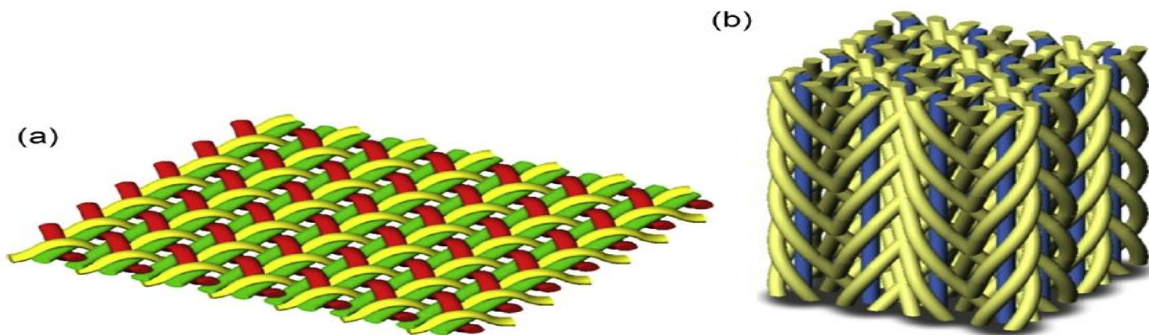


Image 2. a) 2D (left) tri-axial 2D braiding structure and b) 3D (right) fully integrated 3D braiding structure, 2009

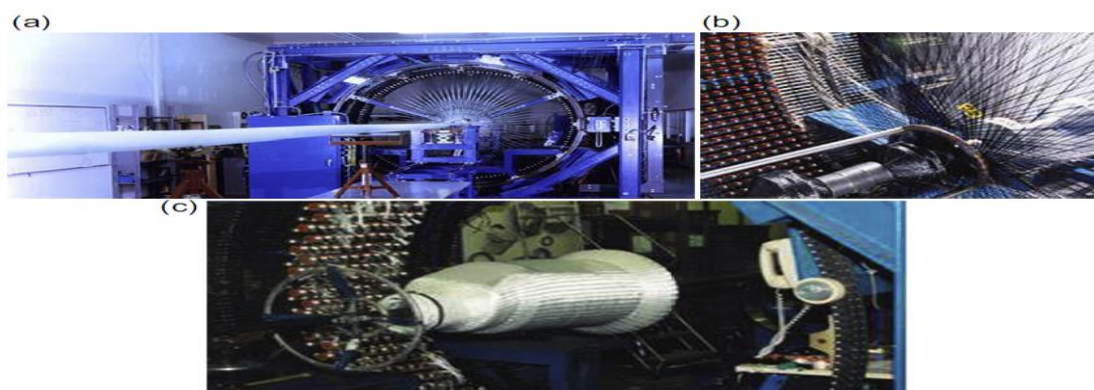


Image 3. Row and column structured 3D cylindrical braiding machine and its structure a) front view of the machine b) inside view of the machine and c) 3D cylindrical braiding structure, 2009

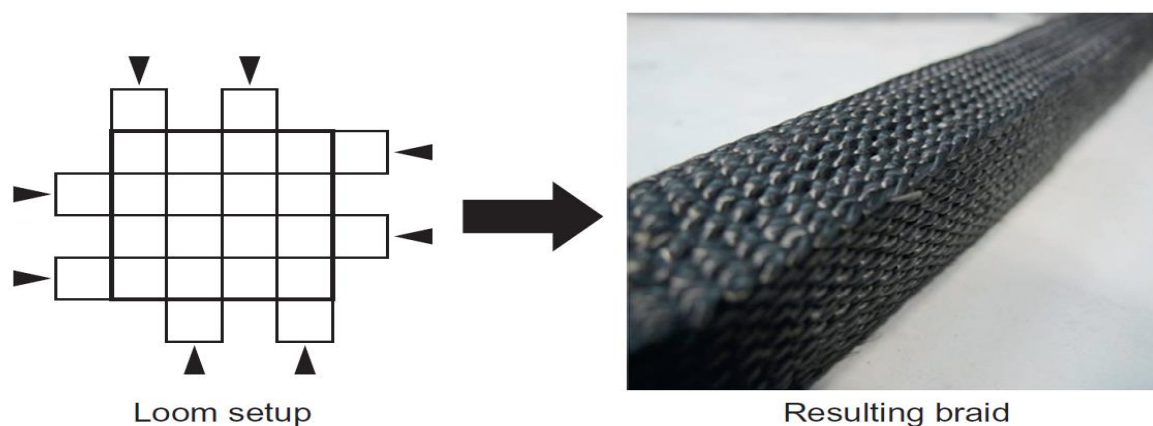


Image 4. Arrangement of yarn carriers on the machine bed with (1,-1) and (1,-1) hierarchy and resulting square profile 3D braiding structure, 2015

1.1.3. Factors affecting the formation of braiding structures

Geometry, diameter, number, size, and degree of mutual understanding for gears that transmit motion to the yarn carriers are effective. Moreover; geometry (cylindrical, rectangular, cubic, tetragonal, hexagonal etc.), shape, length, angle of the yarn route of the yarn carriers, unit cell geometry, drafting speed, crimp, braid angle (30° - 80°), braid yarn group, braid yarn movement, braid yarn type, braid yarn cross-section, and braid yarn count (dtex) are effective factors in the production of braiding structures. (1-11). The braid angle should not be below 15° . (11). The length of a braid thread depends on the distance between the positions of the thread carrier bobbin on the machine bed. Additionally, the yarn carrier bobbin is connected to the braiding formation point. The higher the number of crossed yarn groups, the stronger the yarn is due to fiber-fiber friction force. Moreover, as the distance between the yarn carrier bobbins becomes shorter, the braiding formation point is shortened. (9,10). The low tension of the yarn carrier bobbins reduces the fiber-fiber friction of the filaments in braid yarns. (10). The cross-sections of the gears change the unit cell geometry in the braiding structures. (2,8,9). The hexagonal thread route has more than one thread carrier that can be processed at the same time thanks to its geometry (arrangement) and the six horn-toothed wings. Moreover, the geometry of the hexagonal yarn route ensures maximum packing in the braiding structures. (8,9). The braid thread count (braid thread group) can be changed between 7 and 256 depending on the application areas and desired mechanical properties in the braiding structures. (1). Out-of-plane deviations characterized by local fluctuations are called "crimp". (1).

1.1.4. Application areas of braiding technology

Application areas of braiding technology are hair braiding, knot tying, shoelaces, rope and cable production, fishing, and other net production. Moreover; they can also be used in textile, fashion, defense, aerospace, space, construction, biology, medicine, automotive, and composite material applications. They can be used in the ligament, tendon, vessel, bone, hip, and endocardial electrodes in the medical field. (1-5,8-11). Higher braiding intensity provides support function in tissue regeneration in medical applications. (4).

They can generally be used in columns, rods, shafts, pressure vessels, plates, frames, hoses, and chassis in the automotive field. (1-4,11). They can be used to preform in filament winding, pultrusion, tape lay-up, resin transfer molding, and vacuum-assisted resin transfer molding production methods in composite materials. (1-3,5-11).

1.2. An overview of composite material technologies

1.2.1. Formations, structural elements, definitions, and classification of composite materials

Composite materials are heterogeneous and unique materials, generally with an anisotropic structure, consisting of discontinuous phase reinforcement elements placed within continuous phase matrix elements. (12,13,17). Fillers can also be added sometimes to the production of composite materials. (12). Composite materials can be produced in fiber, particle, or plate forms. (12,13). They can be applied in braiding, woven, laminate, and sandwich forms in fiber-reinforced composite materials. (17). The function of the reinforcement elements is to carry the force in composite materials. (12,15,17). The function of matrix elements is to transmit the force to the reinforcement elements in composite materials. Moreover; their function is also to protect against environmental factors, provide chemical resistance, provide force distribution, and minimize damage (micro-cracks). (12,15). The functions of fillers are hardening, catalyst, lubrication, release facilitator, antioxidant, UV stabilizer, chemical stabilizer, shock inhibitor, adhesive, and antifungal. Fillers are generally structures of low concentration and low molecular weight. (12).

1.2.2. Design criteria, raw materials, and production methods in composite materials

Desired design criteria for composite materials are high modulus of elasticity, tensile, compression, bending, shear, impact, abrasion, dumping, creep, fatigue strengths, high dimensional stability, high UV, shock, thermal, chemical and electrical resistance, flame retardancy, low density, low humidity. design features such as high absorption, easy manufacturability, low energy requirement, and low thermal expansion. (12-22). The raw materials used are polymeric, metallic, or ceramic materials. (12-20). First of all, raw materials of reinforcement elements are examined in two different groups. They are natural, and synthetic structures. (12). Natural-based raw materials of reinforcement elements are starch, chitin, chitosan, collagen, gelatin, alginate, albumin, silk, cotton, flax, hemp, coir, pineapple, sugar cane, jute, wool, abaca, bagasse, sisal, kapok, ramie, kenaf, fique, bamboo, and banana. (12,13,15,16,21). Their chemical structures and mechanical properties differ from each other. Moreover, the reasons for their widespread use in composite materials for application areas are natural, abundant, environmentally friendly, harmless to health, have moderate mechanical properties, can be easily processed, and are cheap. (16). Pre-treatment processes with alkali chemicals are applied before the production of cellulosic-based types of composite materials in natural-based reinforcement elements. Moreover; physical, plasma, and thermal pre-treatment processes can also be applied. (15).

Synthetic-based raw materials of reinforcement are B_4C , SS, SiC, SiN, PLA, PCL, PET, PTT, PVDF, PTFE, PEDOT, PSS, PA, PP, PHBV, silica, glass, carbon, aramid, basalt, Ti, Fe, Al, Cu, Mg, Mb, Tungsten, and their compounds. (12-22). First of all, raw materials of matrix elements are examined in two different groups. They are thermoplastic, and thermoset structures. (12). Thermoplastic-based matrix elements are PAN, PP, PLA, PVA, POM, PES, PEE, PEK, PAEK, PEEK, PEKK, PIE, TP, TPE, and TPS. (12-17,19,20,22). Thermoset-based matrix elements are PA, PC, PS, PET, PI, PU, silicone, epoxy, phenolic, vinyl ester, formaldehyde, cyanoacrylate, and bismaleimide. (12,14-17,20,22). They are used with hardening chemicals. Thermoset matrix elements are structures with higher tensile strength and higher temperature resistance. (13,15). Raw materials of fillers are $CaCO_3$, CuO, CuO_2 , Cu_2O_3 , TiO_2 , ZnO_2 , $Be(OH)_2$, $Mg(OH)_2$, $Al(OH)_3$, Sb_2O_3 , ABS, EVA, PE, PS, PVC, PMMA, talcs, kaolin, quartz, silica, mica, aluminum hydrates, natural polymers, and carbon nanotubes. (12,15,16,19). Process parameters in composite material production methods are mixing speed, viscosity, surface tension, molecular weight, molecular bond types, molecular bond strengths, molecular distribution, concentration, particle distribution, particle size, fiber-volume ratio (%/%), temperature, time, pressure, and environmental conditions. (12-22). Production methods of composite materials are hand lay-up, spray-up, filament winding, vacuum infusion, resin transfer molding, pultrusion, centrifugal casting, gel coated cultures stone molding, solid surface molding, cold pressing, mixing, mechanical extrusion and injection molding, mechanical extrusion, and compression molding, steam -injection pressing, wet pressing, rotational molding, liquid phase sintering, pressure-assisted sintering, microwave sintering, field assisted sintering, flash sintering, liquid state stir casting, solvent casting, vacuum bag resin infusion, and additive manufacturing. (12,13,15-22).

1.2.3. Factors affecting the formation of composite materials

Reinforcement elements have a high modulus of elasticity and tensile strength. Thus, they provide the high mechanical properties that composite materials must have. (12,13). Moreover, reinforcement elements should be present at a minimum of 50% in composite materials. (13). Fiber-to-volume ratio, fiber type, and interfacial bond strength determine the mechanical properties and dimensional stability of composite materials. (15-22).

1.2.4. Application areas of composite materials

Composite materials are generally produced for application areas where high mechanical properties are required. (12). Application areas of composite materials are home textile, packaging, automotive, light structures, machinery, construction, aviation, sports, biomedicine, thermomechanical components, energy, textile, defense, maritime, chemistry, space, and aerospace fields. (12-21). Pistons and cylinder jackets in car engines, chassis, panels, brake pads, and batteries (in electric vehicles) are used in the field of automotive. (13,16,17,19). Chassis, brake pads, gas turbines, telescopic antennas, wireless signal transmitters, seats, and carpets, (electric vehicles) are used in the field of aerospace. (13,19).

Skin grafts, medical devices, dental, orthopedic, and hemodialysis are used in the field of medicine. **(13,16,19-21)**. The podded propeller, anti-biofouling, hull, boats, and marine structures are used in the field of maritime. **(13,16,19)**. Radiation-proof material, water and chemical storage tanks, piping, and fuel cells are used in the field of chemistry. **(13,16)**. Doors, tables, chairs, upholstery fabrics, carpets, and baskets are used in the field home textiles. **(16)**. Radiators, antennas, bodies of warplanes, armored personnel carriers and tanks, mechanical and ballistic protective armor, and helmets are used in the field of defense. **(16,22)**.

1.3. Composite material applications for braiding technologies

In an experimental study on textile (multilayer braiding structured) based humidity sensor design and efficiency textile-based or metallic electrical cables must be resistant to a minimum force of 100 cN in terms of design criteria. Moreover, their electrical capacitance in the twisted structure had 5 times more efficiency than the electrical capacitance in the cylindrical structure. A 3-layer braiding structure was produced in this design. A braiding structure with diamond braiding construction (1x1) was produced using 6 Cu threads in the innermost layer. A braiding structure with double-layer braiding construction was produced using 12 viscose yarns with a yarn count of 190 dtex in the middle layer. A braiding structure with diamond braiding construction (1x1) was produced using 6 enameled Cu threads in the outer layer. The braiding machine's production speed was 200 rpm. Then, the samples were kept in the desiccator for 20 hours and then moisture measurements were taken against a large number of various salts. In conclusion, In terms of mechanical test results such as bending, tensile, and compression strengths were quite sufficient. They had extremely high elasticity. All tests were found to exhibit extremely high sensitivity and accuracy in terms of humidity sensitivity, even above 65% rH. Additionally, reproducibility was extremely easy and high. They were extremely suitable for their application in medical textiles. In future experimental studies, the sensitivity will be much higher in finer yarn counts (dtex) and yarn types with higher moisture absorption and appropriate braiding constructions. Thus, the quality of textile-based moisture sensor development will be even higher. **(23)**. Braiding technologies are highly effective textile-based (braiding structured) production technologies in terms of tissue engineering applications in medical textiles. Because, fiber orientation, pore structure, density, homogeneous distribution in the braiding structure, construction, braid yarn count, braid yarn count (dtex), braid angle ($^{\circ}$), and optional center yarn number and number are extremely sufficient and suitable for these applications. Metallic threads such as NiTi, Cu and Cu alloys, Co and Co alloys, Cr and Cr alloys, and Ta and Ta alloys are threads generally used in textile-based (braiding structured) medical textile applications (especially in artificial vascular applications). Thus, sensitivity reaches its maximum level. Additionally, the dimensional stability of braiding structures is extremely high. The total diameter of the braiding structure should be below 20 μm and the braiding length should be 300 mm in artificial vein applications. Cutting below 50 μm is still a problem in laser cutting technology. Since the cutting process is carried out at extremely high temperatures, thermal-based damages occur in the surface morphologies of the samples. **(24)**.

In an experimental study on energy absorption and impact damage analysis in textile (braiding structured) based sports applications AKSA-42-12 k carbon yarns in two forms were produced

as braiding structured reinforcement element (preform) samples. Then, the Bakelite® EPR-L20 matrix element was processed with a 100/35 ratio of epoxy resin and hardener solution. The mixture was degassed for 0.5 hours. Epoxy resin was injected into the preform using a vacuum-assisted tool. The resin infusion (VARI) method was applied at a temperature of 60 °C for 15 hours before curing in the room for 24 hours. The braid angle was 25°. The fiber-to-volume ratio (%) in the braiding structured composite material produced was approximately 55%. In sports applications, the outer shell thickness of protective equipment was generally below 2 mm to ensure lightness. Various samples were prepared in laminate form with dimensions of 55 mm x 55 mm x 1.6 mm. Each lamina form sample consisted of two layers of braiding structure. In conclusion, cohesion-based carbon yarns between the braiding layers were damaged such as delamination, crack formation, and uniaxial crack propagation as a result of slow-speed impact strength tests of 3 J and 9 J energy. Moreover, they were a generally successful experimental study in terms of impact strength. (25). In the experimental study on artificial vessel graft applications of braiding structured composite materials based on PET/NiTi yarns multifilament PET/NiTi braiding structured samples consisted of a total of 32 yarns. They were produced in double-layer (2x2) braiding construction, and single-layer with various braid angles (°).

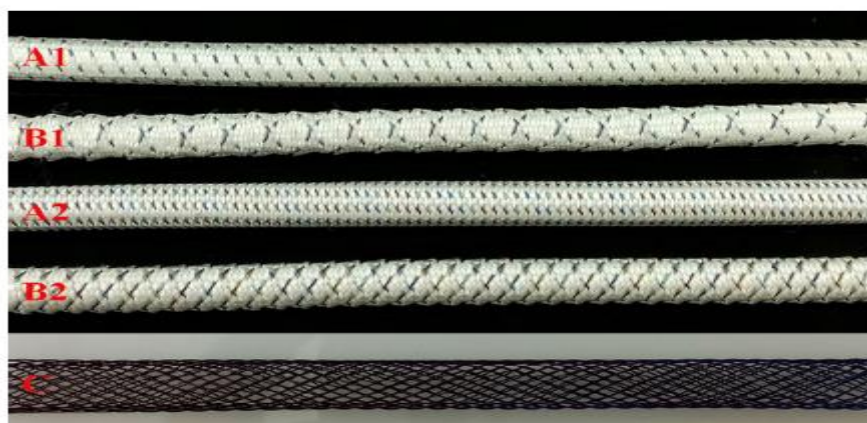


Image 5. Various artificial vessel graft samples based on PET/NiTi and 3D braiding structure, 2016

After, various mechanical tests such as bending, torsional, and compressive strengths were applied in vitro. In conclusion, PET/NiTi-based braiding structures had higher radial strength and lower stent correction force compared to pure NiTi-based braiding structures. They maintained their patency even when they were curved and had a lower stent straightening force. These manufactured artificial composite stents remained stable under a certain bending. The configuration of NiTi structures in composite stents significantly protected the stent deformation under a certain bending. Moreover, previous experimental studies had reported that NiTi-based braiding structures were problematic in artificial vessel applications due to their low radial force and loose structure. (26).

Braiding structures are widely used in medical textile applications and their production parameters are effective. These parameters are yarn type, yarn count (dtex), yarn diameter, number of filaments, braiding construction, braid yarn count, braid angle (°), fiber diameter,

fiber-fiber friction force, drafting speed, number of steps, and step distance. (27-29,33). As the fiber diameter decreases, the impregnated matrix element diffuses more easily and its biological effects are higher. The fiber-to-volume ratio should be 50%, minimum 30° braid angle, and 25 mm² cross-sectional diameter in braiding structures in medical textile applications. As the number of filaments increases, the distance between the carrier coil and the center position becomes shorter. Thus, producing tighter structures. Moreover, the use of 3D braiding structures in medical textile applications is more effective and successful. (27,28). ASTM and ISO standards should be used for braiding structures in medical textile applications. Moreover, braiding structures are much more effective and successful compared to laminate structures for impact energy-damage area graphs. (28). An experimental study on carbon/epoxy-based 2D braiding structured composite materials for bumper brackets designed to be used in BMW M6 vehicles included first of all, carbon thread-based 2D braiding structures were produced. They were 4-storey and 9-storey braiding structures. Braiding production process parameters were that they were produced at a 30° braid angle for 9-layer samples while they were produced at a +45° braid angle for 4-layer samples. Then, EPR4695 epoxy resin (Bakelite) and EPH5357 hardener as matrix elements were converted into composite materials using the RTM method. Composite materials had a thickness of 10 mm in each layer. Fiber-volume ratio (%) was 52%, 53%, and 61% for all samples respectively.

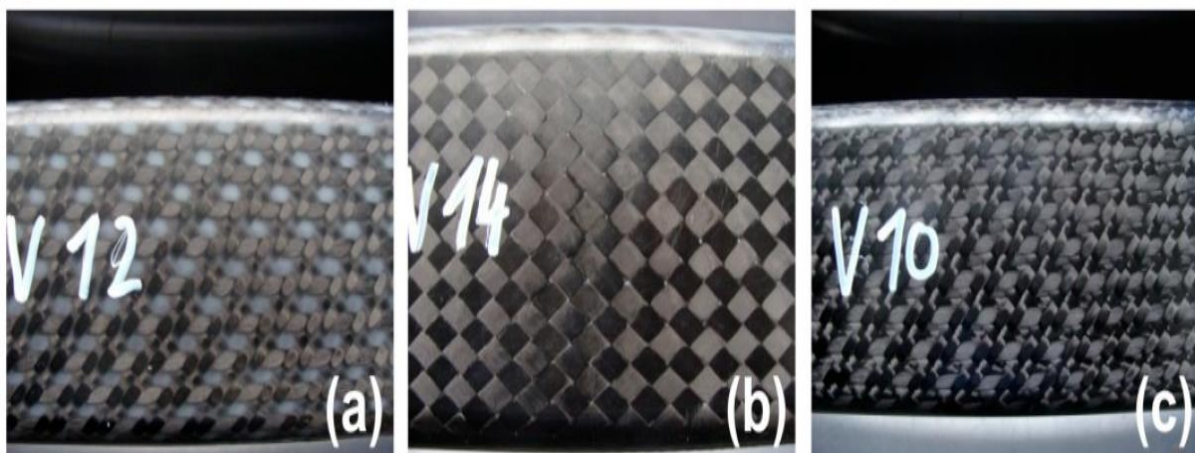


Image 6. Various bumper bracket samples with carbon/epoxy-based and 2D braiding structure, 2020

In conclusion, all samples were found to be successful for the slow speed (20 km/h) impact test. Additionally, they were advantageous because of their lightness. As the fiber-to-volume ratio (%) and the number of braiding layers increased, the impact strength increased. (29). Carbon/epoxy-based braiding structures were provided at a 20° braid angle for maximum energy absorption. In addition, a 61% fiber-to-volume ratio and 15° braid angle in carbon/PEEK-based braiding structures were provided for maximum energy absorption. (30). An experimental study on glass/PA 6-based braiding structured composite materials for composite beam materials designed to be used in the construction field included that firstly the reinforcement element was produced from 64 glass threads with a braiding structure (preform) at a 25° braid angle. Fiber-to-volume ratio was 55%. PA 6 was used as the matrix element.

Rapid variothermal molding (RVM) and bladder inflation molding (BIM) methods were applied in composite beam material production. Production processes for RVM and BIM production methods had a total of 14 minutes. The braiding structure (preform) made of 64 glass threads was subjected to a pre-heating process at a temperature of 150 °C for 6 minutes. Then, it was absorbed into PA 6 solution at 8 bar pressure and temperature of 250 °C for 6 minutes. Afterward, curing was applied for 4 minutes and at a temperature of 180 °C.



Image 7. Glass/PA 6-based composite beam material sample with 3D braiding structure, 2019

In conclusion, the RVM production method provided a 90% reduction in cycle time and easier control of the production process parameters compared to the BIM production method. The quality of the composite beam materials produced was high. (31). In a study compiling experimental studies on energy absorption included in terms of energy absorption (EA) and specific energy absorption (SEA) values under multiaxial compressive forces in natural and synthetic-based reinforcement elements (for approximately 3 mm thickness), respectively, from high to low was glass/polyurethane foam > aluminum/carbon > aluminum/glass > para-aramid/jute > glass/jute. In terms of elasticity modulus, tensile strength, and percent elongation at break (%) values in thermoset-based matrix elements, in order from high to low was vinyl ester > epoxy > polyester. All composite material samples generally had a round cross-section and were produced by the hand lay-up manufacturing method. (32).

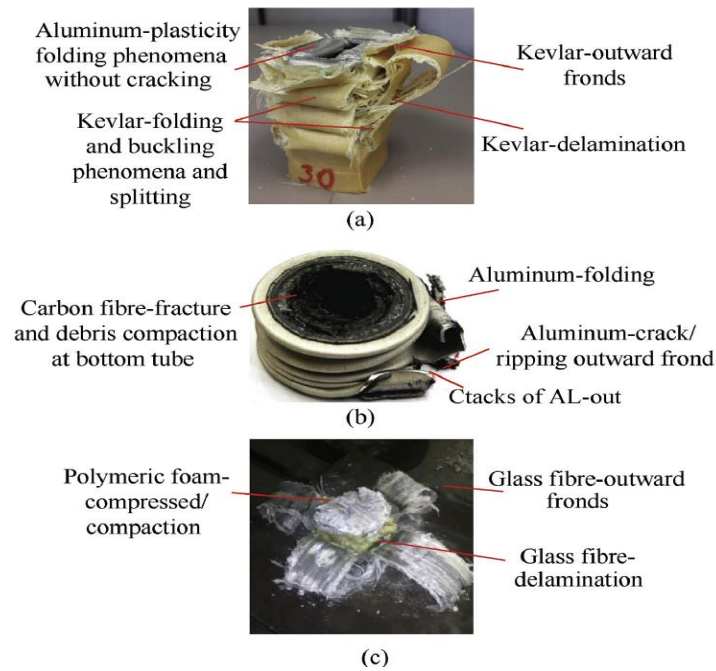


Image 8. Damage states of a) aluminum/para-aramid, b) carbon/aluminum, and c) glass/polymeric foam samples after energy absorption, 2018

2. GENERAL EVALUATION AND RESULTS

-Braiding technologies are textile forms produced by intertwining at least 2 thread groups, depending on the thread route profile, at a 180° angle to each other.

-1D, 2D, and 3D braiding structures are in braiding technologies in the modern age.

-As the number of axes increases, mechanical properties in braiding structures develop in various axes.

-3D braiding structures can be produced in various profiles such as T, C, L, Y, I, J, Z, box, and double box.

-Braiding production machines are maypole, flat, lace, cartesian, rotary, cubic, square, circular (tubular), two-step, four-step, biaxial, triaxial, and multiaxial.

-Braiding structures have an excellent modulus of elasticity in axial and radial axes, tensile, bending, shear, torsion, and fatigue strength, excellent elasticity, damage tolerance, and dimensional stability.

-Braiding constructions are (1x1 (diamond), 2x1, 3x1, 4x1, 2x2 (regular), 3x3 (hercules), 4x4, and 5x5.

-NiTi, Al₂O₃, PA, PET, PP, PCL, PGA, PLGA, PLLA, PTFE, glass, aramid, carbon, ceramic, and metallic threads are used in braiding structures.

-Geometry (cylindrical, rectangular, cubic, tetragonal, hexagonal, etc.), shape, length, angle of the thread route of the thread carriers, unit cell geometry, drafting speed, crimp, braid angle (30°-80°), braid yarn group, braid yarn movement, braid yarn type, braid yarn cross-section and braid yarn count (dtex) are effective factors in the production of braiding structures.

- As the distance between the yarn carrier bobbins gets shorter, the braiding formation point shortens.
- The low tension of the yarn carrier bobbins reduces the fiber-fiber friction of the filaments in braid yarns.
- The cross-sections of the gears change the unit cell geometry in the braiding structures.
- The geometry (arrangement) of the hexagonal yarn route can carry more than one yarn carrier at the same time and provide maximum packaging in braiding structures.
- Braid thread count (braid thread group) is between 7 and 256 depending on the application area and desired mechanical properties in braiding structures.
- Application areas of braiding technologies are hair braid making, knot tying, shoelaces, rope, cable, fishing, production of other nets, ligaments, tendons, vessels, bones, hip, endocardial electrodes, columns, rods, shafts, pressure vessels, plates, frames, hoses, and chassis.
- Composite material consists of a mixture of a reinforcement element and a matrix element. Various filling materials can be added sometimes.
- Design criteria of composite materials are high modulus of elasticity, tensile, compression, bending, shear, impact, abrasion, dumping, creep, fatigue strengths, high dimensional stability, high UV, shock, thermal, chemical and electrical resistance, flame retardancy, low density, low humidity, uptake, easy manufacturability, low energy requirement, and low thermal expansion.
- The raw materials used in composite materials are polymeric, metallic, or ceramic materials.
- Reinforcement elements are natural or synthetic-based materials. They are determined according to the required features in the application areas.
- Various pre-treatment processes are applied to natural-based reinforcement elements using chemical, physical, or plasma methods before composite material production.
- Matrix elements are thermoplastic or thermoset-based materials. They are determined according to the required features in the application areas.
- Thermoset-based matrix elements are generally used with a hardener.
- Process parameters in composite material production methods are mixing speed, viscosity, surface tension, molecular weight, molecular bond types, molecular bond strengths, molecular distribution, concentration, particle distribution, particle size, fiber-volume ratio (%/%), temperature, time, pressure, and environmental conditions.
- Production methods of composite materials are hand lay-up, spraying, resin transfer molding, pultrusion, filament winding, vacuum bag resin infusion, additive manufacturing, and various pressing, sintering, and casting methods.
- Fiber-volume ratio, fiber type, and interfacial bond strength determine the mechanical properties and dimensional stability of composite materials.
- Application areas of composite materials are home textile, packaging, automotive, light structures, machinery, construction, aviation, sports, biomedicine, thermomechanical components, energy, defense, maritime, chemistry, space, and aerospace fields.
- Textile-based (braiding structured) composite materials are widely used in fields such as textile, electricity, medicine, automotive, sports, and construction.
- Yarn type, yarn count (dtex), braid yarn count, braid angle, yarn twist amount, braiding construction, and number of layers are effective for moisture sensor applications in textile-based (braiding structured) composite materials.

- Sensitivity and accuracy in moisture sensor applications will be maximum by producing the yarn type with high moisture absorption and a finer yarn count.
- PET/NiTi-based braiding structures have been found to be suitable and successful in terms of radial strength and lower stent correction force values.
- The total diameter of the braiding structure must be below 20 μm in medical textile applications.
- Braiding length should be 300 mm in artificial graft applications in medical textile applications.
- It must have a minimum fiber-to-volume ratio of 50%, a minimum 30° braid angle, a double-layer braiding construction, and a minimum 25 mm² braid cross-section diameter in medical textile applications.
- ASTM and ISO standards should be used for braiding structures in medical textile applications.
- Braiding structures are much more effective and successful compared to laminate structures in impact energy-damage area graphics.
- Carbon, para-aramid, and glass threads are generally used as reinforcement elements in automotive, construction, and sports fields.
- Vinyl ester, epoxy, polyester, and PA 6 chemicals are generally used as matrix elements with their hardeners in the automotive, construction, and sports fields.
- PEEK and vinyl ester-based matrix elements are used in applications where high mechanical properties and thermal resistance are required.
- The braid angle between 15° and 20° is the most effective braid angle range for maximum energy absorption (EA) and specific energy absorption (SEA) in composite materials.
- RTM, BIM, and RVM production methods should be used in applications where the processing time is short (between 5 and 10 minutes), the process temperature is high (between 150 and 250 °C) and the surface quality is high.

REFERENCES

- [1] Bogdanovich A. E. (2016). An overview of three-dimensional braiding Technologies Advances in Braiding Technology Woodhead Publishing Series in Textiles, <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-08-100407-4.00001-6/> (Erişim tarihi: 27.10.2023)
- [2] Sontag T, Yang H, Gries, T. and Ko F. (2015). Recent advances in 3D braiding technology Advances in 3D Textiles Woodhead Publishing Series in Textiles, <https://doi.org/10.1016/B978-1-78242-214-3.00007-3/> (Erişim tarihi: 27.10.2023)
- [3] Bilisik K. (2013). Three-dimensional braiding for composites: A review Textile Research Journal, 83 (13). DOI: 10.1177/0040517512450766/ (Erişim tarihi: 27.10.2023)
- [4] Akbari M, Tamayol A, Bagherifard S, Serex L, Mostafalu P, Faramarzi N, Mohammadi M. H. and Khademhosseini A. (2016). Textile Technologies and Tissue Engineering: A Path Toward Organ Weaving Advanced Healthcare Materials, 5 (7). DOI: 10.1002/adhm.201500517/ (Erişim tarihi: 27.10.2023)
- [5] Wambua P. M. and Anandjiwala R. (2011). A Review of Preforms for the Composites Industry Journal of Industrial Textiles, 40 (4). DOI: 10.1177/1528083709092014/ (Erişim tarihi: 27.10.2023)

- [6] Awais H, Nawab Y, Amjad A, Anjang A, Akil H. and Abidin M. S. Z. (2021). Environmental benign natural fiber reinforced thermoplastic composites: A review *Composites Part C: Open Access*, 4 (1). <https://doi.org/10.1016/j.jcomc.2020.100082/> (Erişim tarihi: 27.10.2023)
- [7] Arold B, Gessler A, Metzner C. and Birkefeld K. (2015). Braiding processes for composites manufacture *Advances in Composites Manufacturing and Process Design* Woodhead Publishing, <https://doi.org/10.1016/B978-1-78242-307-2.00001-4/> (Erişim tarihi: 27.10.2023)
- [8] Schreiber F. (2016). Three-dimensional hexagonal braiding *Advances in Braiding Technology Specialized Techniques and Applications* Woodhead Publishing Series in Textiles, <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100407-4.00002-8/> (Erişim tarihi: 27.10.2023)
- [9] Emonts C, Grigat N, Merkord F, Vollbrecht B, Idrissi A, Sackmann J. and Gries T. (2021). Innovation in 3D Braiding Technology and Its Applications *Textiles*, 1 (1). <https://doi.org/10.3390/textiles1020009/> (Erişim tarihi: 27.10.2023)
- [10] Branscomb D, Beale D. and Broughton R. (2013). New Directions in Braiding *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 8 (2). <https://doi.org/10.1177/155892501300800202/> (Erişim tarihi: 27.10.2023)
- [11] Ayranci C. and Carey J. (2008). 2D braided composites: A review for stiffness critical applications *Composite Structures*, 85 (1). DOI:10.1016/j.compstruct.2007.10.004/ (Erişim tarihi: 27.10.2023)
- [12] Hsissou R, Seghiri R, Benzekri Z, Hilali M, Rafik M. and Elharfi A. (2021). Polymer composite materials: A comprehensive review *Composite Structures*, 262 (1). <https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2021.113640/> (Erişim tarihi: 28.10.2023)
- [13] Rajak D. K, Pagar D. D, Kumar R. and Pruncu C. I. (2019). Recent progress of reinforcement materials: a comprehensive overview of composite materials *Journal of Materials Research and Technology*, 8 (6). <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2019.09.068/> (Erişim tarihi: 28.10.2023)
- [14] Banea M. D. and Silva L. F. M. (2009). Adhesively bonded joints in composite materials: An overview *Journal of Materials: Design and Applications*, 223 (1). DOI: 10.1243/14644207JMDA219. (Erişim tarihi: 28.10.2023)
- [15] Mitra B. C. (2014). Environment-Friendly Composite Materials: Biocomposites and Green Composite *Defence Science Journal*, 64 (3). DOI: 10.14429/dsj.64.7323/ (Erişim tarihi: 28.10.2023)
- [16] Bharath K. and Basavarajappa S. (2016). Applications of biocomposite materials based on natural fibers from renewable resources: a review *Sci Eng Compos Mater*, 23(2). DOI: 10.1515/secm-2014-0088/ (Erişim tarihi: 28.10.2023)
- [17] Fleischer J, Teti R, Lanza G, Mativenga P, Möhring H-C. and Caggiano A. (2018). Composite materials parts manufacturing *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, 67 (2). <https://doi.org/10.1016/j.cirp.2018.05.005/> (Erişim tarihi: 28.10.2023)
- [18] Guo J, Berbano S. S, Guo H, Baker A. L, Lanagan M. T. and Randall C. A. (2016). Cold Sintering Process of Composites: Bridging the Processing Temperature Gap of Ceramic and Polymer Materials *Adv. Funct. Mater*, 26 (39). DOI: 10.1002/adfm.201602489/ (Erişim tarihi: 28.10.2023)

- [19] Panwara N. and Chauhan A. (2018). Fabrication methods of particulate reinforced Aluminium metal matrix composite-A review *Materials Today: Proceedings*, 5 (2). <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2017.12.194/> (Erişim tarihi: 28.10.2023)
- [20] Yuan S, Shen F, Chua C K. and Zhou K. (2019). Polymeric composites for powder-based additive manufacturing: Materials and applications *Progress in Polymer Science*, 91 (1). <https://doi.org/10.1016/j.progpolymsci.2018.11.001/> (Erişim tarihi: 28.10.2023)
- [21] Kumar R, Kumar M. and Chohan J. S. (2021). The role of additive manufacturing for biomedical applications: A critical review *Journal of Manufacturing Processes*, 64 (1). <https://doi.org/10.1016/j.jmapro.2021.02.022/> (Erişim tarihi: 28.10.2023)
- [22] Yadav R, Tirumali M, Wang X, Naebe M. and Kandasubramanian B. (2020). Polymer composite for antistatic application in aerospace *Defence Technology*, 16 (1). <https://doi.org/10.1016/j.dt.2019.04.008/> (Erişim tarihi: 28.10.2023)
- [23] Wendler J, Maraite D, Nocke A. and Cherif C. (2019). Novel textile moisture sensors based on multi-layered braiding constructions *Textile Research Journal*, 90 (3-4). DOI: 10.1177/0040517519868172/ (Erişim tarihi: 29.10.2023)
- [24] Aibibu D, Hild M. and Cherif C. (2016). An overview of braiding structure in medical textile: Fiber-based implants and tissue engineering *Advances in Braiding Technology Specialized Techniques and Applications Woodhead Publishing Series in Textiles*, <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100407-4.00006-5/> (Erişim tarihi: 29.10.2023)
- [25] Wang C, Roy A, Chen Z and Silberschmidt V. V. (2017). Braided textile composites for sports protection: Energy absorption and delamination in impact modeling *Materials and Design*, 136 (1). <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2017.10.006/> (Erişim tarihi: 29.10.2023)
- [26] Zou Q, Xue W, Lin J, Fu Y, Guan G, Wang F. and Wang L. (2016). Mechanical characteristics of novel polyester/NiTi wires braided composite stent for the medical application *Results in Physics*, 6 (1). <http://dx.doi.org/10.1016/j.rinp.2016.07.007/> (Erişim tarihi: 29.10.2023)
- [27] Pastore C. M, Carey J. P, Ko F. K, Melenka G. W. and Hunt A. J. (2017). Design of Braided Composite Materials *Handbook of Advances in Braided Composite Materials Theory, Production, Testing and Applications*, <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100369-5.00010-6/> (Erişim tarihi: 29.10.2023)
- [28] Melenka G. W, Hunt A. J, Pastore C. M, Ko F. K. and Carey J. P. (2017). Advanced testing of braided composite materials *Handbook of Advances in Braided Composite Materials Theory, Production, Testing and Applications*, <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100369-5.00004-0/> (Erişim tarihi: 29.10.2023)
- [29] Böhm R, Hornig A, Weber T, Grüber B. and Gude M. (2020). Experimental and Numerical Impact Analysis of Automotive Bumper Brackets Made of 2D Triaxially Braided CFRP Composites *Materials*, 13 (16). DOI: 10.3390/ma13163554/ (Erişim tarihi: 29.10.2023)
- [30] Hallal A, Elmarakbi A, Shaito A. and El-Hage H. (2014). Overview of Composite Materials and their Automotive Applications *Advanced Composite Materials for Automotive Applications: Structural Integrity and Crashworthiness*, <https://doi.org/10.1002/9781118535288.ch1/> (Erişim tarihi: 29.10.2023)
- [31] Singh A, Reynolds N, Carnegie C. R, Micallef C, Keating E. M, Winnett J, Barnett A. E, Barbour S. K. and Hughes D. J. (2019). A novel route for volume manufacturing of hollow

braided composite beam structures *Advanced Manufacturing: Polymer & Composites Science*, 5 (4). DOI: 10.1080/20550340.2019.1680514/ (Erişim tarihi: 29.10.2023)

[32] Supian A. B. M, Sapuan S. M, Zuhri M. Y. M, Zainudin E. S. and Ya H. H. (2018). Hybrid reinforced thermoset polymer composite in energy absorption tube application: A review *Defence Technology*, 14 (4). <https://doi.org/10.1016/j.dt.2018.04.004/> (Erişim tarihi: 29.10.2023)

[33] Carey J. P, Melenka G. W, Hunt A, Cheung B, Ivey M. and Ayranci C. (2016). Braided composites in aerospace engineering *Advanced Composite Materials for Aerospace Engineering Processing, Properties, and Applications*, <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100037-3.00006-7/> (Erişim tarihi: 29.10.2023)

EXTRACTION OF LOW SULFUR DIESEL-LIKE FUEL FROM WASTE ENGINE OIL BY PYROLYTIC DISTILLATION AND SULFURIZATION PROCESS OF THIS FUEL

PhD Student Abdulkirim YILDIZ*

Department of Mechanical Engineering, Institute of Graduate Studies, Batman University, 72060, Batman, Turkey., ORCID ID: 0000-0002-6511-5189

Assoc. Prof. Selman AYDIN

Department of Mechanical and Metal Technology, Vocational High School of Technical Sciences, Batman University, 72060, Batman, Turkey., ORCID ID: 0000-0001-9685-9853

Abstract

In this study aims to produce diesel-like fuel from waste engine oil by pyrolytic distillation, which is harmful to the environment and human health, and the desulfurization process of these fuels. In this regard, extremely low-sulfur diesel-like fuel was created in a pyrolysis reactor using the pyrolysis process from waste engine oil. A process to reduce the sulfur content in waste engine oils similar to diesel fuel obtained by pyrolytic distillation at high temperatures was carried out. In order to reduce the sulfur in waste engine liquids, a two-stage desulfurization method was applied. In the first step of the fundamental desulfurization process, 10% perlite, 10% CaO, and 10% zeolite catalysts were applied to waste engine liquids, respectively. Since the sulfur content in diesel-like engine fuel (DLEF) is within the diesel fuel standard of 0.1%, it was determined that there was no decrease in sulfur content. Following the basic desulfurization technique, the second stage of acidic desulfurization was carried out. As a result, it was determined that perlite, zeolite, and CaO catalysts applied to DLEF fuel, which is within the DF (diesel fuel) standards, were not effective in the basic desulphurization process but increased the sulfur content of diesel-like waste motor fuel applied with acidic solutions in the second stage.

Keywords: Pyrolytic distillation, Basic desulfurization, Acidic desulfurization, Diesel fuel, Diesel-like waste engine liquids

Abbreviations

DLEF	: Diesel-like engine fuel
GLEF	: Gasoline like engine fuel
DLF	: Diesel-Like Fuel
DLDEF	: Diesel-like desulfurized engine fuel
DF	: Diesel fuel
ASTM	: American Society for Testing and Materials

1. Introduction

The exploration of alternative energy sources has persisted in order to create applications that are more economical, last longer, produce less pollution, are more efficient, and are ecologically benign [3, 4]. The amount of energy consumed per person directly relates to a nation's level of development. With the industrial revolution, energy resources and economic expansion have emerged as two of the most significant historical variables for maintaining a high standard of living [5]. The sustainability of energy resources is the primary factor that distinguishes industrialized nations. As a result, nations view their energy resources as essential to their economic growth, and it is ideal for these resources to be affordable, renewable, and considerate of both the environment and public health. Since burning fossil fuels releases greenhouse gas emissions into the atmosphere, using renewable energy sources to offset these emissions has become a major concern for international policy [6-8].

Alternative fuel sources include a variety of waste fuel sources, including tires, plastics, waste oils, and trees. These wastes can, however, be utilized as fuel for automobiles. However, when used as fuel in manufacturing facilities, they pose a risk to the environment and public health since they release pollutants such as SO_2 , CO, CO_2 , HC, and NO_x into the atmosphere. [1, 9-10]. Engine oil waste needs to be disposed of since it poses a risk to both the environment and public health. These waste materials need to be transformed into a liquid or gas phase in order to be used as an alternative fuel in diesel engines. The pyrolysis method is used to carry out this procedure, and the end product is an oily substance known as pyrolytic. It is evident that this diesel-like fuel has a far greater sulfur concentration than what is allowed by EN 590.

The desulfurization of natural resources has become necessary due to strict environmental laws regarding the sulfur content of crude oil and refined goods. Waste lubricants and tires are among the wastes with high added value in motor vehicles and other industrial sectors [11]. There are many methods to convert lubricants into various types of liquid fuels, such as pyrolysis and thermal cracking [12, 2]. In this regard, scientists work on the energy recovery from waste materials through recycling [13]. Within the scope of this study, these waste engine oils, which enter into the lapping state within the scope of this study, have been converted into DLEF by pyrolysis method to be used in diesel engines in order to recover energy [14]. However, the DLEF has higher sulfur content [15]. Pyrolysis has been identified as the most efficient and cost-effective technique of waste disposal [16, 18]. In an oxygen-free atmosphere, pyrolysis is the most practicable method for obtaining low molecular components [18-19]. Pyrolysis is defined as the heat decomposition of hydrogen and carbon molecules in the absence of oxygen [17]. When sulfur components in fuel for internal combustion engines combine with oxygen, they take part in the combustion reaction and produce SO_2 and SO_3 emissions. Sulfur oxide creates unwanted conditions at the end of combustion by producing acid chemicals [20].

First, pyrolytic liquid was produced from waste motor oils in a pyrolysis reactor in this investigation. Then, because this liquid has a high sulfur concentration according to the EN 590 standard, basic and acidic sulfurization methods were used. Sulfurization using the basic approach proved successful for these applications. Simultaneously, pyrolytic liquid was

extracted from waste mineral oil using the pyrolysis method and sulfurized. Waste lubricants were also sulfurized in accordance with diesel rules and regulations.

2. Material and Method

2.1. Test methods

In this section, the method and materials used in an experimental study to convert the oils obtained from used waste engine oils, which are one of the components of waste mineral oils, into diesel and similar fuels are given. Figure 1 illustrates the connection line diagram and schematic of the pyrolysis reactor's electrically controlled system.

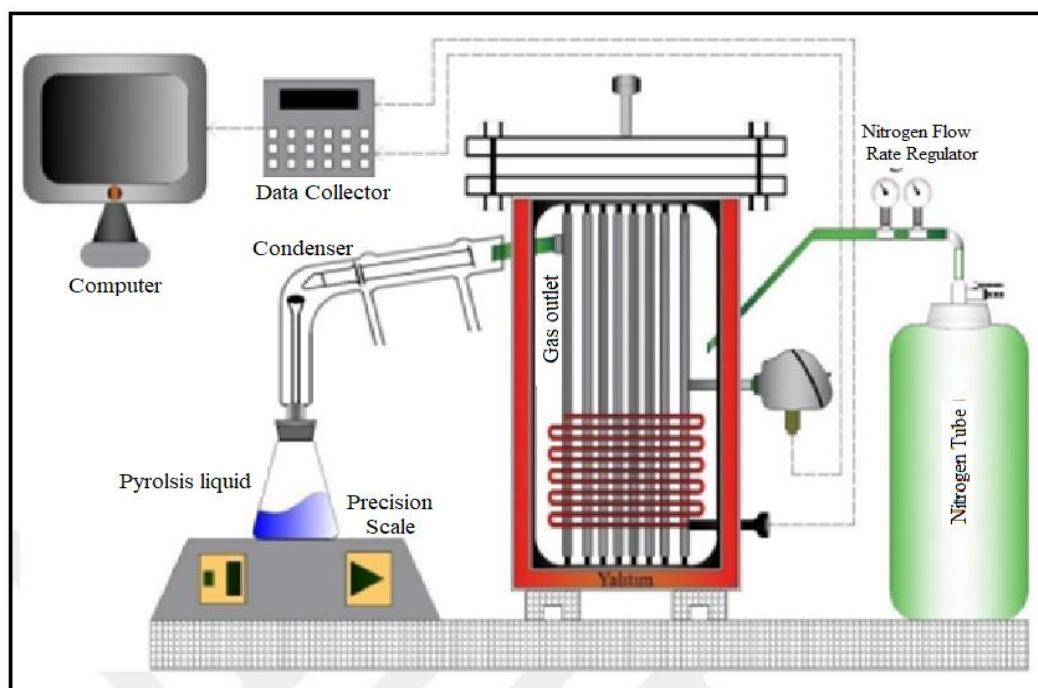


Figure 1. Schematic of the fuel production process [20]

The pyrolysis setup in which waste mineral oils will be used to produce fuel for use in the automotive test set is given in Figure 2. The pyrolysis reaction setup produced products by gradually increasing the temperature and processing for an average of 20 minutes at each temperature step. In the pyrolysis phase, the products obtained between 80-180 °C were classified as GLEF; products obtained between 180-300 °C were classified as DLEF, products obtained between 300-375 °C were classified as heavy fractionated oils and last category as solid products.



Figure 2. Pyrolysis setup for fuel production

2.2. DLEF Production from Waste Engine Oil by Pyrolysis Method

In order to conclude the production, waste mineral oil in the grinding stage was obtained from a private technical service and transferred to the pyrolysis assembly. In each process, 1 liter of oil was placed in the pyrolytic assembly and the temperature was gradually increased. DLEF was produced at temperatures of 180-400 °C, every twenty minutes the temperature was increased by 20 °C with the help of a condenser and the molecules in the vapor phase were cooled and liquid products were obtained. A precision scale was used to weigh the solid product that remained in the chamber. Figure 3-4 below provide statistical information about these products.

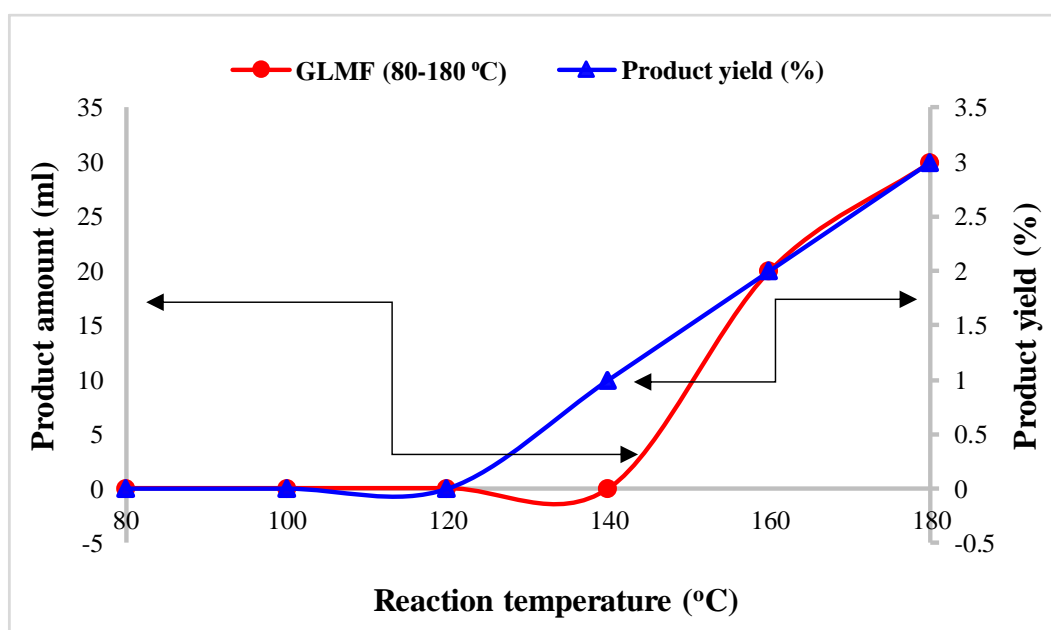


Figure 3. Effect of temperature on the amount of product (ml) in GLEF production and product efficiency

Based on the data in Figure 3 for the products obtained from waste engine oils by pyrolysis method, no output was obtained between 80-180 °C up to 140 °C, and the amount of product obtained between 160-180 °C is 50 ml in total, accounting for 5% of the total 1-liter product.

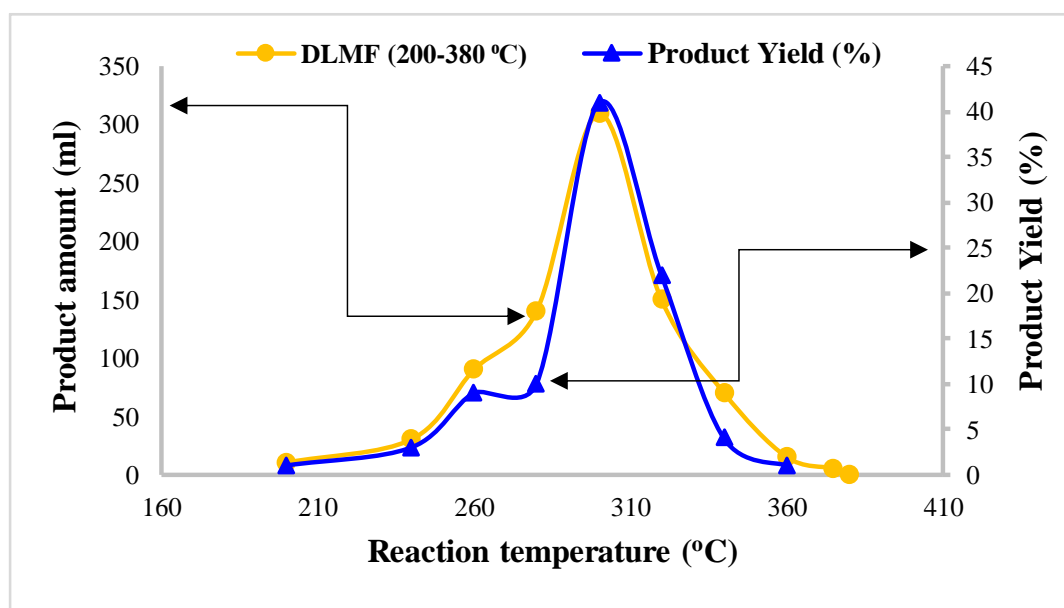


Figure 4. Effect of temperature on the amount of product (ml) in DLMF production and product efficiency

As demonstrated in Figure 4, the amount of product (ml) increased as the temperature increased between 200 °C and 300 °C. At 300 °C, the maximum product increase was 310 ml of liquid product. The amount of product decreases at temperatures above 300 °C. 80% of the total 1-liter product was obtained at 200-340 °C, which is considered the temperature at which diesel like fuel products are obtained.

2.3. Desulfurization Processes in DLEF Samples

Different additives were used to reduce the sulphur content of pyrolysis samples of diesel-like mineral and rubber fuels. For the DLEF sample, the value of 0.108% was tried to be reduced. Within the scope of this study, it was determined that the pyrolysis process and additives used at a rate of 10% in the literature studies performed on the fuel samples by mass were the most appropriate reductions.

Although the sulphur content of the DLEF sample is acceptable at standard diesel fuel values, calcium oxide (CaO-Lime Stone), Perlite, and Zeolite catalysts were added to 500 ml of fuel sample at a rate of 10% by mass and subjected to pyrolysis reaction. Figure 5 illustrates the sulphur analysis results of DLMF samples subjected to basic desulfurization reaction.

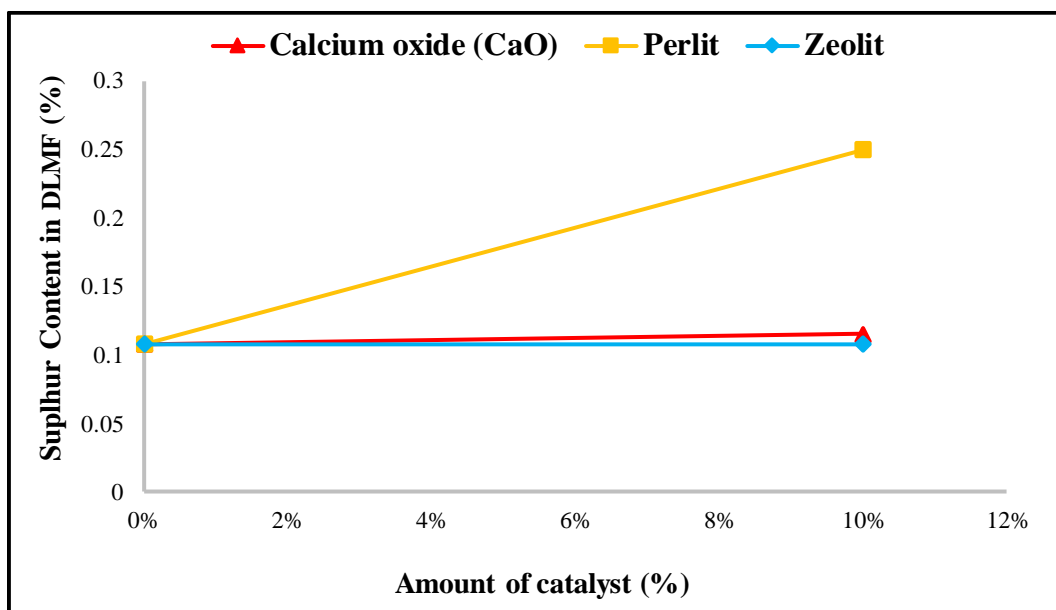


Figure 5. Effect of the amount of additive used on desulfurization for DLEF

The amounts of catalyst applied to DLEF fuel were applied as 5-7.5-10 g. and the analysis results are shown in Figure 6.

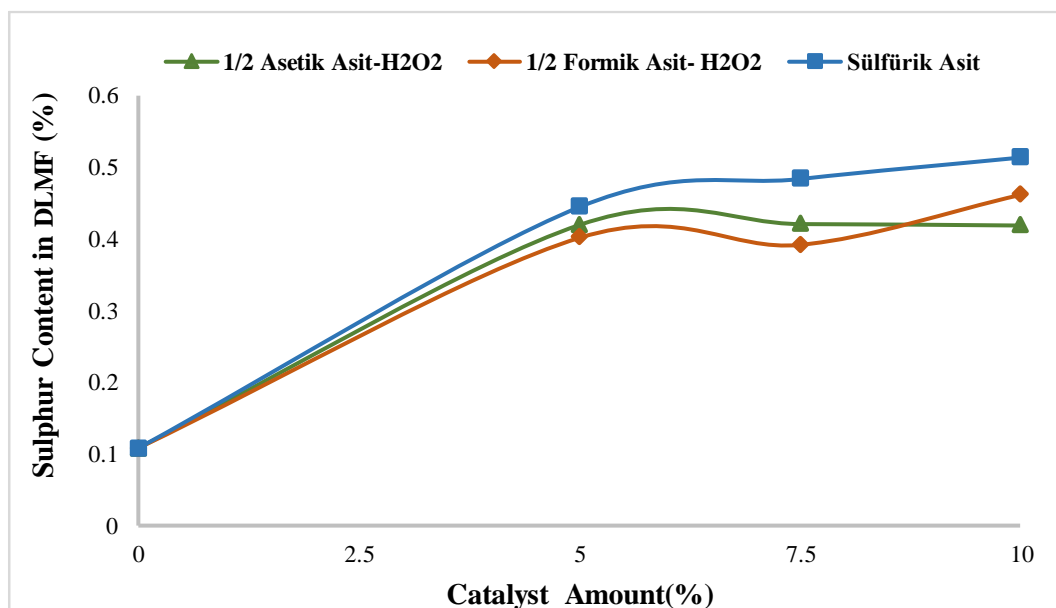


Figure 6. Effect of acidic additive amounts on DLMF

When Figures 12-13 are examined, it is discovered that the sulphur content of all pure and solutions increases with the amount of acidic catalyst in DLEF fuels. In diesel-like desulfurized mineral fuel (DLDEF), the lowest increase rate was 262% 1/2 Formic Acid - H₂O₂ (7.5 gr) and the highest increase rate was 375.9% Sulfuric Acid (10 gr).

3. Conclusion

In this study, DLEF was initially created in a pyrolysis reactor from waste mineral and waste engine oils. Then, because this liquid has a high sulfur concentration according to the EN 590

standard, basic and acidic sulfurization procedures were used. The following results were obtained in this study.

- ✓ The DLEF had a value of 0.1% as a consequence of the pyrolysis process, which is very close to the standard diesel fuel without any desulfurization process.
- ✓ It has been demonstrated that pyrolysis-derived DLEF can be used as fuel in a diesel engine without any desulfurization process.
- ✓ It proved that the applied basic and acidic desulfurization had no effect on DLEF fuel; on the other hand, the acidic reaction raised the sulphur content significantly.
- ✓ It has been shown that DLEF fuel can be blended with diesel fuel in specific volume ratios and used without causing any changes in the engine.

Acknowledgements

The data in this research are part of the results of the PhD thesis project by Batman University Institute of Graduate Studies with Thesis Number of 10393001. The research was performed at the Engine Research Laboratory, University of Batman, Batman, Turkey.

Reference

- [1] Arpa, O., Yumrutas, R., & Alma, M. H. (2010). Effects of turpentine and gasoline-like fuel obtained from waste lubrication oil on engine performance and exhaust emission. *Energy*, 35(9), 3603-3613.
- [2] Arandes, J. M., Erena, J., Bilbao, J., López-Valerio, D., & De la Puente, G. (2003). Valorization of polyolefins dissolved in light cycle oil over HY zeolites under fluid catalytic cracking unit conditions. *Industrial & engineering chemistry research*, 42(17), 3952-3961.
- [3] Aydın, A., Kayri, İ., & Aydın, H. (2023) Electrical and thermal performance enhancement of a photovoltaic thermal hybrid system with a novel inner plate-finned collective cooling with different nanofluids, *International Journal of Green Energy*, DOI: 10.1080/15435075.2023.2201345.
- [4] Aydın, S., Sayın, C. (2014) Impact of thermal barrier coating application on the combustion, performance and emissions of a diesel engine fueled with waste cooking oil biodiesel–diesel blends, *Fuel*, 136, 334-340.
- [5] Nakicenovic N. (2007), *World Energy Outlook 2007: China and India Insights*. Paris: IEA/OECD. ISBN 978-92-64-02730-5.
- [6] Najafi G, Ghobadian B, Tavakoli T, Buttsworth DR, Yusaf TF, Faizollahnejad M. (2009). Performance and exhaust emissions of a gasoline engine with ethanol blended gasoline fuels using artificial neural network. *Appl Energy*, 86:630–9.
- [7] Huang Y-H, Wu J-H. (2008). Analysis of biodiesel promotion in Taiwan. *Renew Sustain Energy Rev*;12:1176–86.
- [8] Mitchell BJ, Zare A, Bodisco TA, Nabi MN, Hossain FM, Ristovski ZD, Brown RJ (2017) Engine blow-by with oxygenated fuels: A comparative study into cold and hot start operation, *Energy*, 140 (1), 612-624.
- [9] Karagöz, M., Ağbulut, Ü., & Sarıdemir, S. (2020). Waste to energy: Production of waste tire pyrolysis oil and comprehensive analysis of its usability in diesel engines. *Fuel*, 275, 117844.

- [10] Aydın, S., (2020) Comprehensive analysis of combustion, performance and emissions of power generator diesel engine fueled with different source of biodiesel blends, *Energy*, Volume 205, 118074.
- [11] Leyva-López, N., Lizárraga-Velázquez, CE., Hernández, C., & Sánchez-Gutiérrez, EY. (2020). Exploitation of agro-industrial waste as potential source of bioactive compounds for aquaculture. *Foods*, 9(7), 843.
- [12] Ballice, L. (2001). Classification of volatile products evolved from the temperature-programmed co-pyrolysis of Turkish oil shales with atactic polypropylene (APP). *Energy & fuels*, 15(3), 659-665.
- [13] Singh, N., Hui, D., Singh, R., Ahuja, I. P. S., Feo, L., & Fraternali, F. (2017). Recycling of plastic solid waste: A state of art review and future applications. *Composites Part B: Engineering*, 115, 409-422.
- [14] Murugan S, Ramaswamy MC (2009) Nagarajan G. Assessment of pyrolysis oil as an energy source for diesel engines. *Fuel Process Technol*;90:67–74.
- [15] Murugan, S., Ramaswamy, M. C., & Nagarajan, G. (2008). Performance, emission and combustion studies of a DI diesel engine using Distilled Tyre pyrolysis oil-diesel blends. *Fuel Processing Technology*, 89(2), 152-159.
- [16] Lam SS, Russell AD, Lee CL, Chase HA. (2012). Microwave-heated pyrolysis of waste automotive engine oil: influence of operation parameters on the yield, composition and fuel properties of pyrolysis oil. *Fuel*; 92(1) 327-339.
- [17] Lam, Su Shiung, et al. (2019). Microwave vacuum pyrolysis of waste plastic and used cooking oil for simultaneous waste reduction and sustainable energy conversion: Recovery of cleaner liquid fuel and techno-economic analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 115, 109359.
- [18] Paraschiv M, Kuncser R, Tazerout M, Prisecaru T. (2015) New energy value chain through pyrolysis of hospital plastic waste. *Appl Therm Eng*;87:424-433
- [19] Chen G, Zhang X, Ma W, Yan B, Li Y. (2014). Co-pyrolysis of corn-cob and waste cooking-oil in a fixed bed reactor with HY upgrading process. *Energy Procedia*;61:2363-2366.
- [20] Uyar, Mahmut, and Hüseyin Aydın. (2022). Production of low sulfur diesel-like fuel from crude oil wastes by pyrolytic distillation and its usage in a diesel engine. *Energy*, 244: 122683.

EXPERIMENTAL ANALYSIS OF COMBUSTION CHARACTERISTICS OF LOW SULFUR DIESEL-LIKE FUEL FROM WASTE ENGINE OILS AND WASTE TIRE OILS AT IDLE OPERATION CONDITION OF A CI ENGINE

PhD Student Abdulkerim YILDIZ*

Department of Mechanical Engineering, Institute of Graduate Studies, Batman University, 72060, Batman, Turkey., ORCID ID: 0000-0002-6511-5189

Assoc. Prof. Selman AYDIN

Department of Mechanical and Metal Technology, Vocational High School of Technical Sciences, Batman University, 72060, Batman, Turkey. ORCID ID: 0000-0001-9685-9853

*Corresponding and presenting author at: *Department of Mechanical Engineering, Institute of Graduate Studies, Batman University, 72100, Batman, Turkey. kerimyildiz.7272@gmail.com*

Abstract

In this study, the objective of the research is to convert waste vehicle tires and waste engine oils, which are harmful to the environment and human health, into energy. The pyrolytic distillation method was used to create diesel-like fuel from waste minerals and waste tire oils. Then, test blends were prepared as 30% waste engine oils and 70% diesel fuel, named WEF (waste engine oil fuel), and 30% waste tire oils and 70% diesel fuel, named WTF (waste tire fuel). These fuel blends were compared with neat diesel fuel in a compression ignition engine at a constant engine speed of 1500 rev/min and an idle (0.3 bmep) load from an eddy current dynamometer. In the experimental study, cylinder gas pressure, net heat release, average gas temperature, heat release, and pressure increase rate values were taken and compared graphically with the same combustion values of diesel fuel. As a result, it has been determined that the combustion parameters of WEF and WTF are almost parallel to those of the ULSD fuel value.

Keywords: Pyrolytic distillation, Combustion, Diesel engine, waste tire oil fuel, Waste engine oil fuel

Introduction

The investigation and advancement of alternative energy sources has continued in order to develop applications that produce less pollution, last longer, are more efficient, environmentally friendly, and economical [1]. In today's world, where we get the majority of our energy from fossil fuels, this demand is only growing as the human population grows. However, the search for alternate energy sources to these limited-supply fossil fuels continues. Along with expanding population and technological advancements, it results in the generation of a large amount of garbage. Industrial wastes, particularly those generated by technological

advancements, constitute a significant threat to human health and the environment [2]. Considering the amount of polymer waste in the globe is increasing year after year, with the majority of it coming from automobile tires in the form of post-consumer tires. Recycling these tires, which pose a significant environmental risk due to their complicated structure and composition, is critical for the environment [3]. In addition to helping the country's economy by conserving energy by recycling these tires and mineral oils, problems associated with garbage removal and storage can be avoided [4]. There are several methods for recycling discarded tires and mineral oils; for tires, cryogenic grinding uses liquid nitrogen to freeze the material below $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ and crush it in a hammer mill to generate quality rubber and separate it from the steel and fibers [5, 6]. It is the process of burning with thermal evaluation in order to reap the benefits of their energy [7, 8]. In the case of waste mineral fuels, separation of these oils, which are created with various base materials and additives and characterized based on operating conditions, is a complex and costly process, therefore they must be characterized and recycled [9]. It is processed into various compounds or used as a fuel [10] The pyrolysis method [11] was utilized to produce diesel-like fuels from these two dissimilar wastes; pyrolysis's benefits include getting low molecular components in an oxygen-free environment, cheap cost, easy processability, and high production efficiency [12-14].

Using the pyrolysis process in fuel production, tar, pyrolytic oil liquid, and diesel-like fuels with high calorific value were generated from waste tires and mineral oils in this study. Because the sulfur level of the diesel-like fuel derived from waste vehicle tires is high in comparison to diesel fuel regulations, three different additives were used in the sulfurization process. With this application, the combustion of a single-cylinder, water-cooled, fixed 1500 rpm diesel research engine at idle load (0.3 BMEP) was obtained after acquiring diesel-like fuel with the lowest sulfur content of waste tire fluid, fuel obtained from mineral oils, and test fuels with diesel fuel.

2. Materials and Methods

2.1. Test methods

The experimental study was carried out with a water-cooled, four-stroke, variable compression ratio and diesel research engine (Kirloskar TV1). The main features of the test engine are given in Table 1. The experiments were carried out at a constant speed of 1500 rpm and idle load (0.3 BMEP) condition. The dynamometer control software was used to control the test engine, and data was collected for each crank angle. Before starting the tests, the engine was allowed to reach the operating temperature and then DF, WTF and WEF were performed respectively.

Table 1. The test engine specifications.

Engine Specifications	Kirloskar TV1 (naturally aspirated, four-stroke, compression ignition)
Total displacement	0.661 liter
Compression ratio	17.5:1
Bore / Stroke	87 / 110 mm
Connecting rod length	234 mm

Start of injection	0-25° bTDC
Maximum power	5.2 kW @ 1500 rev/min

The schematic picture and diagram of the experimental setup are shown in Figure 1. An Optrand D33294-Q pressure transducer with a sensitivity of 1.35 mV/psi was used to measure in-cylinder pressure. The temperatures of the ambient air, engine coolant, engine oil, and exhaust were measured using thermocouples. Table 2 shows the accuracy, uncertainty, and measurement range of the test devices.

Table 2. The test device's accuracy, uncertainty, and measurement range.

Parameter	Measurement range	Accuracy	Uncertainty
Engine speed	0-12,000 rev/min	±0.1%	±1.0%
Pressure sensor	0-200 bar	±0.5%	±0.2%
Precision scale	0.5-30,000 g	±0.1 g	±0.1%
BMEP	-	-	±1.0%
Heat release rate	-	-	±0.2%

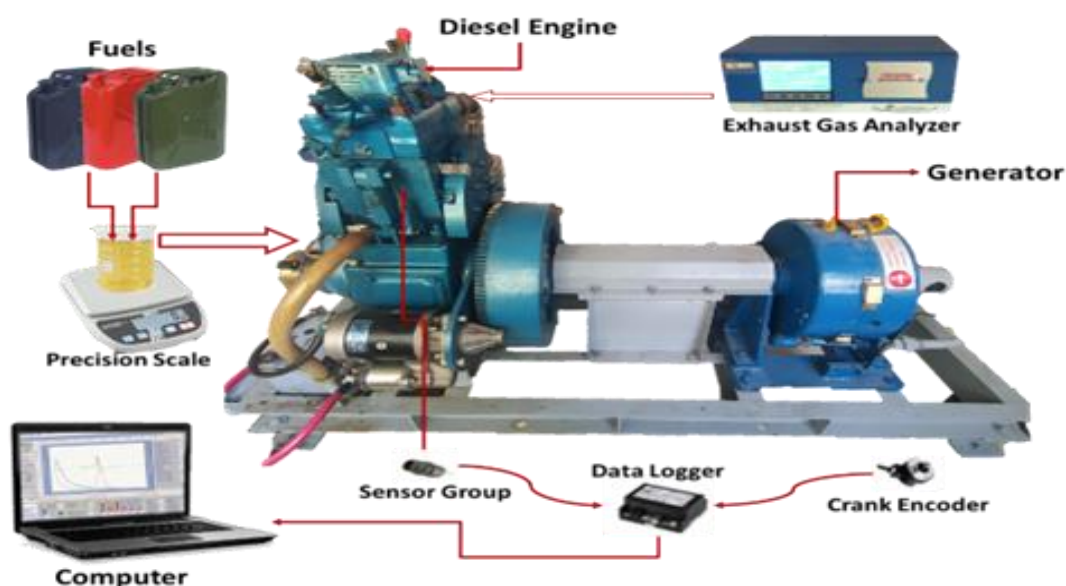


Figure 1. Schematic diagram of the experimental set-up.

Before beginning the investigation, the engine oil, lubricants, and air filter were all checked, and the exhaust temperature was brought to steady-state. The crank encoder was used to collect in-cylinder pressure values for each 1°CA and a mean of ten cycles. The first law of thermodynamics was used to calculate combustion parameters such as heat release rate (HRR), mean gas temperature (MGT), cumulative heat release, and pressure rise rate. According to the combustion pressure data measured instantaneously in the experiment, the mean gas

temperature was calculated considering the ideal mixed volume from Eq. (1) derived from the ideal gas law.

$$T_i = P_i V_i \frac{T_{ref}}{P_{ref} \cdot V_{ref}}$$

Where, T_i is the MGT, P_i is the pressure and V_i is the cylinder volume at the calculated crank angle. P_{ref} , T_{ref} , and V_{ref} are reference values at the polytropic curve of expansion. The HRR is calculated by Eq. (2).

$$\dot{Q} = \frac{\gamma}{\gamma - 1} P_i (dV_i) + \frac{1}{\gamma - 1} V_i (dP_i)$$

where, γ is the specific heat ratio which is calculated by Eq. (3) using the CHR [15]

$$\gamma = 1.338 - 60 \times 10^{-5} \cdot T_i + 1 \times 10^{-8} \cdot T_i^2$$

The cumulative heat release is calculated using the equation below [16].

$$\int dQ = \int \left(\frac{\gamma}{\gamma - 1} \right) P_i (dV_i) + \int \left(\frac{1}{\gamma - 1} \right) V_i (dP_i)$$

3. Evaluation of Combustion

For test fuels, important combustion parameters such as cylinder gas pressure, heat release rate, mean gas temperature, cumulative heat release, and pressure rise rate variation with crank angle were investigated. To eliminate cycle-to-cycle variation [17], all combustion parameters were calculated using cycle averaged values.

3.1. Cylinder gas pressure and Net heat release

Cylinder gas pressure and net heat releases of the test fuels according to crank angle are given in Figure 2. The cylinder gas pressure of DF fuel has an increase rate of 9.76% at idle load (0.3 BMEP) compared to the WMF30 fuel. As seen in Figure 2, all four combustion stages of WTF30 and WMF30 test fuels are similar to all four combustion stages of DF fuel. At the same time, as seen in the graph, the net heat release curves of the test fuels are similar to the curves of DF fuel. The fact that the thermal values and cetane indexes of WTF30 and WMF30 test fuels are lower than DF fuel can be considered to give this result.

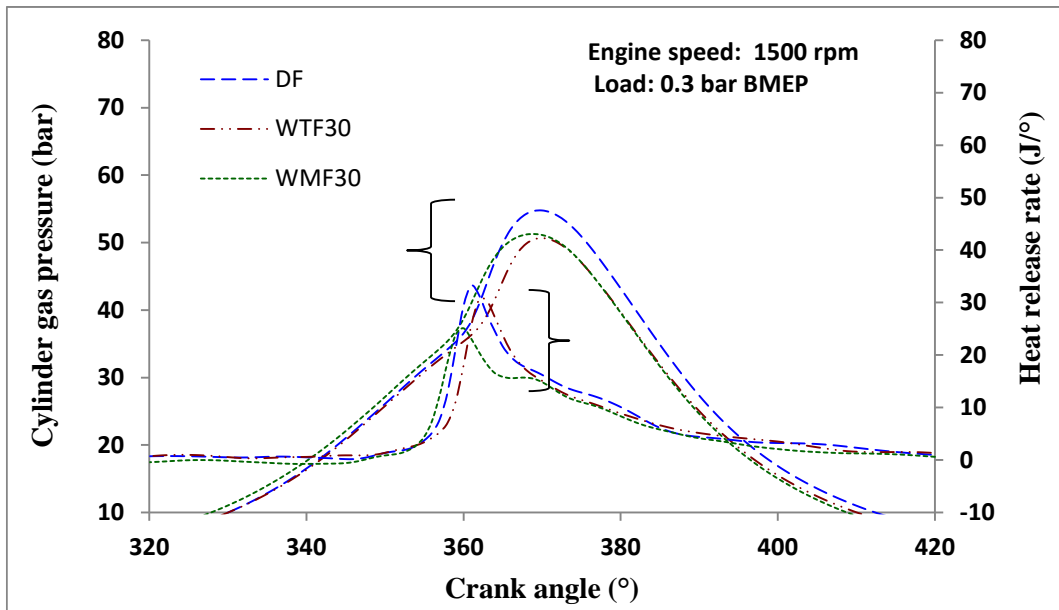


Figure 2. Change in CP and HRR at different loads according to °CA

3.2. Mean Gas Temperature and Pressure Increase Rate

It can be seen in Figure 3 that the maximum average gas temperatures and pressure increase rates of diesel fuel (DF) are higher than other blended fuels in both parameters, at no load (BMEP 0.3 bar). In idle load condition, the lowest MGT was obtained from WMF30 test fuel and the highest pressure increase rates was obtained from DF. It should be noted that the curves of WTF30 and WMF30 test fuels are almost parallel to the reference diesel fuel both at MGT and at the rate of pressure increase, which is very important for diesel engines.

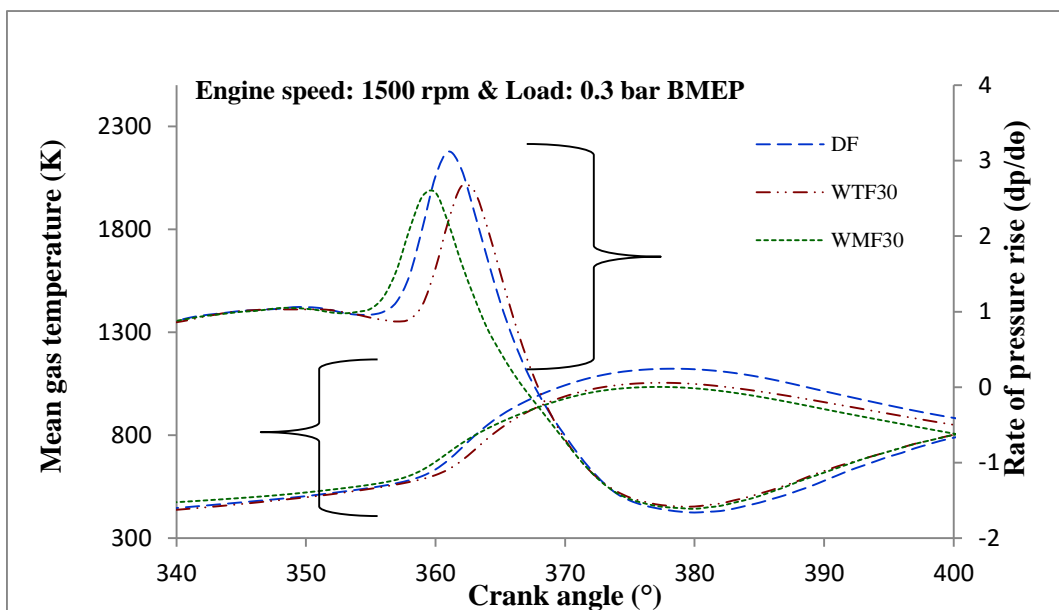


Figure 3. MGT and pressure increase rate change according to °CA

3.3 Cumulative Heat Release

Cumulative heat releases (CHR) of test fuels at idle load are shown in Figure 4. As seen in the figure, the CHR of DF fuel was higher than the other two test fuels in all four combustion stages. One of the possible reasons is due to the difference in the calorific value of the fuels. The fact that the maximum CHR occurs at 419-454 °CA after TDC (top dead center) can be analyzed as the cumulative heat released as a result of combustion slowing down the burning rate due to the delay in the start of combustion or unburned fuel remaining on the walls inside the cylinder participating in combustion after TDC [18,19].

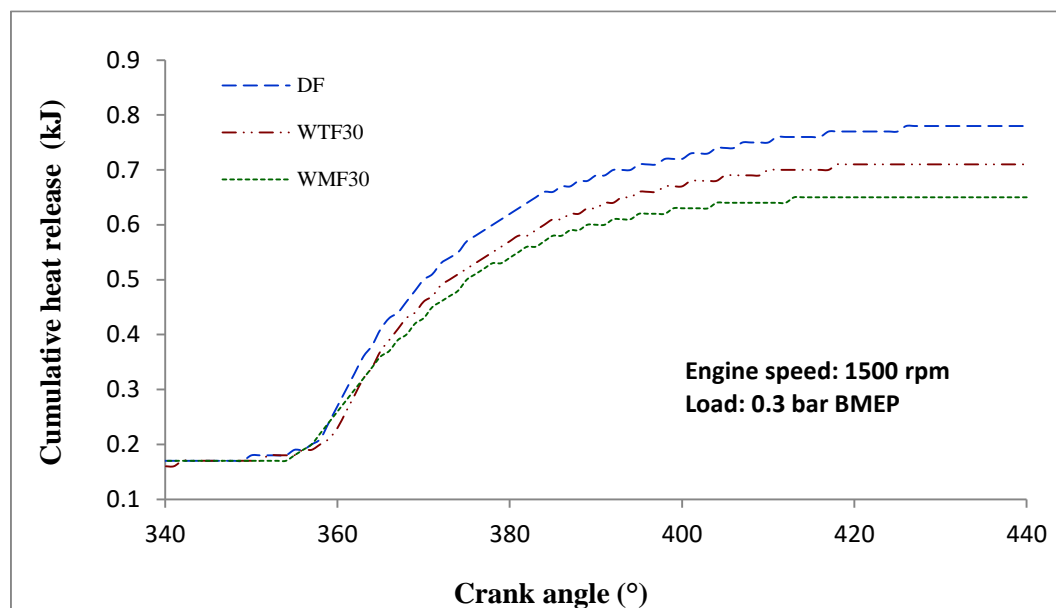


Figure 4. CHR change at different loads according to °CA

6. Conclusion

The effects of sulfurized DF, WTF30, and WEF30 test fuels on the combustion parameters of a CI engine were evaluated using an eddy current dynamometer at 0.3 BMEP (idle load). The following general conclusions can be taken from this investigation:

- Because the combustion was completed close to TDC, the WTF30 and WMF30 test fuels are suitable for use in diesel engines.
- It has been established that when the combustion parameters are roughly parallel to the diesel fuel curves, there is no harmful effect.
- At idle load, DF has greater CP, HRR, CHR, and MGT values than WTF30 and WMF30 test fuels. It is due to the low flame temperature of the WTF30 and WMF30 test fuels, as well as their volatility when compared to diesel.
- The HRR values rose in the controlled combustion phase at idle load for all test fuels. DF observed a significant HRR rise at this combustion phase. The HRR rise occurred a little sooner with WMF30 as well.

Acknowledgements

The data in this research are part of the results of the PhD thesis project by Batman University Institute of Graduate Studies with Thesis Number of 10393001. The research was performed at the Engine Research Laboratory, University of Batman, Batman, Turkey.

References

- [1] Aydın, A., Kayri, İ., & Aydın, H. (2023) Electrical and thermal performance enhancement of a photovoltaic thermal hybrid system with a novel inner plate-finned collective cooling with different nanofluids, *International Journal of Green Energy*, DOI: 10.1080/15435075.2023.2201345.
- [2] Rowhani, A., & Rainey, T. J. (2016). Scrap tire management pathways and their use as a fuel—a review. *Energies*, 9(11), 888.
- [3] Sienkiewicz, M., Janik, H., Borzędowska-Labuda, K., & Kucińska-Lipka, J. (2017). Environmentally friendly polymer-rubber composites obtained from waste tires: A review. *Journal of cleaner production*, 147, 560-571.
- [4] De, D., Das, A., De, D., Dey, B., Debnath, S. C., & Roy, B. C. (2006). Reclaiming of ground rubber tire (GRT) by a novel reclaiming agent. *European Polymer Journal*, 42(4), 917-927.
- [5] Wu, B., & Zhou, M. H. (2009). Recycling of waste tire rubber into oil absorbent. *Waste Management*, 29(1), 355-359.
- [6] Yoon, Y. W., Heo, S. B., & Kim, K. S. (2008). Geotechnical performance of waste tires for soil reinforcement from chamber tests. *Geotextiles and Geomembranes*, 26(1), 100-107.
- [7] Islam, M. R., Haniu, H., & Fardoushi, J. (2009). Pyrolysis kinetics behavior of solid tire wastes available in Bangladesh. *Waste Management*, 29(2), 668-677.
- [8] Huang, H., & Tang, L. (2009). Pyrolysis treatment of waste tire powder in a capacitively coupled RF plasma reactor. *Energy Conversion and Management*, 50(3), 611-617.
- [9] Fingas, M. (Ed.). (2014). *Handbook of oil spill science and technology*. John Wiley & Sons.
- [10] Bhaskar, T., Uddin, M. A., Muto, A., Sakata, Y., Omura, Y., Kimura, K., & Kawakami, Y. (2004). Recycling of waste lubricant oil into chemical feedstock or fuel oil over supported iron oxide catalysts. *Fuel*, 83(1), 9-15.
- [11] Uyar, M. and Aydın, H. (2022). Production of low sulfur diesel-like fuel from crude oil wastes by pyrolytic distillation and its use in diesel engines. *Energy*, 244, 122683.
- [12] Chen, G., Liu, C., Ma, W., Zhang, X., Li, Y., Yan, B., & Zhou, W. (2014). Co-pyrolysis of corn cob and waste cooking oil in a fixed bed. *Bioresource technology*, 166, 500-507.
- [13] Zhou, N., Dai, L., Lv, Y., Li, H., Deng, W., Guo, F., ... & Ruan, R. (2021). Catalytic pyrolysis of plastic wastes in a continuous microwave assisted pyrolysis system for fuel production. *Chemical Engineering Journal*, 418, 129412.
- [14] İlkılıç, C., & Aydın, H. (2011). Fuel production from waste vehicle tires by catalytic pyrolysis and its application in a diesel engine. *Fuel Processing Technology*, 92(5), 1129-1135
- [15] Brunt, M. F., Rai, H., & Emtage, A. L. (1998). The calculation of heat release energy from engine cylinder pressure data. *SAE transactions*, 1596-1609.

- [16] Hohenberg, G. F. (1979). Advanced approaches for heat transfer calculations. SAE Transactions, 2788-2806.
- [17] Aydın, S. (2020) Detailed evaluation of combustion, performance and emissions of ethyl proxitol and methyl proxitol-safflower biodiesel blends in a power generator diesel engine, Fuel, 270, 117492.
- [18] Aydın, S., Sayın, C. (2014) Impact of thermal barrier coating application on the combustion, performance and emissions of a diesel engine fueled with waste cooking oil biodiesel–diesel blends, Fuel, 136, 334-340.
- [19] Kalargaris, I., Tian, G., & Gu, S. (2017). Combustion, performance and emission analysis of a DI diesel engine using plastic pyrolysis oil. Fuel Processing Technology, 157, 108-115.

ATIK BAZALT TOZU, BAZALT LİFİ VE BAZALT KUMU İLE ÜRETİLEN GEOPOLİMER HARÇLARIN DAYANIM GELİŞİMLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Doç.Dr. Serhat ÇELİKTEN

Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, - 0000-0001-8154-7590

Berfun ÇAVUŞOĞLU

Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, - ORCID ID

ÖZET

Bu deneysel çalışmada, bazalt taşı kesimi sırasında ortaya çıkan atık çamurun kurutulmasıyla elde edilen atık bazalt tozu sodyum silikat ile aktive edilerek geopolimer harç karışımları oluşturulmuştur. Harç karışımları su/atık bazalt tozu oranı 0.35 ve kum/atık bazalt tozu oranı 2.5 olacak şekilde tasarlanmıştır. Karışımlara hacimce %0.5 ve %1 oranında bazalt lifi ayrı ayrı ilave edilerek bazalt lifinin harçların dayanım özelliklerine etkisi irdelenmiştir. Karışımlar kalıplarına yerleştirildikten sonra 100 °C’de 8 saat ısı küre tabii tutulmuştur. Harçların 7, 28 ve 56 günlük eğilme ve basınç dayanımları belirlenmiştir. Harçların eğilme dayanımları bazalt lifi içeriği ile belirgin bir şekilde artarken, basınç dayanımlarında önemli bir değişim gözlenmemiştir.

Anahtar Kelimeler : atık bazalt tozu, bazalt lifi, bazalt kumu, geopolimer.

1. GİRİŞ

Çeşitli kayaçların işlenmesi sırasında büyük miktarlarda atık ortaya çıkmaktadır. Bu atıklar arasında 0-125µm tane boyutu aralığında toz halinde malzeme de bulunmaktadır. Toz halindeki atık malzeme, daha çok kayaçların çıkarılma, taşınma ve kesilme süreçlerinde meydana gelmektedir. Bu malzeme genellikle taş işleme atölyelerinin çevresinde açık alana bırakılmaktadır. Açık alan işgali ve tozumaya neden olması nedeniyle atık kayaç tozlarının geri dönüşümü önem arz etmektedir.

Bazalt volkanik bir kayadır. Bu kayacın kesilmesi sırasında keski üzerine su püskürtülerek ortaya çıkan toz çökeltilmekte ve kanallar vasıtasıyla çamur halinde atölye dışına çıkarılmaktadır. Ortaya çıkan çamurun etüvde kurutulmasıyla elde edilen malzemeye de atık bazalt tozu denilebilmektedir. Atık bazalt tozunun inşaat sektöründe geri dönüşümü ile hem ekonomik fayda elde edilebilmekte hem de çevreye olan zararlı etkileri azaltılabilmektedir. Ancak, atık bazalt tozunun geri dönüşümü ile ilgili literatürde son derece kısıtlı çalışma bulunmaktadır [1-3].

Geopolimer terimi 1970'lerde Fransız bilim adamı ve mühendis Profesör Davidovits tarafından icat edildi ve bir alüminosilikat tozunun bir alkalın çözelti ile reaksiyonuyla sentezlenen bir katı malzeme olarak tanımlandı [4]. Alüminosilikat öncüsü kaolinit gibi doğal olarak meydana gelebileceği gibi uçucu kül gibi endüstriyel bir yan ürün de olabilir [5]. Atık bazalt tozu da kimyasal içeriği itibarıyla geopolimer hammaddesi olma potansiyeli taşımakta, geopolimer

üretiminde kullanılması ile geri dönüşümünün mümkün olabileceği değerlendirilmektedir. Yapılan bir çalışmada, atık bazalt tozu ile üretilen geopolimerlerin düşük su içeriği ve artan ısıtma ile daha yüksek basınç dayanımına sahip olduğu rapor edilmiştir [6]. Bu çalışmada da, daha önceki çalışmalardan farklı kür koşullarında üretilen atık bazalt tozu esaslı geopolimerlerin dayanım özelliklerine lif içeriğinin etkisi araştırılmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada kullanılan malzemeler atık bazalt tozu, sodyum silikat, bazalt kumu, bazalt lifi ve sudur. Atık bazalt tozu malzemesi Kayseri ilinin Develi ilçesinde bulunan yerel bir bazalt taşı kesim atölyesinden çamur kurusu halinde temin edilmiştir. Atık bazalt çamur kurusu etüvde 105 °C'de 24 saat kurutulmuş ve başka bir işlemde geçirilmeden kullanılmıştır. Atık bazalt tozunun SiO₂, Al₂O₃, CaO ve Na₂O+K₂O içeriği sırasıyla %51.33, %17.66, %7.55 ve %4.43'dür. Bazalt kumunun tane boyutu aralığı 0-2mm ve su emme oranı da %1.68'dir. Aktivatör olarak da sıvı haldeki sodyum silikat kullanılmıştır.

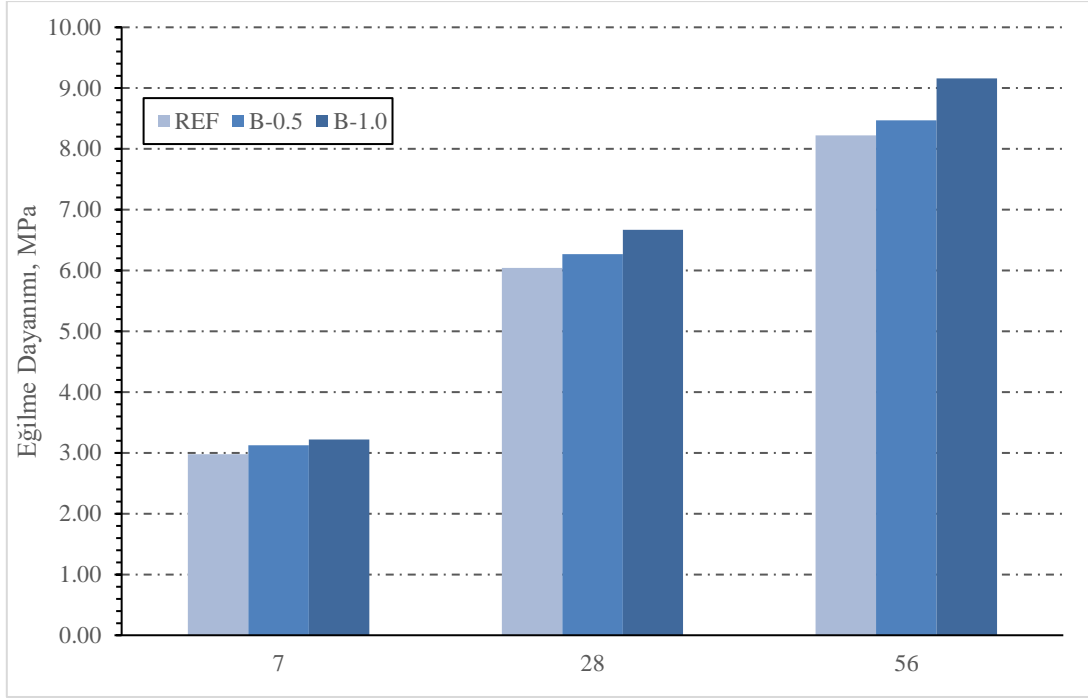
Deneyisel çalışmada bazalt lifi içeriğine göre 3 farklı harç karışımı oluşturulmuştur. Oluşturulan harç karışımları için kullanılan malzeme miktarları Çizelge 1'de sunulmuştur. Malzeme miktarları 3 gözlü 40x40x160 mm prizma kalıp için verilmiştir. Harç karışımları, TS EN 196-1 standardına uygun şekilde üretilmiştir. Üretimden hemen sonra harç karışımları etüvde 100 °C'de 8 saat ısıtma küre tabii tutulmuştur. Isıtma küre etkisi sonrası harçlar kalıplardan çıkarılmış, her bir karışımdan 9 adet prizma harç numunesi elde edilmiştir. Kalıplarından çıkarılan numuneler üzerinde 7, 28 ve 56 günlük eğilme ve basınç dayanımı deneyleri gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar her bir karışım için 3 adet numunenin deney sonuçlarının ortalaması alınarak hesaplanmıştır.

Çizelge 1. Harç karışımı için malzeme miktarları, g

Karışım Kodu	Atık bazalt tozu	Su	Sodyum silikat	Kum	Bazalt lifi
Referans	500	21	253	1250	0
B-0,5	500	21	253	1250	10,5
B-1,0	500	21	253	1250	21

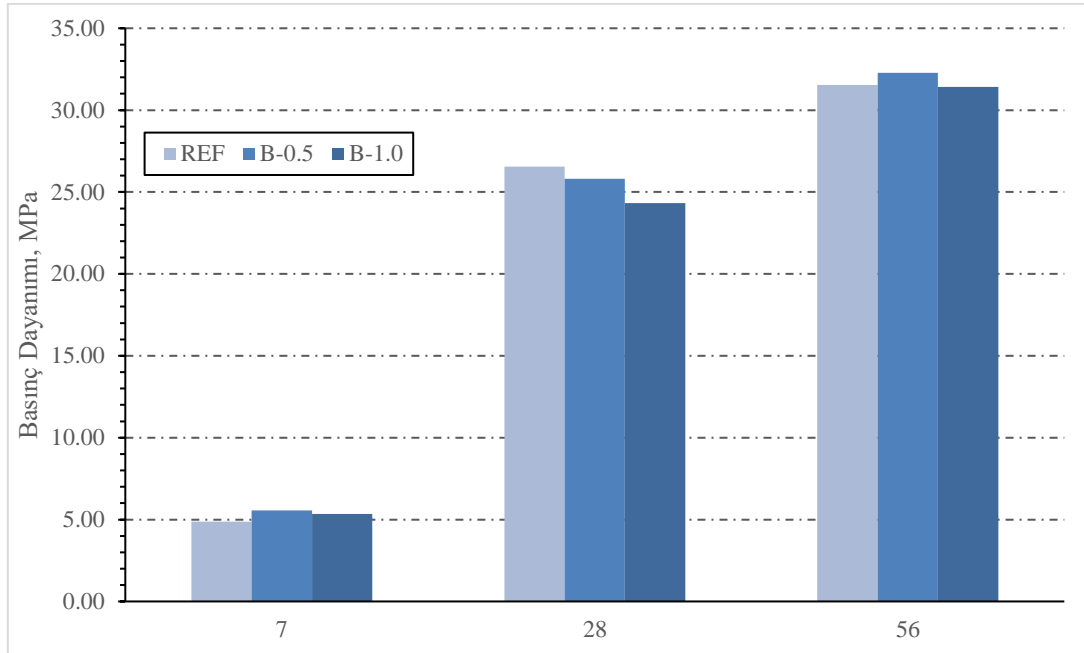
3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Geopolimer harçların 7, 28 ve 56 günlük eğilme dayanımları Görsel 1'de sunulmuştur. Referans karışımının 7 günlük eğilme dayanımı 2.98 MPa olarak elde edilirken B-0.5 karışımında 3.13 ve B-1.0 karışımında 3.22 MPa eğilme dayanımı elde edilmiştir. Referans, B-0.5 ve B-1.0 kodlu harçların eğilme dayanımları 56 günde sırasıyla 8.22, 8.47 ve 9.16 MPa değerlerine ulaşmıştır. Harçların eğilme dayanımları 7 günden 28 güne %100 ile %108 arasında, 28 günden 56 güne de %35 ile %38 arasında artış göstermiştir. En yüksek eğilme dayanımları B-1.0 karışımında elde edilmiştir.



Görsel 1. Harçların Eğilme Dayanımları

Geopolimer harçların basınç dayanımları Görsel 2’de verilmiştir. Harçların 7 günlük basınç dayanımları 4.88 MPa ile 5.55 MPa arasında elde edilmiştir. Eğilme dayanımlarında olduğu gibi basınç dayanımlarında da kür yaşı ile birlikte dayanım değerlerinde önemli oranlarda artış görülmüştür. Bu artış 7 günden 28 güne daha belirgin olmuştur. En yüksek 7 ve 28 günlük basınç dayanımları referans karışımında elde edilirken, en yüksek 56 günlük basınç dayanımı B-0.5 kodlu karışımında elde edilmiştir. Ancak, harçların basınç dayanımları arasında 7. Günde yaklaşık %13, 28 ve 56 günde de yaklaşık %3 gibi çok düşük oranlarda fark meydana gelmiştir.



Görsel 2. Harçların Basınç Dayanımları

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bazalt lifi ile güçlendirilmiş atık bazalt tozu esaslı geopolimer harçların dayanım özelliklerinin araştırıldığı bu çalışmada aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

- Atık bazalt tozu ile 28 günlük eğilme ve basınç dayanımları sırasıyla 6.04 MPa ve 26.56 MPa olan geopolimer harçlar üretilebilmiştir.
- Harçların eğilme dayanımı bazalt lifi içeriği ile %11'e varan oranlarda artmıştır.
- Bazalt lifinin harçların basınç dayanımlarına belirgin bir etkisi olmamıştır.
- Harçların eğilme ve basınç dayanımları artan kür yaşı ile birlikte belirgin bir şekilde artmıştır.
- En yüksek 56 günlük eğilme dayanımı %1 bazalt lifi içeren harçlarda 9.16 MPa, en yüksek 56 günlük basınç dayanımı ise %0.5 bazalt lifi içeren harçlarda 32.28 MPa olarak elde edilmiştir.

KAYNAKÇA

- [1] Dener, M. Mechanical and durability properties of alkali-activated slag/waste basalt powder mixtures. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part L: Journal of Materials: Design and Applications, 14644207231193615. 2023.
- [2] Kostrzewa-Demczuk, P., Stepien, A., Dachowski, R., Silva, R. B. D. Influence of Waste Basalt Powder Addition on the Microstructure and Mechanical Properties of Autoclave Brick, Materials, 16(2), 870, 2023.

- [3] Mbereyaho, L., Bosco, N. J., Augustin, K., Desire, N. Basalt Powder Waste Application as Affordable Concrete Admixture, *Journal of Building Materials and Structures*, 9(1), 44-56, 2022.
- [4] Matsimbe, J., Dinka, M., Olukanni, D., Musonda, I. Geopolymer: A systematic review of methodologies, *Materials*, 15(19), 6852, 2022.
- [5] Kaya, M., Koksall, F., Gencil, O., Munir, M. J., Kazmi, S. M. S. Influence of micro Fe₂O₃ and MgO on the physical and mechanical properties of the zeolite and kaolin based geopolymer mortar, *Journal of building Engineering*, 52, 104443, 2022.
- [6] Çelikten, S., Atabey, İ. İ. Su içeriği ve ısı kür süresinin atık bazalt tozu esaslı geopolimer harçların fiziksel ve mekanik özelliklerine etkisi, *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 10(1), 328-332, 2021.

ATIK BAZALT TOZU ESASLI GEOPOLİMERLERİN ORTAM KÜRÜ KOŞULLARINDAKİ DAYANIM GELİŞİMİNE YÜKSEK FIRIN CÜRUFU ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

Doç.Dr. Serhat ÇELİKTEN

Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, - 0000-0001-8154-7590

ÖZET

Bu deneysel çalışmada, bazalt taşı kesimi sırasında ortaya çıkan atık çamurun kurutulmasıyla elde edilen atık bazalt tozu ile üretilen geopolimer harçların laboratuvar ortamında (ısı kütür olmadan) dayanım gelişimine yüksek fırın cürufunun etkisi incelenmiştir. Harç karışımlarında alkali aktivatör olarak katı sodyum metasilikat kullanılmıştır. Sadece atık bazalt tozu içeren referans karışımı ile birlikte atık bazalt tozu yerine %25, %50 ve %75 yüksek fırın cürufu içeren harç karışımları ayrı ayrı hazırlanmıştır. Hazırlanan harç karışımlarından elde edilen harç numuneleri üzerinde eğilme ve basınç dayanım deneyleri gerçekleştirilmiştir. Harçların 7 ve 28 günlük dayanımları birbirleri ile karşılaştırılmıştır. Elde edilen bulgular, yüksek fırın cürufu içeriğinin atık bazalt tozu esaslı geopolimer harçların dayanım gelişimini olumlu etkilediğini göstermekle birlikte, 28 günlük basınç dayanımlarının %75 cüruf katkı harçlarda dahi 12 MPa seviyesini geçmediğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler : atık bazalt tozu, yüksek fırın cürufu, ortam kütürü, geopolimer.

2. GİRİŞ

Geopolimer bağlayıcılar çeşitli amorf alümina silikat içerikli hammadde kaynaklarının alkali solüsyonlarla uygun kütür koşullarında sentezlenmesiyle oluşan inorganik polimerlerdir. Geopolimer bağlayıcılar ile geleneksel Portland çimentosuna kıyasla daha iyi mekanik özelliklerin yanında yüksek asit ve sıcaklık direnci, düşük maliyet ve daha düşük CO₂ emisyonu gibi avantajları bulunabilmektedir [1-3].

Geopolimer sentezi için kullanılabilir hammadde doğal bir kaynak olabileceği gibi bir endüstri yan ürünü veya atığı da olabilmektedir. Bu hammadde kaynaklarına uçucu kül, doğal zeolit, yüksek fırın cürufu ve metakaolin örnek gösterilebilir. Geopolimerler sadece SiO₂ ve Al₂O₃ bakımından zengin tek bir hammaddeden sentezlenmeyip, uçucu kül ile yüksek fırın cürufu, uçucu kül ile metakaolin gibi daha iyi mekanik ve dayanıklılık özellikleri elde edebilmek için hammaddelerin ikili veya üçlü karışımları ile de üretilebilmektedir. Bu yaklaşım ile en uygun kimyasal içerik ve güçlü geopolimer bağ yapısı elde edilebilmekte ve aynı zamanda da kütür koşulları, kıvam ve işlenebilirlik gibi bazı özellikler iyileştirilebilmektedir [3-5].

Bazalt, plajiyoklas mikrolitleri, klinopiroksen, olivin ve ortopiroksen gibi mineralleri bünyesinde barındıran volkanik bir kayadır [6-7]. Bu kayaç çeşitli mimari amaçların yanında inşaat mühendisliği uygulamalarında birçok şekilde kullanılmaktadır. Bazalt; betonda iri veya ince agrega, karayolunda dolgu malzemesi ve demiryollarında üst yapı temel malzemesi olarak tercih edilmektedir. Bununla birlikte, taş kırma ve kesme yan ürünü olarak da büyük miktarda bazalt tozu açığa çıkmaktadır. Bu atıkların geri dönüşümü ile ekolojik ve ekonomik fayda sağlanabilecektir. Atık bazalt tozlarının geri dönüşümü için geopolimer hammaddesi olarak kullanım da bir alternatif olarak değerlendirilebilir. Bu sayede hem atık geri dönüşümü sağlanabilir hem de geleneksel çimentoya kıyasla daha çevre dostu bir bağlayıcı elde edilebilir. Ancak, literatürde atık bazalt tozu esaslı geopolimerler ile ilgili oldukça kısıtlı çalışma bulunmaktadır. Bu amaçla bu çalışmada, atık bazalt tozunun ortam küründe aktivasyonu ve yüksek fırın cürufunun da bu aktivasyona etkileri araştırılmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

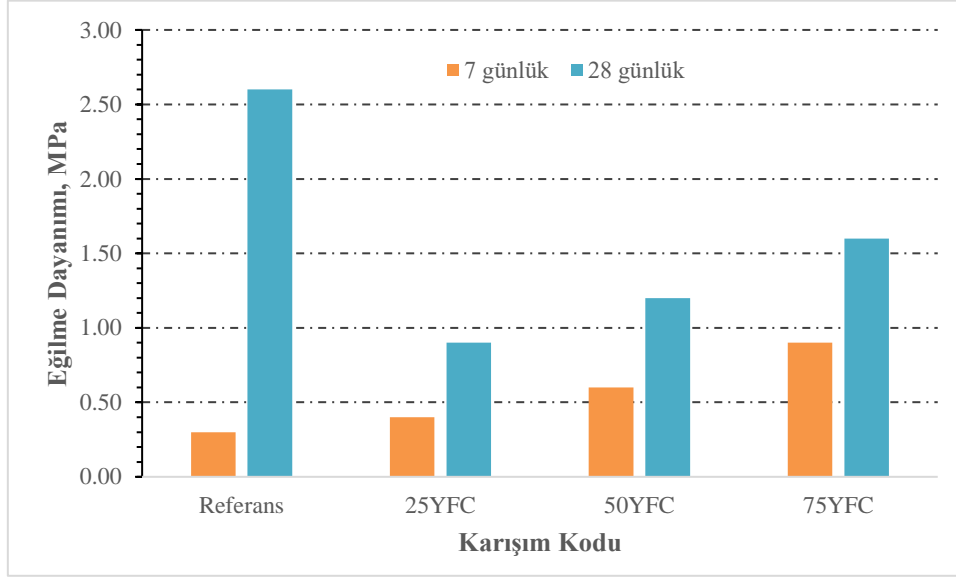
Bu çalışmada kullanılan malzemeler atık bazalt tozu, sodyum meta silikat, dere kumu ve sudur. Atık bazalt tozu malzemesi Kayseri ilinin Develi ilçesinde bulunan yerel bir bazalt taşı kesim atölyesinden çamur kurusu halinde temin edilmiştir. Atık bazalt çamur kurusu etüvde 105 °C’de 24 saat kurutulmuş ve başka bir işleminden geçirilmeden kullanılmıştır. Atık bazalt tozunun SiO₂, Al₂O₃, CaO ve Na₂O+K₂O içeriği sırasıyla %51.33, %17.66, %7.55 ve %4.43’dür. Dere kumunun tane boyutu aralığı 0-3 mm ve su emme oranı da %1.97’dir. Aktivatör olarak da katı haldeki sodyum meta silikat karışım suyunda eritilerek kullanılmıştır. Deneysel çalışmada yüksek fırın cürufu (YFC) içeriğine göre 4 farklı harç karışımı oluşturulmuştur. Oluşturulan harç karışımları için kullanılan malzeme miktarları Çizelge 1’de sunulmuştur. Malzeme miktarları 3 gözlü 40x40x160 mm prizma kalıp için verilmiştir. Harç karışımları, TS EN 196-1 standardına uygun şekilde üretilmiştir. Üretimden sonra ısıl kür işlemi uygulanmamış, karışımlar laboratuvar ortamında 20±2 °C’de bekletilmiştir. Üretimden 1 gün sonra numuneler kalıplardan çıkarılmış, her bir karışımdan 6 adet prizma harç numunesi elde edilmiştir. Kalıplarından çıkarılan numuneler üzerinde 7 ve 28 günlük eğilme ve basınç dayanımı deneyleri gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar her bir karışım için 3 adet numunenin deney sonuçlarının ortalaması alınarak hesaplanmıştır.

Çizelge 1. Harç karışımı için malzeme miktarları, g

Karışım Kodu	Atık bazalt tozu	YFC	Su	Sodyum meta silikat	Kum
Referans	500	0	200	74	1250
25YFC	375	125	200	74	1250
50YFC	250	250	200	74	1250
75YFC	125	375	200	74	1250

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

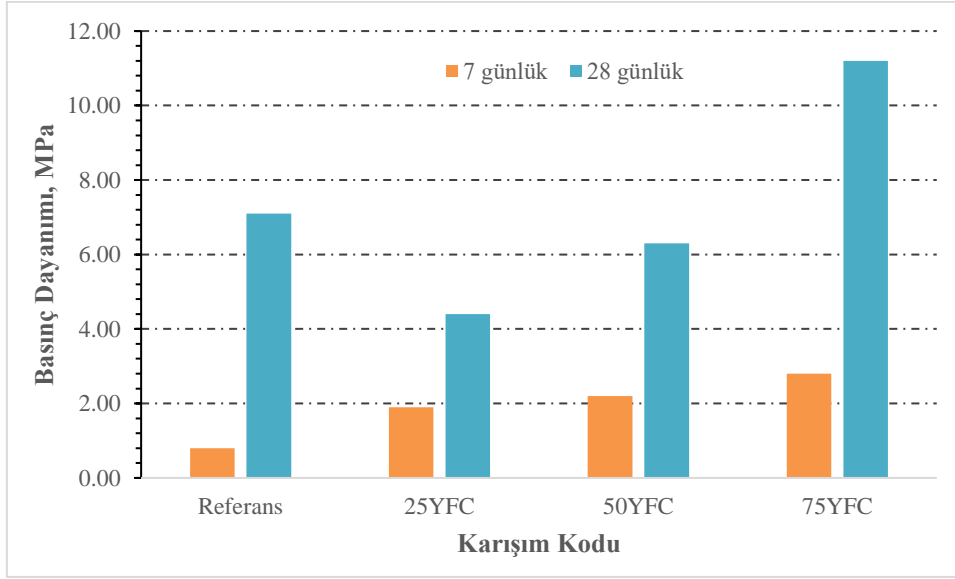
Geopolimer harçların 7, 28 ve 56 günlük eğilme dayanımları Görsel 1’de sunulmuştur. Referans karışımının 7 günlük eğilme dayanımı 0,3 MPa ve 28 günlük eğilme dayanımı 2,6 MPa olarak elde edilmiştir. Harçların 7 günlük eğilme dayanımları YFC içeriği ile birlikte kademeli olarak artmıştır. Harçların eğilme dayanımları 7 günden 28 güne belirgin bir şekilde artarken, en yüksek artış Referans karışımında gözlenmiştir. YFC içeren harçlarda 28 günlük eğilme dayanımları 7 günde olduğu gibi YFC içeriği ile birlikte artmıştır. Ancak, 28 günlük Referans karışımının eğilme dayanımı YFC içeren harçlara göre daha yüksek elde edilmiştir.



Görsel 1. Harçların Eğilme Dayanımları

Geopolimer harçların basınç dayanımları Görsel 2’de verilmiştir. Harçların 7 günlük basınç dayanımları 0.8 MPa ile 2.8 MPa arasında elde edilmiştir. Eğilme dayanımlarında olduğu gibi basınç dayanımlarında da kür yaşı ile birlikte dayanım değerlerinde önemli oranlarda artış görülmüştür. En yüksek 7 ve 28 günlük basınç dayanımları 75YFC karışımında sırasıyla 2.8 ve 11.8 MPa olarak elde edilmiştir. YFC içeriği ile harçların 7 günlük basınç dayanımları kademeli olarak artarken 28 günlük dayanım değerleri değerlendirildiğinde sadece 75YFC içeren harçlar Referans harçlara göre daha yüksek basınç dayanımı sergilemiştir.

Harçların eğilme dayanımlarının basınç dayanımlarına oranları incelendiğinde ise Referans karışımlarının eğilme/basınç dayanımlarının 0.37 mertebesinde olduğu, YFC içeren harçlarda ise bu oranın 0.14 ile 0.32 arasında olduğu görülmüştür.



Görsel 2. Harçların Basınç Dayanımları

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Atık bazalt tozu esaslı geopolimer harçların ortam küründeki dayanım gelişimine yüksek fırın cürufu etkisinin araştırıldığı bu çalışmada aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

- Atık bazalt tozu esaslı sodyum metasilikat ile aktive edilen harçların 7 ve 28 günlük eğilme ve basınç dayanımı değerleri çok düşük mertebelerde kalmıştır.
- Yüksek fırın cürufu içeriği harçların 7 günlük eğilme dayanımlarını artırırken, 28 günlük eğilme dayanımlarında olumlu etkisi gözlenmemiştir.
- Harçların 7 günlük basınç dayanımları eğilme dayanımlarında olduğu gibi yüksek fırın cürufu içeriği ile artarken, 28 günlük basınç dayanımında sadece %75 yüksek fırın cürufu basınç dayanımı gelişimine katkı sağlamıştır.
- Atık bazalt tozu esaslı geopolimer harçların eğilme dayanımlarının basınç dayanımlarına oranlarının yüksek fırın cürufu katkılı harçlar göre daha yüksek olduğu görülmüştür.
- Elde edilen düşük eğilme ve basınç dayanımları neticesinde; yüksek fırın cürufu içeriği ile atık bazalt tozunun sodyum metasilikat ile ortam küründe yeterli aktivasyonu göstermediği sonucuna varılmıştır. Atık bazalt tozunun başka bir alümina silikat kaynağı veya aktivatör türü ile ortam küründe dayanım gelişiminin araştırılması ileriki çalışmalar için önerilebilir.

KAYNAKÇA

- [1] Amran, Y. M., Alyousef, R., Alabduljabbar, H., El-Zeadani, M. Clean production and properties of geopolymer concrete; A review. *Journal of Cleaner Production*, 251, 119679, 2020.
- [2] Benhelal, E., Zahedi, G., Shamsaei, E., Bahadori, A. Global strategies and potentials to curb CO₂ emissions in cement industry. *Journal of cleaner production*, 51, 142-161, 2013.
- [3] Ren, B., Zhao, Y., Bai, H., Kang, S., Zhang, T., Song, S. Eco-friendly geopolymer prepared from solid wastes: A critical review. *Chemosphere*, 267, 128900, 2021.
- [4] Leong, H. Y., Ong, D. E. L., Sanjayan, J. G., Nazari, A. Suitability of Sarawak and Gladstone fly ash to produce geopolymers: A physical, chemical, mechanical, mineralogical and microstructural analysis. *Ceramics International*, 42(8), 9613-9620, 2016.
- [5] Yang, Z., Mocadlo, R., Zhao, M., Sisson Jr, R. D., Tao, M., Liang, J. Preparation of a geopolymer from red mud slurry and class F fly ash and its behavior at elevated temperatures. *Construction and Building Materials*, 221, 308-317, 2019.
- [6] Saraya, M. E. S. I., El-Fadaly, E. Preliminary study of alkali activation of basalt: effect of NaOH concentration on geopolymerization of basalt. *Journal of Materials Science and Chemical Engineering*, 5(11), 58-76, 2017.
- [7] Temur, S., Temur, Y., & Kansun, G. Erkilet Bazaltı'nın Jeolojik, Petrografik ve Teknolojik İncelemesi, *Kayseri, Orta Anadolu. Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, 31(1), 1-7, 2007.

KENTSEL DÖNÜŞÜMÜN ÇERÇEVESİ: KENTSEL DÖNÜŞÜM NEDİR? NE DEĞİLDİR?

Doç. Dr. Seçil Gül MEYDAN YILDIZ

Yozgat Bozok Üniversitesi, ORCID ID: 0000-0001-9869-4159

Yüksek Şehir ve Bölge Plancısı Hüsne TEMUR

Yozgat Bozok Üniversitesi, ORCID ID: 0000-0002-1735-7132

ÖZET

Son yıllarda dünyanın birçok ülkesinde olduğu gibi, Türkiye’de de kentsel dönüşüm kavramı üzerinde çeşitli tartışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmada kentsel dönüşüm kavramı ve içeriği açıklanmaktadır. Ülkemizde ve dünyada kentler ekonomik sebepler, sosyal gelişimdeki yetersizlik, aşırı nüfus, yanlış yer seçimi ve doğal afetler gibi nedenlerden dolayı yenileme, dönüşüm, yeniden canlandırma ve iyileştirmeye yönelik proje ve uygulamalara ihtiyaç duymaktadır. Bu projeler amaçları, uygulama biçimleri, örgütlenme modelleri ve sonuçları bakımından çeşitlilik göstermektedirler. Kentlerin sorunlu alanları yenilenecek, yeni kentsel alanlar olarak kentlere kazandırılması sürecinde, sadece mekânsal bir dönüşüm değil aynı zamanda sosyal ve kültürel gelişimin sağlanması için de çalışmalar yapılmaktadır. Yapılan dönüşüm projeleri salt fiziki mekânın dönüştürülmesi değildir, aynı zamanda sosyal ve ekonomik açılardan da bir dönüşüm içermelidir. Bunun için kentlerin farklı sorunlarına uygun tek ve aynı yöntemlerle sağlanan bir çözüm yerine, kentin yerleşim ve imar özellikleri dikkate alınarak planlama etiği ve amacına uygun projeler gerçekleştirilmelidir. Aksi takdirde bu dönüşüm projeleri, günümüzde yaşanan gecekondular ve kaçak yapı sorununu çözmek yerine, kentsel rantlar yaratarak zengin ile fakir arasındaki uçurumu arttıran, yeni zenginleri yaratan, yeni çöküntü alanları oluşmasına yol açan ve sosyal devlet ilkesine uygun olmayan bir rant aracı olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Kent, Kentleşme, Kentsel Dönüşüm

1.Kentsel Dönüşüm Kavramı

Kentsel dönüşüm, Keleş (2010) göre; toplumsal, ekonomik, siyasal amaçlarla, gecekondular bölgeleri, kaçak yapı alanları, riskli bölgeler ve özel sektörün, kamunun ve halkın ortak çalışmasıyla ele alınan küçük kent parçacıklarıdır. Kentsel dönüşüm; teknik, sosyal ve ekonomik bakımdan bozunmuş ya da işlevini kaybetmiş kent parçalarının, yenilenip sağlıklı hale getirilmesi veya yeniden inşa edilmesi anlamına gelmektedir (Esen, 2010). Daha geniş bir tanımla kentsel dönüşüm; gecekondular bölgeleri, çöküntü alanları ve bozulmuş, yıpranmış harabeye dönmüş eski sanayi siteleri gibi alanların sağlıklılaştırılması, iyileştirilmesi ve yeniden geliştirilmesi gibi amaçlarla, kent fiziki planlarına uygun olarak kamu, halk ve özel sektör birlikteliğiyle yapılan projelerdir.

Türk Dil Kurumu Türkçe Sözlüğü, dönüşüm kelimesini, “olduğundan başka bir biçime girme, başka bir durum alma, tahavvül, inkılap, şekil değiştirme” olarak tanımlamaktadır (Türk

Dil Kurumu Sözlüğü, 2023). Buradan hareket edilirse, kentsel dönüşüm, kentsel alanların mevcut durumundan başka bir şekle girmesi, başka bir hal alması olarak tanımlanabilir.

Kentsel dönüşüm, kentsel bozulma süreçlerini daha iyi anlama ihtiyacından doğan ve gerçekleştirilecek dönüşümde elde edilecek sonuçların üzerinde bir uzlaşmadır. Bir başka deyişle, yitirilen bir ekonomik etkinliğin yeniden geliştirilmesi ve canlandırılması, işlemeyen bir toplumsal işlevin işler hale getirilmesi; toplumsal dışlanma olan alanlarda, toplumsal bütünleşmenin sağlanması; çevresel kalitenin veya çevre dengesinin kaybolduğu alanlarda, bu dengenin tekrar sağlanmasıdır (Şişman, 2009).

Kentsel dönüşüm, kapsamlı ve bütünlük yaklaşımıyla kentsel alanlarda bozulma ve çökme meydana gelen bölgelerde fiziksel, çevresel ve ekonomik koşulların iyileştirilmesine yönelik yapılan uygulamalardır (Karadağ, 2008). Kentsel dönüşüm, yenileme, sağlıklılaştırma, iyileştirme, yeniden işlevlendirme, kentsel tasarım projeleri ve canlandırma gibi çok kapsamlı bir mekânsal müdahale olmaktadır.

Yenileme ve dönüşüm alanlarında uygulanan projeler sonucunda oluşturulacak yeni kentsel alanların ve yeni altyapı ve ulaşım sistemlerinin, günümüz ihtiyaç ve beklentilerine uygun kent parçaları olabilmeleri için kamu, özel sektör, sivil örgütler ve üniversitelerin işbirliği ile oluşturulacak ortaklıklara ve buna imkân sağlayacak yasal düzenlemelere ihtiyaç vardır.

2. Tarihi Perspektifte Kentsel Dönüşüm

Kentsel dönüşüm uygulamaları ilk olarak, 19. yüzyılda Avrupa’da yaşanan kentsel büyüme hareketleri sonucunda, bazı bölgelerin yıkılıp yeniden yapılması (kentsel yenileme) şeklinde ortaya çıkmıştır. Bu dönemde kamu sektörü yönetimli liderlik modeli ile gerçekleştirilen kentsel dönüşüm süreçleri iki farklı temele dayanmaktadır. Bunlar 1851’de İngiltere’de çıkarılmış olan ve kentsel politikalar üreten Konut Kanunu ve 1851-1873 yılları arasında Fransa’da, Paris kenti için gelişim müdahaleleri gerçekleştiren Haussmann’ın operasyonlarıdır (Gürler, 2003).

Endüstri Devrimi sonrasında, Avrupa’nın büyük kentlerinde işçi sınıfının içinde bulunduğu insanlık dışı koşullar, birçok düşünürü ve plancıyı etkilemiş ve ilk kentsel dönüşüm fikrinin ortaya çıkmasını hızlandırmıştır.

Zaman içinde kentsel dönüşüm sürecinin politik ve ekonomik yapısı, ulusal gelişimden, küresel bütünleşme hedefine yönelerek, kentsel planlama sürecini de değiştirmiştir. Bu nedenle, dünyadaki kentsel dönüşüm uygulamalarında farklı dönemlerde farklı yaklaşımlar sergilendiği söylenebilir.

Ülkemizde Cumhuriyet döneminde başlayan kentleşme hareketleri, 1950’lerde kırdan kente göçe bağlı olarak hızlanmış, kentler bu duruma hazır olmadığından sağlıksız kentleşmenin tohumları atılmıştır. 1950’lerde sanayi sektörü yükselişe geçerken tarım sektöründe gerileme yaşanmıştır. Tarımda makineleşmeye bağlı olarak iş gücü talebinin azalması, bu sektörde çalışan iş gücünün kente göçünü tetiklemiştir. Sanayileşmenin hızlandırdığı kentleşme süreci, beraberinde özellikle yoğun göç alan Ankara, İstanbul, İzmir gibi kentlerin kontrolsüz bir biçimde büyümesini de getirmiştir. Böylesine büyük bir nüfus artışına hazır olmayan büyük kentlerde göçe bağlı olarak konut sorunu ortaya çıkmış, bu da göç edenlerin kendi konut sorunlarını kendilerinin çözmesine yani gecekondulaşmaya neden olmuştur (Şişman, 2008).

Birçok ülkede olduğu gibi, Türkiye’de de, özellikle 1980 sonrası büyük ölçekli ulusal ve uluslararası sermayenin kar güdüsünün ön planda olduğu konut projeleri sonucunda kentlerin gereksiz yayılmasına, kültürel, tarihi ve doğal zenginliklerin tahribine, ekonomik, toplumsal ve çevresel sürdürülebilirlik ilkesine karşı, kamu kaynaklarının verimsiz kullanımına, aynı zamanda israfına, yerele özgü olmayan, toplumsal eşitsizliği, dışlamayı ve kutuplaşmayı arttıran kentsel mekânların türemesine yol açmıştır (Sekmen,2007).

Bu sebeplerle oluşan kentsel mekânlar dönüşüme ve yenilenmeye ihtiyaç duymaktadır. Ülkemizde hemen hemen her ilde düzenli kent gelişimine uymayan, teknik altyapı ve diğer donatılardan yoksun, ekonomik olarak zayıf ve sosyal olarak çöküntü içerisinde olan suç oranlarının yükseldiği alanlar mevcuttur. Bu alanlar gerçek anlamda kentsel dönüşüme ihtiyaç duymaktadır.

Ülkemizde 1980’lerde kent merkezleri ve gecekondu bölgelerinde dönüşüm kavramı gündeme gelmiştir. 1984 yılında 2981 Sayılı “İmar ve Gecekondu Mevzuatına Aykırı Yapılara Uygulanacak Bazı İşlemler ve 6785 Sayılı İmar Kanununun Bir Maddesinin Değiştirilmesi Hakkında Kanun”, gecekondu dönüşüm sürecinde önemli rol oynamıştır. Söz konusu Kanun ile gecekondu alanları için ıslah imar planları yapma imkânı doğsa da, sonuçta gerçekleştirilen kentsel dönüşümler, fiziksel dönüşümün ötesine geçememiştir. 1980’lerin sonunda, ıslah imar planlarının yanı sıra kentsel dönüşüm projeleri de belediyelerin gündeminde yer almaya başlamıştır. Dikmen Vadisi Kentsel Dönüşüm Projesi, gecekondu bölgeleri için hazırlanan ilk kentsel dönüşüm projesi örneği olmuştur.

3. Kentsel Dönüşümün Hedefleri ve Nedenleri

Dönüşüm, faaliyet alanı ve doğası gereği, mevcut şehrin yapısına ve burada yaşayan insanların fiziksel, sosyal ve ekonomik geleceği üzerine ve buna bağlı olarak da kentin bütün geleneklerine etki edebilmektedir. Bu nedenle bütün planlama çalışmalarında, sosyologlar, ekonomistler, mühendisler, mimarlar, plancılar ve peyzaj mimarları gibi farklı disiplinlerin birlikte çalışması gerekmektedir.

Küresel ölçekte, her ülke farklı nedenler ve hedeflerle, gelişmişlik düzeyleri ile ilişkili olarak dönüşüm projesi uygulamaktadır. Dönüşüm uygulamalarına gerektiren nedenler açısından bakıldığında, gelişmiş ülkelerde kentsel dönüşüm uygulamaları, sanayi sonrası dönemde ortaya çıkan sorunları ve post-fordist dönemin dinamiklerinin yol açtığı sosyo-ekonomik ve mekânsal çöküntüleri aşmaya yönelik geniş kapsamlı yeniden yapılandırma biçimi olarak karşımıza çıkmaktadır (Sökmez, 2003).

1. Kentsel alanların çöküntü alanı haline gelmesindeki en önemli nedenlerden birisi toplumsal çökme ya da bozulma olmaktadır. Kentleri sorgulamak aslında, kentleri yaratan toplumsal yapıyı sorgulamaktır. Dolayısıyla, kentsel çöküntü bölgelerine çözüm üretebilmek için öncelikle, toplumsal bozulmanın nedenleri araştırılmalı mekânsal çözümlerden çok toplumsal, ekonomik ve kültürel sorunlara çözüm aranmalıdır.
2. Kent kavramı insan odaklı gelişen dinamik bir kavramdır. Dolayısıyla, zaman içerisinde kentsel ve yaşamsal gereksinimler değişebilir ve kent bu değişimi bir aracı olarak yenilenmelidir. Kentsel dönüşüm projeleri, kentin hızla büyüyen ve gelişen formu sonucunda ortaya çıkan yeni fiziksel, toplumsal, ekonomik ve çevresel gereksinimlere bağlı olarak ortaya çıkan bir ihtiyaçtır.
3. Ekonomik refahın sağlanması ve sosyal donatılardan kentlilerin standartlara uygun olarak faydalanması kentsel dönüşümün temel hedeflerindedir. Bu süreçte, kentsel

dönüşüme konu olan alanda yeni bir toplumsal kültür yaratıp soylulaştırma yapmak, dar gelirliileri farklı çöküntü alanlarına taşımak ya da üstesinden gelemeyecekleri konut ödemelerine muhtaç etmek yerine ekonomik canlılığı sağlayacak istihdam alanlarını da planlayarak dönüşüm yapmak asıl amaçtır.

4. Kentsel dönüşüm projeleri altyapısı, üstyapısı ve tasarım imkanlarıyla ortak gelecek ilkesine uygun, kaynakları etkin ve verimli kullanan gelecek nesilleri de düşünen ekolojik planlama disipliniyle oluşturulmalıdır. Temel hedef yaşam standartlarının arttırılması ve mekânsal gerilimlerin ve bozulmaların toplumsal ve ekonomik anlamda ortadan kaldırılması olmalıdır (Sökmen,2000, Keleş, 2008).

4. Kentsel Dönüşüm Uygulamalarında Ortaya Çıkan Sosyal, Ekonomik ve Yasal Sorunlar

Kentsel dönüşüm uygulamalarında söz konusu alandaki sorunlara çok yönlü bir bakış açısıyla bakmak gerekmektedir. Bu sorunlara yaklaşım, kentsel dönüşümün asıl amacını ve başarısını belirleyecek temel unsurdur.

Sosyal, ekonomik ve yasal sorunlar aşağıdaki gibi sıralanabilir (Demirkan, 2008)

- 1) Sosyal Sorunlar:
 - Yerleşik nüfusun geleceğine karar verme
 - Etnik sorunları çözümlenme
 - Halka yönelik bilgilendirme ve eğitim programları
 - İkna etme ve projeyi benimsetme
- 2) Yasal Sorunlar:
 - Mülkiyet yapısından kaynaklanan sorunlar
 - Planlama mevzuatından kaynaklanan sorunlar
 - Diğer yasal mevzuattan kaynaklanan çatışmalar
- 3) Ekonomik Sorunlar:
 - Alanda yaşayan nüfusun genel ekonomik durumu
 - Alanda yer alan kiracı ve ev sahibi dengesi
 - Devlet, yerel yönetim ve özel sektör yardımları dengesi
 - Devlet teşvikleri, yerel yönetim yardımları ve özel sektör dengesi
 - Kamulaştırma ve satın alma bedellerinin karşılanabilmesi

5. SONUÇ

Dünyada ve ülkemizde yaygın bir uygulama alanı bulan kentsel dönüşüm projelerinde sosyal ve mekânsal dönüşümün birlikte sağlanabilmesi için hem teknik ve sosyal bakımdan hassasiyetle sorgulanması hem de kurumsal yapılanmaların toplum ile bütünleştirilmesi gereklidir. Çünkü yapıları çevrede gerçekleştirilen bu projeler dönüşüm alanlarında yaşayan insanları, alıştıkları bir yaşam tarzından ayırmakta, sosyal, ekonomik ve mekânsal değişikliklere yol açmaktadır.

Kent merkezlerinde, kaçak yapılaşma veya hazine arazilerinin işgal edilmesiyle bozulan kent alanları kentsel dönüşüm projeleriyle tekrar kente kazandırılmalıdır. Bu nedenle bu alanların belirlenmesi ve uygulama sırasına göre kentsel dönüşüm projeleri yapılması gerekmektedir. Söz konusu alanların belirlenmesi zaman alacak bir süreçtir. Öncelikle hazine arazilerinin yer tespitlerinin yapılması, mülkiyet yapısının belirlenmesi ve zemin yapısı yapılaşmaya uygun olmayan alanların saptanması gerekmektedir.

Canlandırılması, iyileştirilmesi gereken bir alan için, kentsel dönüşüm kararı verildiğinde, ciddiyet ve hassasiyetle işlemesi gereken bir süreç gerekmektedir. Kentsel dönüşüm sadece konutları yenilemek değildir, kentsel dönüşüm her ilde aynı tip projelere sıkıştırılmış yaşam formları değildir, kentsel dönüşüm yüksek rant sağlanacak diye yoğun yaşam alanlarının oluşturulması değildir, kentsel dönüşüm konutlar yenilenecek diye insanları yaşam alanlarından uzaklaştırmak değildir. Kentsel dönüşümlerde, ilk olarak ele alınması gereken konu, bölge insanların ekonomik ve sosyal sorunlarıdır. Kentsel dönüşümün yıkım, temizlik, proje ve inşaatlarla değil, sosyal ve ekonomik kalkınmaya yönelik programlarla, mahallelilerin ortak ihtiyaç ve özelliklerine uygun, onları bütünleştirecek projelerle başlatılması ve uygulanması gerekmektedir.

Yapılan dönüşüm projeleri salt fiziki mekânın dönüştürülmesi değildir, aynı zamanda sosyal ve ekonomik açılardan da bir dönüşüm içermelidir. Bunun için kentlerin farklı sorunlarına uygun tek ve aynı yöntemlerle sağlanan bir çözüm yerine, kentin yerleşim ve imar özellikleri dikkate alınarak planlama etiği ve amacına uygun projeler gerçekleştirilmelidir. Aksi takdirde bu dönüşüm projeleri, günümüzde yaşanan gecekondu ve kaçak yapı sorununu çözmek yerine, kentsel rantlar yaratarak zengin ile fakir arasındaki uçurumu arttıran, yeni zenginleri yaratan, yeni çöküntü alanları oluşmasına yol açan ve sosyal devlet ilkesine uygun olmayan bir rant aracı olacaktır.

KAYNAKÇA

- Demirkan, S. (2008). *Türkiye’de Kentsel Dönüşüm Uygulamalarında Yerel Yönetimlerin Rolü: Bursa Büyükşehir Belediyesi Örneği*, Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Gürler, E., (2003). “Kentsel Yeniden Üretim Süreci Üzerine Karşılaştırmalı Çalışma: İstanbul Örneği”, Kentsel Dönüşüm Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Yıldız Teknik Üniversitesi Basım Yayın Merkezi, İstanbul.
- Karadağ, D., (2008). “Kentsel Dönüşümün Tanımı” *Arkitera Dergisi*, (www.arkitera.com/g67-kensel-donusun.html?year=792) Erişim Tarihi: 10.06.2023.
- Sekmen, S., (2007). *Kentsel Dönüşüm Üzerine Bir Model Önerisi: İzmir-Ferahlı Mahallesi Örneği*, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Sökmen, P., (2003). “Kentsel Dönüşüm için Kaynak Yaratıcı Sürdürülebilir Bir Planlama Çerçevesi”, Kentsel Dönüşüm Sempozyumu (11-13 Haziran 2003) TMMOB Şehir Plancıları Odası İstanbul Şubesi Yayını, İstanbul, s. 47-51.
- Şişman, A., (2008). “Kentsel Dönüşüm Uygulamaları”, TMMOB Samsun Kent Sempozyumu, Samsun, 27-29 Kasım 2008.
- Şişman, A., Kibaroglu, D., (2009). “*Dünyada ve Türkiye’de Kentsel Dönüşüm Uygulamaları*”, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara, 11-15 Mayıs 2009.
- Türk Dil Kurumu Sözlüğü, 2023. <https://sozluk.gov.tr/>, Erişim Tarihi: 06.06.2023.

KENT, KENTLEŞME VE KENTLİLEŞME ÜZERİNE KAVRAMSAL İNCELEME

Yüksek Şehir ve Bölge Plancısı Hüsne TEMUR

Yozgat Bozok Üniversitesi, ORCID ID: 0000-0002-1735-7132

Doç. Dr. Seçil Gül MEYDAN YILDIZ

Yozgat Bozok Üniversitesi, ORCID ID: 0000-0001-9869-4159

ÖZET

Kent, Farsça olan “şehir” sözcüğünün Türkçe karşılığı olup, tarihin bütün dönemlerinde farklı anlamların yüklendiği, dinamik bir kavram niteliğindedir. Kent için bugüne kadar değişik ölçüler kullanılarak pek çok tanım yapılmıştır. Gerek literatürde gerekse mevzuat düzenlemelerinde her zaman ve her ülke için geçerli bir tanımlama yapmak imkânsız görünmektedir. Kent kavramı, her ülke için farklı sayısal verilerle, sayısal veriler de başka kavramlarla tanımlanır ki bu kavramlar ülkenin yönetim ve hukuki rejimi ile anlanmaktadır. Tarihsel gelişim içinde, kent kavramındaki değişimler incelendiğinde “uygarlık” kavramının kentin tanımlanmasında önemli bir etken olduğu gözlenmektedir. Uygarlık, bir halkı başka bir halktan ayıran o halkın kendine özgü yaşam biçimini, iktisadi yapısını, siyasi, hukuki, sanatsal ve dinsel bütün faaliyetlerin öne süren bir değer sistemidir. Kent ve kentte yaşayan sayısının artmasıyla birlikte kentleşme kavramı ortaya çıkmıştır. Bu durumda ekonomik ve sanayiye yönelik faaliyetlerin artışı koşuttur. Bir yerleşim yerinin kent haline gelmesi kentleşme olarak ifade edilmektedir. Kentlerin ortaya çıkmasıyla birlikte gelişip ve değişime uğrama süreci de kentleşme kavramıyla ilişkilidir. Kentleşme, yalnızca demografik bir kavram olmayıp aynı zamanda sosyal, siyasal, ekonomik ve kültürel bir süreç olmakta olup değişim sürecini de ifade etmektedir. Kentlileşme kavramı ise bu süreçlere uyum ile ilişkilidir. Kentte yaşayan kişilerin değişim sürecine rağmen aynı mekân içerisinde yaşamaları kentlileşme süreci için önemlidir. Bu kapsamda çalışma kent, kentleşme ve kentlileşme kavramlarını literatür tarama yöntemiyle açıklamayı amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kent, Kentleşme, Kentlileşme

1. Kent Kavramı

Latince kökenli dillerde “civilisation”, kent anlamına gelen “civitas” sözcüğünden türemiştir. Arap kökenli dillerde de uygarlık anlamına gelen medeniyet kavramının kökeni, bir kent adı olan “Medine” kelimesinden gelmektedir. Bu bağlamda kent kavramının içeriği örgütlenmiş bir uygarlığı ifade etmektedir (Ertürk,1995). Tarihsel gelişim içinde kentin kavramsal değişimi devam etmiştir. Birçok uygarlık kent kavramı için hemen hemen aynı anlama gelen cite, polis, medine ve kent gibi anlamlar kullanmışken, bugün kent kavramı, bourg, ville, urban, center ve city olarak kullanılmaktadır (Topla, 2004).

Köktürklerde eski Uygur metinlerinde bulunan 1300 yıl önceki Türk dilinde büyük yerleşme merkezlerinin adı “balık” olarak geçmektedir. Orta Asya’da Hanbalık, Beşbalık gibi örnekleri de vardır. İslamiyet’in kabulünden sonra “balık” kelimesi yerine “şehir”

kullanılmıştır. Dilimize geçen şehir kelimesi toplumumuzda kent kavramıyla aynı anlamı ifade etmek üzere yaygın olarak kullanılmaktadır (Yıldız, 2009).

Kentbilim Terimleri Sözlüğü'nde (Keleş, 1998:75) kentin: “Sürekli toplumsal gelişme içinde bulunan ve toplumun yerleşme, barınma, gidiş-geliş, çalışma, dinlenme, eğlenme gibi gereksinimlerinin karşılandığı, pek az kimsenin tarımsal uğraşlarda bulunduğu, köylere bakarak nüfus yönünden daha yoğun olan ve küçük komşuluk birimlerinden oluşan yerleşme birimi” olarak tanımlandığı görülmektedir (Keleş,1998).

Alkan (1991)'a göre kent, içinde yaşadığımız ve bütün faaliyetlerimizi sürdürdüğümüz mekânların toplamı olan şehri, çeşitli meslek grupları, kendi ilgi alanları açısından farklı tanımlamaktadırlar. Örneğin coğrafyacılar, şehri daha çok bölgeler ve sınırlar açısından, demograflar nüfus ve nüfus hareketleri açısından, ekonomistler ise üretim-tüketim ilişkileri bakımından inceleyip tanımlamaktadırlar şeklinde açıklamakta ve kentin esasen bu tanımların hepsini içine alan disiplinlerarası bir faaliyet alanı olduğunu belirtmektedir.

Kent kavramı, tarım dışı ve tarımsal üretimin denetlendiği, dağıtımın koordine edildiği, ekonomisi bunu destekleyecek şekilde tarım dışı üretime dayalı bulunan, teknolojik değişimin beraberinde getirdiği teşkilatlanma, uzmanlaşma ve iş bölümünün en yüksek düzeye ulaştığı, geniş fonksiyonların gerektirdiği nüfus büyüklüğü ve yoğunluğuna varmış, toplumsal heterojenlik ve entegrasyon (bütünleşme) düzeyi yükselmiş karmaşık ve dinamik bir mekanizmanın sürekli olarak işlediği insan yerleşmesidir (Görmez, 1991).

Bir yerleşmenin kent sayılmasında, nüfus güçlü bir etmen olsa da tek ölçüt değildir. Üretim özelliği, yoğunluk ve heterojenlik gibi değişkenler de önemlidir. Üretim özelliği; tarımsal olmayan üretimin tüm üretim içindeki oranı ile ölçülebilir. Yoğunluk; birim alanda oturan nüfus ile ölçülebilir. Heterojenlik; kent görünümündeki ve faaliyetlerindeki çeşitliliktir. Toprak kullanma işlevlerinin çeşitliliği ile ölçülebilir. Bu temel öğelerin ışığında kent; tarımsal olmayan üretimin yapıldığı, sanayi, ticaret, hizmet gibi sektörlerin ekonomide etken olduğu, tüm üretimin denetlendiği ve dağıtımının koordine edildiği, teknolojinin beraberinde getirdiği büyüklük, yoğunluk, heterojenlik ve bütünleşme yönlerinden belirli düzeye ulaşmış, örgütlenme, uzmanlaşma ve iş bölümünün yer aldığı, merkezi ve yerel yönetimin temsil edildiği bir yönetimin kurulduğu, yerel, bölgesel, ulusal ve uluslararası ilişki ağlarına sahip yerleşme türü olarak tanımlanmaktadır (Yıldız, 2009).

Bir yerleşim yerinin kent niteliği taşıyabilmesi için bazı temel özelliklerin gerekli olduğu izlenmektedir. Bunlar:

- Belirli bir nüfus büyüklüğüne ve nüfus yoğunluğuna erişmiş olması,
- Tarımsal olmayan üretimin ekonomide etkin olması; sanayi, ticaret, hizmet ve bilişim teknolojileri vb.,
- Tarımsal ürün de dâhil olmak üzere her türlü üretimin denetiminin ve dağıtımının yapılması,
- Yerleşim yerlerinin fiziksel altyapısının belirli bir düzeye ulaşmış olması,
- Sosyal donatıların (alansal yapının), nüfusla ilişkili olarak belirli bir gelişmişlik düzeyinde olması; dinlenme, eğlenme, konut, ticaret, sağlık, eğitim vb.,
- Geleneksel aile yapısının çözülerek yerini çekirdek aile yapısına bırakmış olması,
- Geleneksel ilişkilerin çözülüp bireysel ilişkilerin ya da çıkarların ön plana çıkmış olması,

- Sosyal normların yerini, resmi denetleme kurumlarının almış olması,
- İlişkilerin yüz yüze olmak yerine çoklu ve iç içe geçmiş (karmaşık) şekilde olması,
- Eğitim düzeyinin yüksek olması,
- Sosyal statülerin aileden gelmeyip, bireyin kendi çabaları ile kazanılmış olması,
- Mesleki rollerin artarak farklılaşmış olması,
- Yerel, bölgesel, ulusal ve uluslararası ilişki ağına sahip olması gibi bazı özellikleri sağlaması gerekmektedir (Yıldız, 2009, Görmez,1991).

2.Kentleşme Kavramı

Kentleşme dar anlamıyla (Keleş, 2004:22) “kent sayısının ve kentte yaşayan insan sayısının artmasıdır”. Yani bir nüfus akımı olarak demografik bir nitelik taşımaktadır. Elbette kentleşmeyi sadece nüfus hareketi şeklinde tanımlamak yetersiz olacaktır. Kentleşmeyi sanayileşmeyle paralel olarak tanımladığımızdan, ekonomik, toplumsal, siyasal ve davranışsal bütün değişimleri de kapsayan bir süreç olarak açıklanmalıdır. Bu haliyle kentleşme (Keleş, 2004:22); sanayileşme ve ekonomik gelişmeye koşut olarak kent sayısının artması ve bugünkü kentlerin büyümesi sonucunu doğuran, toplum yapısında artan oranda örgütlenme, işbölümü ve uzmanlaşma yaratan, insan davranış ve ilişkilerinde kendine özgü değişikliklere yol açan bir nüfus birikim süreci şeklinde tanımlanabilir (Keleş, 2004). Kentleşme olgusunun temel özelliği nüfusun belli bir alanda yoğunlaşmasıdır (Ertürk,2008). Ancak kentleşmenin tanımında da belirtildiği gibi kentleşme sadece basit bir nüfus akımı olayı değil aksine karmaşık bir olgudur. Kentleşme, demografik yapıda (fiziksel alanda), ekonomik alanda, toplumsal ve davranışsal alanda ve yönetsel alanda önemli değişimleri ifade etmektedir.

- **Fiziksel Yapı**

Fiziksel alandaki değişimler olarak da tanımlanan, demografik yapıdaki değişimler sanayileşme sonrası toplumların yaşadıkları nüfus patlaması olarak ifade edilen, hızlı nüfus akımını ve ölüm oranının doğum oranından az olduğu nüfus artışını ifade etmektedir. Kentlere nüfus akımı, köylerin itici ve kentlerin çekici güçlerinin bir sonucudur denilebilir. Kentlere nüfus akımının en önemli sebebi, kırsal alandaki hızlı nüfus artışının, mevcut ekonomik imkânlarla geçinmeyi zorlaştırmasıdır (Alkan, 1991; Keleş, 2004).

Tarıma elverişli alanların sınırlı olması, yeterli istihdam kapasitesinin olmaması, toprağın veraset yoluyla parçalanması, yeni teknolojilerle işgücüne olan ihtiyacın azalması itici güçleri oluştururken, diğer taraftan, okul, hastane, çalışma alanları, sunduğu cazip imkânlarla kentler çekici birer güç oluşturmaktadır. Bu durum da sonuç olarak kentlere göçe sebep olmaktadır (Ertürk, 2008).

Dünya ilk olarak sanayileşme dönemiyle nüfus patlaması ve büyük göç olaylarıyla karşı karşıya kalmıştır. Bu konuda yeterli tecrübenin olmayışı, nüfusun ihtiyaçlarını karşılayamayan kentlerde gecekondulaşma, plansız ve çarpık kentleşme gibi ciddi kentsel sorunların patlak vermesine neden olmuştur.

Bu sorunlar:

- Fiziksel olarak betonlaşmış bir kent, büyük ve harap binalar
- Altyapı yetersizlikleri
- Aşırı kalabalık (nüfus yoğunluğu),
- Sağlıksız alanlar,

- İnsan ölçeğini aşmış, insanı ezen ölçekli yapılar ve alanlar,
- Salgın hastalıklar,
- Gelir dağılımında adaletsizlikler,
- Gecekondulaşma,
- İşsizlik ve marjinal sektörlerde yoğunlaşan istihdam alanları,
- Psikolojik rahatsızlıklar vb. olarak sınıflandırılabilir (Alkan,1991, Keleş, 2004).

- **Sosyal Yapı**

Ekonomik kalkınma sanayileşmeyle, sanayileşme de kentleşmeyle sonuçlanmaktadır. Sanayileşme insanlık tarihinde bir dönüm noktası niteliğindedir. Geçmişin emek kontrolü ilkesine dayanan üretim biçimi, sanayi devrimi sonrasında üretim kontrolüne dayanan yeni ekonomik düzen anlayışı içine girmektedir (Alkan,1991).

Kentleşme, sanayileşme ve ekonomik gelişmeye koşut olarak ortaya çıkan bir olgu olduğundan, kırsal alandan, kentsel alana göçte tanımladığımız toprağın yapısındaki değişiklikler ve diğer itici ve çekici güçler kentleşmeyi hızlandırmıştır. İstihdam içinde sanayi ve hizmetler artan oranda pay alırken, tarımın payı azalmaktadır. Tarım toplumundan sanayi toplumuna geçişle beraber, ekonomik yapıda değişmektedir. Teknolojik gelişmeler, işgücüne olan ihtiyacın tarım alanında azalmasına, bu durumda kırsal alanda işsizliğin artmasına ve kente göçü, dolayısıyla kentleşmeyi etkilemektedir (Ertürk,2008).

Kentleşmenin en önemli sonuçlarından biri, alışılmış kırsal yaşam biçiminin, kente göçle değişikliğe uğramasıdır. Bu süreç hem kırsal alanlardan göçenler, hem de kentliler için bir dönüm noktası niteliğindedir. Kır ile kent arasındaki yaşam düzeyi ve biçimindeki farklılıklar, farklı kültürel unsurları karşı karşıya getirmektedir. Kentleşme olarak tanımlanan toplumsal ve davranışsal değişimler, ekonomik ve sosyal açıdan olmak üzere iki boyutta gerçekleşebilmektedir (Alkan,1991, Keleş, 2004).

- **Ekonomik Yapı**

Ekonomik açıdan kentleşme, bireyin geçimini tamamen kentte ve kente özgü işlerde sağlar duruma geçmesiyle, sosyal açıdan kentleşme ise, kır kökenli bireylerin, kente özgü tavır ve davranış biçimlerini, toplumsal ve manevi değer yargılarını benimsemesiyle gerçekleşebilmektedir. Kentleşme (Keleş, 1998:71), “kentleşme akımı sonucunda, toplumsal değişimin insanların davranışlarında ve ilişkilerinde, değer yargılarında, maddi ve manevi yaşam biçimlerinde değişiklik yaratma süreci” olarak da tanımlanmaktadır.

- **Yönetimsel Yapı**

Kentleşme sürecinin hızlanmasına paralel olarak kentlerdeki büyüme de hızlanmıştır. Barınma, altyapı ve diğer kentsel hizmetlerin eksikliği ve/veya yetersizliği ayrıca yönetimsel anlamda da kentlerin hızlı nüfus artışına yönelik hazırlıksız olması, itici ve çekici çeşitli nedenlerden dolayı köyden kente göç etmek zorunda kalan insanların, çeşitli gereksinimleri karşılamak konusunda yalnız kalmalarına neden olmaktadır. Bu durumda, kentin çeperinde kaçak yapılara ya da gecekondulaşmaya neden olmaktadır. Dolayısıyla kent zamanla çeşitli sorunlara (konut, arsa, nüfus, plansız ve çarpık kentleşme, kalkınma sorunları vb.) çözüm bulmak zorunda kalmaktadır. Artan sorunlara çözüm bulmak için yeni yönetimsel örgütlenmelere gidilmektedir (Alkan,1991).

3. Kentleşme Kavramı

Zaman içerisinde kent kavramının tanımlanmasıyla birlikte kentleşme ve kentleşme gibi kavramların da tanımlanması ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Kent sayısının artması ve kentlerde yaşayan kişi sayının artış göstermesi en temel anlamda kentleşmeyi ifade etmektedir. Bu durum kentleşmede sadece demografik bir değişimi değil aynı zamanda sosyo-kültürel ve ekonomik değişimi de ifade etmektedir (Ulusoy ve Vural, 2001: 8). Kentte yaşayan kişilerin bu değişimlere uyum sağlaması ve kentle bütünleşmesi kentleşme olarak tanımlanmaktadır. Kentte yaşayan kişilerin kentle bütünleşmesi şeklinde de tanımlanabilir. Bütünleşme kavramıyla ifade edilmek istenen bir nüfus grubunun ondan daha büyük bir çapta nüfus grubuyla kaynaşmasıdır (Es ve Ateş, 2004: 214). Temelde kentleşme bir kültür değişimini ifade etmektedir bu nedenle de kentte yaşayanların gerek fiziksel gerekse davranışsal olarak uyum içerisinde olmaları gerekmektedir (Ulusoy ve Vural, 2001: 8). Kentleşme, kırdan kente gelen göçün, kırsal sosyal ve ekonomik özelliklerinden ayrılarak kentin özelliklerini kazanma sürecini ifade etmektedir (Kartal, 1983: 94; Yalçın, 2010).

4.SONUÇ

Kent, toplumsal gelişme açısından genelde olumlu anlamların yüklendiği bir kavram olduğundan, daha çok insanın kentsel mekânda yaşaması, ekonomik, toplumsal ve kültürel olanaklardan daha çok yararlanması, yaşam standartlarının yükselmesi kentleşme olarak tanımlanmakta ve kentleşme istenen bir durum haline gelmektedir. Oysa gelişmekte olan birçok ülkede olduğu gibi Türkiye’de de yaşanan kentleşme süreci incelendiğinde, kentleşmeye toplumsal, yönetsel, ekonomik, teknolojik ve kültürel açıdan hazır olmayan kentlerin, telafisi zorlaşan birçok sorun yaşadığı görülmektedir. Kentleşmeyle birlikte kente uyum süreci olarak kentleşme de kurallı bir hayatı, beklemeyi, kentsel öğelere zarar vermemeyi ve başkalarını rahatsız edecek davranışlardan kaçınmayı gerektirmektedir. Aynı zamanda kenti sevme ve kente bağlanma sürecidir.

Kentlerde yaşayan nüfusun büyük bir bölümü için toplumsal, ekonomik ve kültürel olarak ilerlemeden çok gerileme, sağlıksız ve kaçak konutlarda barınmak zorunda kalma, marjinal işlerde çalışma, kentsel hizmetlerden yeterince yararlanamama gibi birçok sorunun yaşandığı gözlenmektedir. Yine kentsel nüfusun büyük bir bölümü için kentler, ekonomik ve toplumsal adaletsizliklerin keskinleştiği ve bu adaletsizliklerden kaynaklanan bugün insanlığın aşmak için çalıştığı, toplumsal, ekonomik, siyasal, etik, çevresel ve kültürel, pek çok sorunun yaşandığı alanlar olmaktadır.

KAYNAKÇA

- Alkan, A., (1991). “Şehir, Şehirleşme ve Aile”, Türk Aile Ansiklopedisi, Türkiye Yazarlar Birliği Vakfı, Birim Basın-Yayın Organizasyon, Ankara, 3:960-967.
- Ertürk, H., (1995). *Kent Ekonomisi*, 1. Baskı, Bursa, 227 s.
- Es, M. ve Ateş, H., (2004). “Kent Yönetimi, Kentleşme ve Göç: Sorunlar ve Çözüm Önerileri”, Sosyal Siyaset Konferansları Dergisi, (48), 206-246.
- Görmez, K., (1991). *Şehir ve İnsan*, MEB Yayınları, İstanbul.
- Kartal, K. (1983). “Kentleşmenin Ekonomik ve Sosyal Maliyeti”, Amme İdaresi Dergisi,16 (4).

- Keleş, R., (1998). *Kentbilim Terimleri Sözlüğü*, İmge Kitapevi Yayınları.
- Keleş, R., (2004). Kentleşme Politikası, İmge Kitapevi, Ankara, 767 s.
- Topla, K., (2004). Kavramsal Olarak Kent Nedir ve Türkiye’de Kent Neresidir? Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 6 (1): 277.
- Ulusoy, A. ve Vural, T. (2001). “Kentleşmenin Sosyo Ekonomik Etkileri”, Belediye Dergisi, 7(12), 8-14.
- Yalçın, C. (2010). “Türkiye’de Kentlileşme Sorunları Üzerine Bir Tartışma”, H.U. İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 28(1), 225-245.
- Yıldız, F., (2009). *İmar Bilgisi, Planlama, Uygulama, Mevzuat*, Nobel Yayın Dağıtım, 6. Baskı, Ankara, 686 s.

KADINLARIN BİSİKLET KULLANIMINA YÖNELİK TUTUMLARININ ARAŞTIRILMASI

Dr. Öğr. Üyesi, Ayşe ÜNAL

Siirt Üniversitesi, 0000-0002-3262-135X

İsmail ÖNER

Siirt Üniversitesi, 0000-0002-7554-4577

ÖZET

Bisiklete binme katılımını artırmak için, her yaştan ve yetenekten tüm insanlar için bisiklet kullanmanın önündeki engelleri, kolaylaştırıcıları ve güvenlik algılarındaki ince ayrıntıları anlamak esastır. Özellikle Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde hem bisiklet kullanımı oldukça düşüktür hem de bisiklet kullanma konusunda önemli cinsiyet farklılıkları bulunmaktadır. Şehirlerde kadın dostu bir bisiklet sisteminin sağlanmasına ve bisiklet dostu bir kimliğin desteklenmesinde kadınların hayati paydaşlar olarak katılımının sağlanması oldukça önemlidir.

Bu çalışmanın amacı Siirt kent merkezinde kadın bireylerin bisiklet kullanıcısı olarak karşılaştığı sorunların belirlenmesi, görüş ve önerileri doğrultusunda bisiklet kullanımının özendirilmesi ve geliştirilmesine katkı sağlayacak önerilerin geliştirilmesidir. Bu doğrultuda Siirt merkezde yaşayan rastgele seçilmiş 55 kadınla anket çalışması yapılmıştır. Anketlerin istatistiksel analizi SPSS paket programı ile değerlendirilmiştir. Sonuç olarak katılımcı yaklaşım görüşleri neticesinde, Siirt kent merkezinde kadın bisiklet kullanım oranının çok düşük olduğu, bunun öncelikli nedeninin ataerkil bir toplumda kadınların baskılanması, sürekli ve uygun bisiklet yollarının olmaması, motorlu taşıt trafiğinden kaynaklı sorunların varlığı, bilgi ve tecrübe eksikliğinden kaynaklanabileceğine ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler : Bisiklet, Kadın, Planlama, SPSS

RESEARCH OF WOMEN'S ATTITUDE TOWARD THE USE OF BICYCLES

ABSTRACT

To increase cycling participation, it is essential to understand the barriers, facilitators and nuances in perceptions of safety for all people of all ages and abilities. Especially in developing countries such as Turkey, cycling usage is very low and there are significant gender differences in cycling. It is crucial to ensure the participation of women as vital stakeholders in the provision of a women-friendly cycling system and the promotion of a cycling-friendly identity in cities.

The aim of this study is to determine the problems encountered by women as bicycle users in Siirt city centre and to develop suggestions that will contribute to the encouragement and development of bicycle use in line with their opinions and suggestions. In this direction, a

survey was conducted with 55 randomly selected women living in Siirt city centre. Statistical analysis of the questionnaires was evaluated with SPSS package programme. As a result, as a result of the participatory approach opinions, it has been reached that the rate of female cycling in Siirt city centre is very low, the primary reason for this may be the oppression of women in a patriarchal society, the lack of continuous and suitable bicycle lanes, the existence of problems caused by motor vehicle traffic, lack of knowledge and experience.

Keywords: Bicycle, Women, Planning, SPSS

1. GİRİŞ

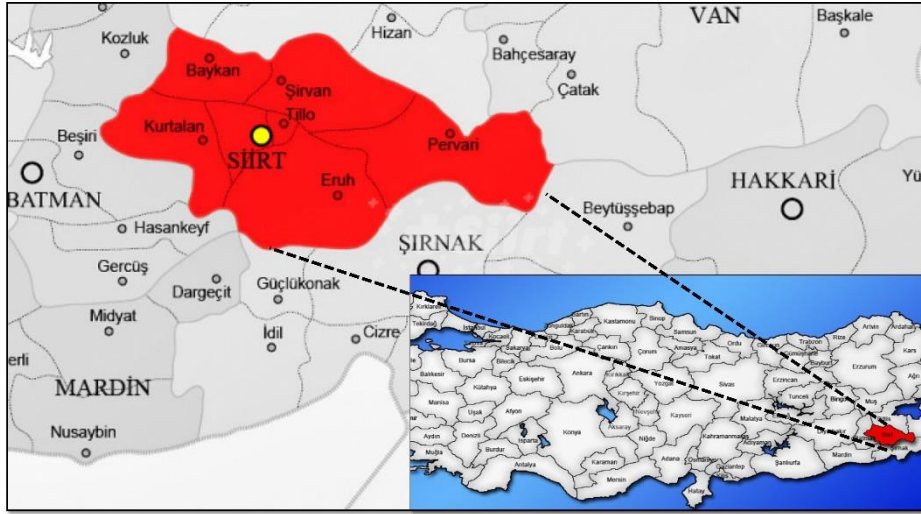
Ulaşım amacıyla bisiklet kullanmanın öncelikle sağlığa çevreye, sosyal ve toplumsal faydaları bulunmaktadır. Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde ulaşım modu olarak bisiklet kullanımı düşüktür. Fayda amaçlı bisiklet kullanma oranlarının düşük olduğu ülkeler aynı zamanda bisiklet kullanma konusunda da önemli cinsiyet farklılıklarına sahiptir. Araştırmacılar risk algısı, altyapı tercihleri, kültürel kimlikler ve gezi amacı gibi faktörlerin yanında kadın bireylerin bisiklet kullanma talebi ve teşviği üzerindeki etkisine de odaklanmışlardır (Garrard vd., 2012; Aldred vd., 2017; Ravensbergen vd., 2019; Shaw vd., 2020). Yapılan bir çalışmada, Avustralya'da işe gidip gelmede bisiklet kullanan kadınların oranı, erkeklerin oranının üçte birinden daha az olduğu tespit edilmiştir (Bell vd., 2006). Avustralya'da ve ana dili İngilizce olan diğer ülkelerde bisiklete katılımdaki önemli cinsiyet farklılıkları, bazı araştırmacıların kadınların bisiklete binmeye ilgi duymadığını öne sürmesine yol açmıştır (Merom vd., 2003). Buna karşı faydacı bisiklet kullanma oranlarının yüksek olduğu ve kadınların erkeklerden daha sık bisiklet kullandığı bazı Batı Avrupa ülkelerinde ise durum böyle değildir (Garrard, 2003).

Bisiklet kullanma oranlarının düşük olduğu, araba kullanım oranlarının yüksek olduğu ve bisiklet sürmede büyük cinsiyet farklılıklarının olduğu ülkelerde trafik güvenliği endişeleri bisiklet sürme konusunda önemli bir kısıtlama olarak tanımlanmıştır (Goldsmith, 1992; Garrard vd., 2006). Bu kaygıların kadınlar üzerinde farklı etkileri olduğu görülmektedir bunun nedeni belki de kadınların erkeklere göre riskten daha fazla kaçınmalarıdır (Byrnes vd., 1999). 2005 yılında Melbourne, Avustralya'da 2403 bisikletçiyle yapılan çevrimiçi bir ankete katılan kadınların, bisiklet sürme konusunda kısıtlamalar olduğunu; 'trafikte bisiklete binmeyle ilgili endişeler' ve 'sürücülerin saldırganlığı' gibi kaygıları erkek bireylerden daha fazla olarak tespit edilmiştir (Garrard vd., 2012). Yapılan bazı araştırmalara göre bisiklet kullanma durumu bireyin iş pozisyonundan da önemli ölçüde etkilenmektedir. Özellikle öğrenci, işçi, işsiz gibi gelir düzeyi düşük bireylerin bisiklet kullanma oranlarının daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Krizek vd., 2005; Shaw vd., 2020). Öztürk ve Gündüz, (2020) çalışmasında bisiklet kullanımını etkileyen en önemli sebeplerin planlama eksikliği, fiziki durum ve altyapı eksiklikleri, güvenlik ve kültürel değerler ve alışkanlıklara bağlı olduğunu tespit etmişlerdir. Bir diğer çalışmada ise mevcut bisiklet yollarının iyileştirilmesi ve 300 km'den fazla entegre bisiklet yolu yapımı ile bisiklet kullanımında önemli artışların olduğu belirtilmiştir (Pucher ve Buehler, 2017). Bisiklet kullanımı ile bisiklet altyapısı arasında pozitif bir ilişki olduğu, uygun fiziksel çevre, bisiklet park yerleri ile güvenlik kaygılarının giderilmesi gibi hususlar insanların bisiklet kullanıp kullanmayacaklarına dair kararlarını önemli ölçüde etkilemektedir (Heinen vd., 2010; Götschi vd., 2016; Heinen vd., 2019).

Çalışmanın amacı, Siirt kent merkezinde kadın bireylerin bisiklet kullanımına karşı tutumlarının tespit edilmesi, bisiklet kullanmama nedenlerinin araştırılması, bisiklet kullanımının teşvik edilmesi için ne gibi fiziksel iyileştirmelerin gerekli olduğunun belirlenmesi ve kadın bireylerin görüş ve önerileri doğrultusunda ortaya konulmasıdır.

2. MATERYAL ve METOT

Araştırma, Siirt kenti merkezinde gerçekleştirilmiştir (Şekil 1). Güneydoğu Anadolu bölgesinde bulunan Siirt ilinin toplam yüzölçümü 5406 km²'dir (Anonim, 2023). 2022 verilerine göre Siirt ilinin toplam nüfusu 331.311, merkez nüfus 174.467'dir. Merkez nüfusun 87.618 erkek, 86.849 kadın bireyden oluşmaktadır (TÜİK, 2022).



Şekil 1. Siirt ili harita gösterimi

Araştırmanın bu bölümünde, Siirt ilinde yaşayan kadın bireylere anket çalışması yapılmıştır. Ankete katılan 55 kadın katılımcının verdiği cevaplar doğrultusunda çalışma değerlendirilmiştir. Anket sorularının ilk bölümünde demografik yapı ile ilgili bilgilerin cevaplanması istenmiş, sonrasında ulaşım tercihleri ve bisiklet kullanma veya kullanmama nedenleri üzerine sorular yönlendirilmiştir. Makale aşamasında yapılan anket çalışmalarının değerlendirilebilmesi için SPSS 22.0 (Statistical Package for Social Sciences) yazılımı ve Microsoft Excel programı kullanılmıştır.

3. BULGULAR

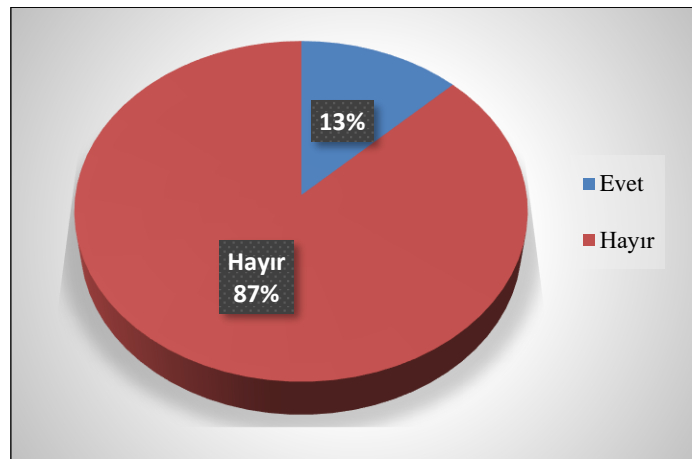
Siirt ili nüfus büyüklüğü bakımından Türkiye'nin elli sekizinci en kalabalık kentidir. 2022 Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre Siirt kenti 331.311 nüfusa sahiptir. Bu nüfus 167.906 erkek ve 163.405 kadından oluşmaktadır. Yüzde olarak ise %50,68 erkek, %49,32 kadındır. Kadın ve erkek nüfusu birbirine oldukça yakın olmasına rağmen şehirdeki bisiklet kullanım oranı ne yazık ki birbirine yakın oranlarda değildir. Kadın bisiklet kullanıcıları neredeyse hiç yoktur. Bu durumun belirli nedenleri olduğu düşünülmektedir. Yapılan anket çalışması sonuçları ile de bu nedenler tespit edilmeye çalışılmıştır.

Çalışma sonucunda elde edilen veriler ve verilere ilişkin analiz sonuçları aşağıda verilmiştir. Araştırmaya Siirt ilinde yaşayan 55 kadın katılımcı katılmıştır (Tablo 1). Grubun yaş ortalaması 27 olup, %9'u ilköğretim, %18'i lise, %73'ü üniversite eğitimine sahiptir. Katılımcıların meslekleri incelendiğinde, öğrenci %40, esnaf %3,6, işçi %7,3, memur %14,6, ev hanımı %7,3, serbest meslek %3,6, diğer %7,3 ve çalışmayan %16,3 olarak tespit edilmiştir. Katılımcıların %40'ı asgari ücret altı, %11'i asgari ücret ve %49'u asgari ücret üstü gelire sahiptir.

Tablo 1. Araştırmaya katılan kadın bireylerin demografik özellikleri

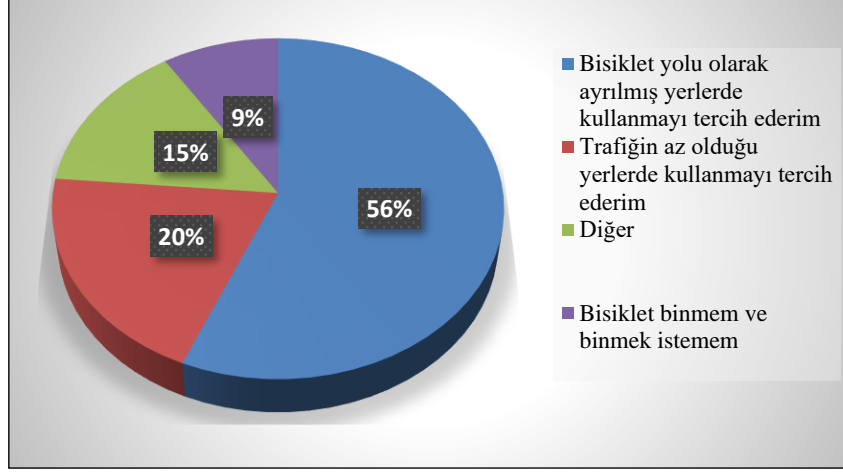
Değişken	Grup	Frekans	Yüzde(%)	
Yaş Grubu	12 ≤ yaş ≤ 18	4	%7,3	
	19 ≤ yaş ≤ 25	20	%36,4	
	26 ≤ yaş ≤ 35	26	%47,3	
	36 ≤ yaş ≤ 45	5	%9,0	
Eğitim Durumu	İlköğretim	5	%9	
	Lise	10	%18,2	
	Üniversite	40	%72,8	
Meslek	Öğrenci	22	%40	
	Esnaf	2	%3,6	
	İşçi	4	%7,3	
	Memur	8	%14,6	
	Ev Hanımı	4	%7,3	
	Serbest Meslek	2	%3,6	
	Diğer	4	%7,3	
	Çalışmıyorum	9	%16,3	
	Gelir	Asgari Ücret Altı	22	%40
		Asgari Ücret	6	%11
Asgari Ücret Üstü		27	%49	

Araştırma kapsamında kadınlara, 'ulaşımda herhangi bir amaçla bisiklet kullanıyor musunuz?' sorusu yöneltilmiştir. Elde edilen sonuçlar şekil 2'de yer almaktadır. Kadınların %13'ü bu soruyu evet olarak yanıtlarken %87'si hayır olarak yanıtlamışlardır (Şekil 2).



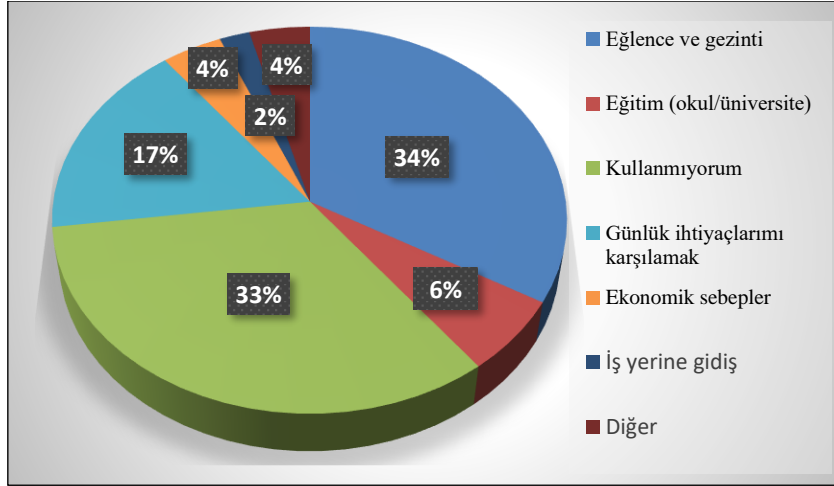
Şekil 2. Mevcut bisiklet kullanım oranı

Kadınların bisiklete karşı olan tutumlarını tespit etmek amacıyla, “Bisiklet kullanımına yaklaşımınız nedir?” sorusu iletilmiştir. Kadınların %56’sı bisiklet yolu olarak ayrılmış yerlerde kullanmayı tercih ederim, %20’si trafiğin az olduğu yerlerde kullanmayı tercih ederim, %15’i diğer ve %9’u bisiklet binmem ve binmek istemiyorum yanıtını vermiştir (Şekil 3).



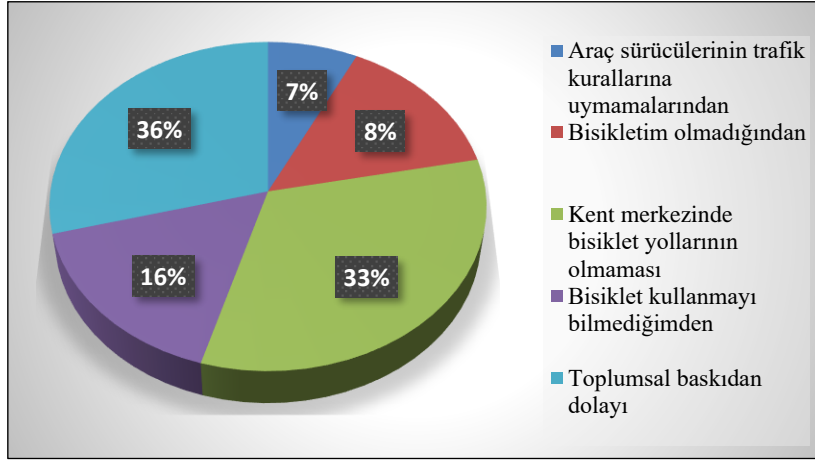
Şekil 3. Bisiklet kullanımına karşı yaklaşım

Ulaşımında kadınların bisiklet kullanım amacına yönelik sorulara katılımcıların %34’ü eğlence ve gezinti, %6’sı eğitim, %33’ü kullanmıyorum, %17’si günlük ihtiyaçlarımı karşılamak için, %4’ü ekonomik sebepler, %2’si iş yerine gidiş ve %4’ü diğer yanıtını vermiştir (Şekil 4).



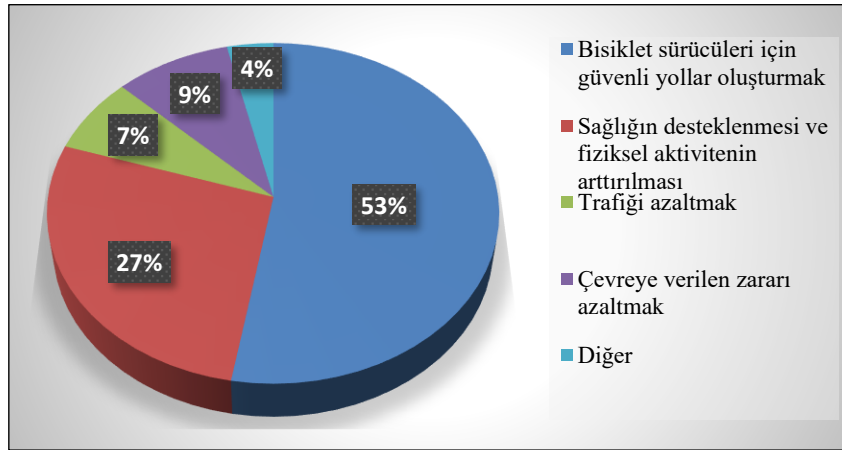
Şekil 4. Bisiklet kullanım amaçları

Kadın katılımcıların bisiklet kullanamama nedenlerine yönelik yöneltilen soruya; %7’si araç sürücülerinin trafik kurallarına uymamalarından, %8’i bisikletim olmadığından, %33’ü kent merkezinde bisiklet yollarının olmaması, %16’sı bisiklet kullanmayı bilmediğimden ve %36’sı toplumsal baskıdan dolayı cevabını vermiştir (Şekil 5).



Şekil 5. Bisiklet kullanmayı tercih etmeme nedenleri

Bisiklet yolunun önemi sizce nedir sorusuna; %53 bisiklet sürücüleri için güvenli yollar oluşturmak, %27'si sağlığın desteklenmesi ve fiziksel aktivitenin artırılması, %7'si trafiği azaltmak, %9'u çevreye verilen zararı azaltmak ve %4'ü diğer yanıtlarını vermiştir (Şekil 6).



Şekil 6. Kullanıcılar açısından bisiklet yolunun önemi

4. SONUÇ

Çalışma Siirt kent merkezinde kadın ve erkek bireyler arasındaki bisiklet kullanımındaki eşitsizlikten yola çıkmıştır. Kadın bireylerin bulunduğu coğrafya içinde sosyal hayatta yer edinmesi için bisikleti araç olarak düşünmüş, kadınların bisiklet kullanımına karşı tutumlarına odaklanmıştır. Bu noktada çalışma kapsamında kadınların bisiklet kullanmama nedenleri araştırılmış hangi fiziksel şartlar altında bisiklet kullanımını tercih ederler, teşvik edici koşullar nelerdir gibi soruların cevapları kadın katılımcılara uygulanan anket ile araştırılmıştır. Elde edilen anket sonuçlarına göre; kadın bireylerin %87'si düzenli bisiklet kullanmadığını belirtmiştir. Kullananların %56'sı bisiklet yolu olarak ayrılmış yerlerde (sakin yerler), %20'si trafiğin az olduğu yerlerde kullanmaktadırlar. Bisiklet kullanım amacı olarak; kadınların %34'ü bisikleti gezi amaçlı, %17'si ise günlük ihtiyaçlarını sağlamak için kullandıklarını belirtmişlerdir. Bisiklet kullanmayı neden tercih etmediklerini öğrenmek amaçlı yöneltilen

soruya ise katılımcıların %33'ü kent merkezinde bisiklet yolu olmadığını, %36'sı toplumsal baskıdan kaynaklı bisiklet kullanmayı tercih etmediklerini belirtmişlerdir.

Siirt kent merkezi iklimsel ve topografik özellikleri açısından bisiklet kullanımı için uygun doğal koşullara sahip olmasına rağmen, kentte bisiklet kullanımı neredeyse hiç bulunmamaktadır. Anket sonuçlarından da görüldüğü gibi şehir merkezinde güvenli sürüş için bisiklet yolu olmaması bisiklet kullanımını da olumsuz olarak etkilemektedir. Özellikle kadın bireyler güvensiz koşullarda bisiklet kullanmak istememektedir. Siirt kent merkezinde ulaşım, motorlu taşıt trafiği odağında planlanmış, kent merkezi ulaşım ağları bu moda bağlı oluşturulmuştur. Diğer ulaşım modları üzerine bir planlama oluşturulmamıştır. Bisiklet kullanmak isteyen bireyler taşıt yolunu kullanmak zorundadır.

Siirt şehir merkezinde bisikletin ulaşım aracı olarak düşünülebilmesi için öncelikle mevcut ulaşım altyapısı içerisinde bisiklet sisteminin de düşünülerek ulaşım ağının planlanması gerekmektedir. Bisiklet kullanımının öğrenciler, yaşlılar, otomobil sahipleri özellikle çalışmanın ana amacını oluşturan kadınlar gibi toplumun tüm kesimleri arasında yaygınlaştırılması için çalışmalar yapılmalıdır. Bisiklet sadece ulaşım aracı değil toplumun kaynaşması için özellikle kadınların sosyal hayat içerisinde var olabilmesi içinde bir araçtır. Bisiklet yeni insanlarla tanışma, bağımsızlık, başarı, fiziksel zindelik, rahatlama vb. birçok deneyime katkı sağlamaktadır. Bu noktada kadınlar özelinde bisiklet kullanımının özendirilmesi ve kullanımının artırılması için gerekli bilgilendirmeler ve teşvik çalışmalarına ağırlık verilmesi önemli bir husustur.

KAYNAKLAR

- Aldred, R., Elliott, B., Woodcock, J., & Goodman, A. (2017). Cycling provision separated from motor traffic: a systematic review exploring whether stated preferences vary by gender and age. *Transport reviews*, 37(1), 29-55.
- Anonim, 2023. <http://www.siirt.gov.tr/ilcelerimiz>, Erişim Tarihi: 28.10.2023
- Bell, A. C., Garrard, J., & Swinburn, B. A. (2006). Active transport to work in Australia: is it all downhill from here?. *Asia Pacific Journal of Public Health*, 18(1), 62-68.
- Garrard, J. (2003). Healthy revolutions: promoting cycling among women. *Health promotion journal of Australia*, 14(3), 213-215.
- Garrard, J., Handy, S., & Dill, J. (2012). Women and cycling. *City cycling*, 2012, 211-234.
- Goldsmith, S. A. (1992). *National Bicycling and Walking Study. Case Study No. 1: Reasons why bicycling and walking are and are not being used more extensively as travel modes* (No. FHWA-PD-92-041).
- Götschi, T., Garrard, J., & Giles-Corti, B. (2016). Cycling as a part of daily life: a review of health perspectives. *Transport Reviews*, 36(1), 45-71.

Heinen, E., & Buehler, R. (2019). Bicycle parking: a systematic review of scientific literature on parking behaviour, parking preferences, and their influence on cycling and travel behaviour. *Transport reviews*, 39(5), 630-656.

Heinen, E., Van Wee, B., & Maat, K. (2010). Commuting by bicycle: an overview of the literature. *Transport reviews*, 30(1), 59-96.

Krizek, K. J., Johnson, P. J., & Tilahun, N. (2005). Gender differences in bicycling behavior and facility preferences. *Research on Women's Issues in Transportation*, 2, 31-40.

Merom, D., Bauman, A., Vita, P., & Close, G. (2003). An environmental intervention to promote walking and cycling—the impact of a newly constructed Rail Trail in Western Sydney. *Preventive medicine*, 36(2), 235-242.

Öztürk, S., & Gunduz, E. (2020). Sürdürülebilir ulaşımında bisiklet kullanımını engelleyen sebepler: Manisa örneği. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 8(3), 2164-2182.

Pucher, J., & Buehler, R. (2017). Cycling towards a more sustainable transport future. *Transport reviews*, 37(6), 689-694.

Ravensbergen, L., Buliung, R., & Laliberté, N. (2019). Toward feminist geographies of cycling. *Geography compass*, 13(7), e12461.

Shaw, C., Russell, M., Keall, M., MacBride-Stewart, S., Wild, K., Reeves, D., ... & Woodward, A. (2020). Beyond the bicycle: Seeing the context of the gender gap in cycling. *Journal of Transport & Health*, 18, 100871.

TUIK, 2022. <https://nip.tuik.gov.tr/>

THE ETHICAL IMPLICATIONS OF RAPID ADVANCEMENTS IN ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Dr. Sedat Golgiyaz,

Bingol University, 0000-0003-0305-9713

Abstract:

This article offers a concise and comprehensive overview of the ethical implications arising from the rapid progress of artificial intelligence (AI) in the last years. As AI technology advances, it brings about significant opportunities as well as profound ethical concerns. The article examines key areas where ethical considerations come into play, such as using Large Language Models (LLMs) for taking exams, the intersection of facial recognition and privacy, the ethical dimensions of autonomous vehicles and their moral decision-making capabilities, the issue of bias and fairness in AI algorithms, and the ethical considerations surrounding the use of AI in healthcare, particularly pertaining to privacy and informed consent. By addressing these ethical challenges, stakeholders can work towards the responsible and transparent development of AI that aligns with societal values, all while harnessing its potential benefits to the fullest extent.

Keywords: Artificial Intelligence (AI), Ethical implications, Rapid advancements, AI algorithms

1. Introduction

Although there are different definitions for the concept of artificial intelligence (AI), we can say that it is the simulation of human intelligence processes by machines, especially computer systems. Ethics is a set of moral principles that help us distinguish between right and wrong. AI ethics is a set of guidelines that advise on the design, development, consequences, and decision-making of artificial intelligence [1]. In this essay, the recent developments in AI and ethics will be evaluated in detail.

The conversations regarding AI ethics are not novel. They have been occurring for several years, such as the OECD's Recommendation of the Council on AI (2019), the EU High-Level Expert Group on AI (HLEG)'s Ethics Guidelines for Trustworthy AI (2019), and US Senators Wants ChatGPT Level AI to Require a Government Licences (2023). Fig. 1 gives some notable publications and discussions on AI ethics in the past years.

In the past two years, the field of AI has witnessed remarkable advancements, revolutionizing various sectors and bringing forth tremendous possibilities. However, along with the rapid progress comes the need to address the ethical implications that arise. AI ethics, as seen in Fig. 2, has been discussed with an increasing trend by researchers and academics in the last 6 years (till 27/10/2023) [2]. It can be predicted that this increase will continue in 2023. By addressing these ethical challenges, stakeholders can work towards the responsible and transparent development of AI that aligns with societal values, all while harnessing its potential

benefits to the fullest extent. This article aims to centralize and summarize key advancements in AI while shedding light on the ethical considerations surrounding these developments.



Fig. 1. Some notable publications and discussions on AI ethics in the past years

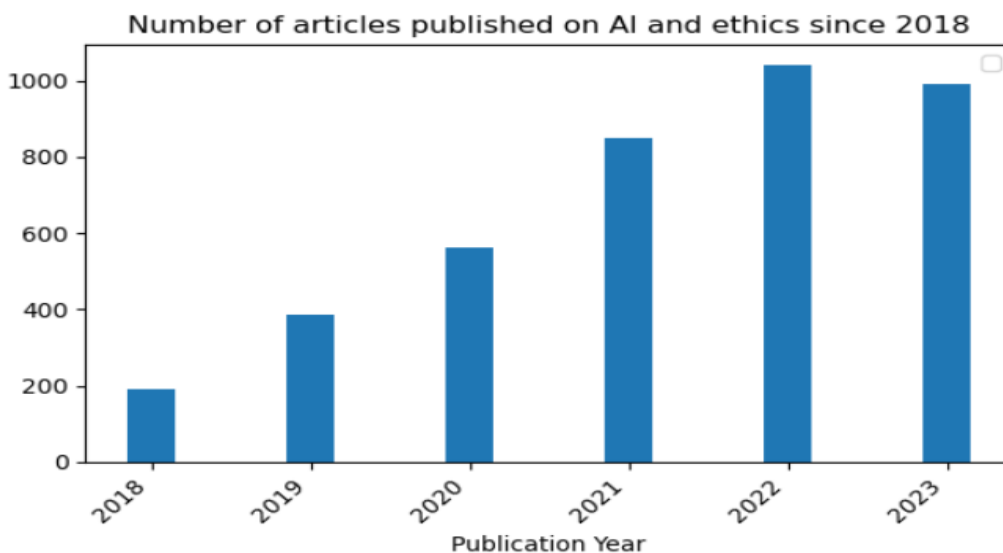


Fig. 2. Number of articles published on AI and ethics since 2018 [2]

2. Ethics of AI

AI ethics is heavily debated in the academic and IT sectors [3]–[5]. It is possible to group the discussions in two groups. These are the discussions made as a result of the use of highly accurate AI technologies in AI-Generated Content (AIGC) and computer aided decision making

mechanisms. Different techniques or processing steps have been described for the systemic and perhaps principled treatment of AI ethics. As an example, Fig.3 shown how can humans implement ethical AI design. Adhering to moral principles when developing AI is essential to avoid the consequences of both personal conscience and legal obligations.

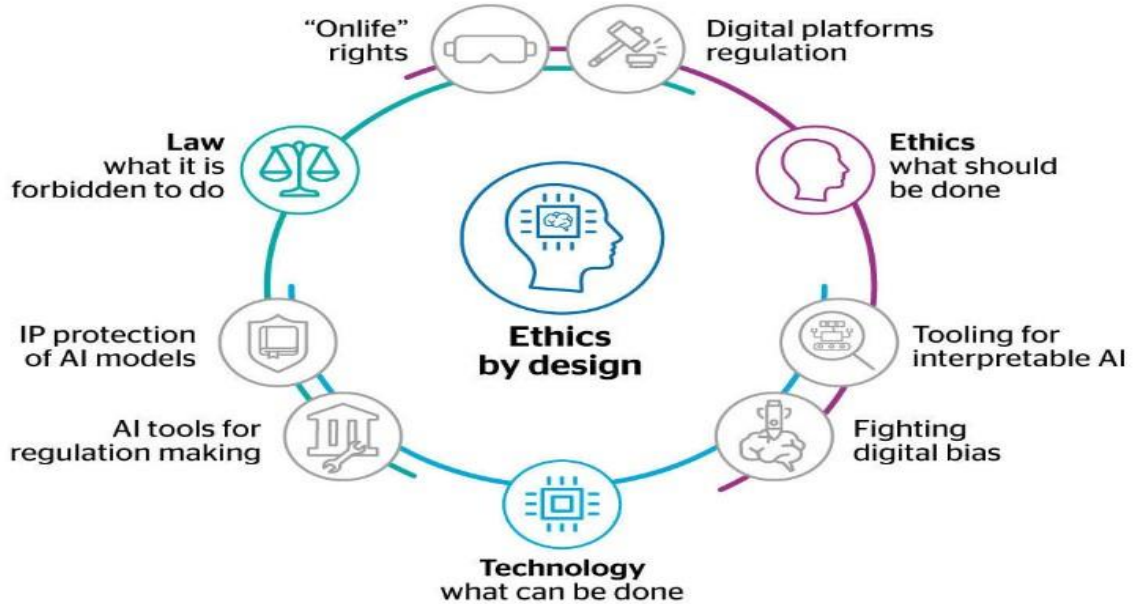


Fig. 3. Implement ethical AI design [6]

3. Ethical Discussions at AI-Generated Contents

AIGC is a way of creating content using AI and is considered a new type of content creation after Professional Generated Content (PGC) and User Generated Content (UGC). Fig. 4 shown popular and featured latest AIGC technologies. In fact, many competing companies produce similar technologies and work to offer a better user experience. Therefore, it can be said that different products of different companies will enter this list in the future. This has caused some widespread controversy with the rapid development of the latest technologies. These discussions will be briefly evaluated under the main headings.

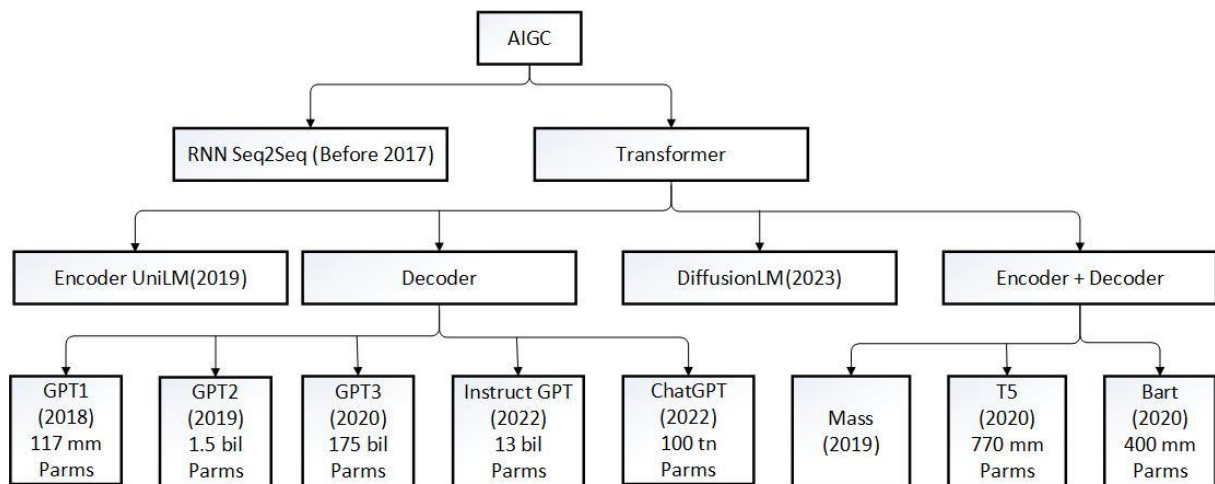


Fig. 4. Popular and featured latest AIGC technologies

3.1. Deepfakes

One notable advancement is the emergence of deepfakes, which involve the creation of AI-generated realistic media, such as manipulated videos or images. Deepfakes started out with the Video Rewrite application, created in 1997 by using Christoph Bregler, Michele Covell, and Malcolm Slaney [7]. Today's Deepfakes is based on Ian Goodfellow's invention of Generative Adversarial Networks (GAN) in 2014 [8]. The increase in the success and widespread use of this technology is one of the main reasons why the discussions about these technologies continue [9]. While deepfakes offer creative possibilities, they raise ethical concerns related to misinformation, identity theft, and privacy infringement [10]. Striking a balance between artistic expression and protecting individuals from potential harm becomes crucial.

3.2. Facial Recognition and Surveillance

The proliferation of facial recognition technology has raised concerns about privacy, surveillance, and potential misuse. The ability to identify individuals in real-time poses risks to personal freedoms and civil liberties [11], [12]. Stricter regulations are needed to ensure responsible deployment, transparency, and consent when it comes to facial recognition systems.

3.3. Natural Language Processing

Advancements in Natural Language Processing (NLP) have led to the widespread use of chatbots and voice assistants. While these technologies offer convenience and accessibility, concerns about data privacy, consent, and the potential for biased or manipulative responses have surfaced [13]. Safeguarding user privacy and ensuring transparent algorithms should be prioritized to maintain trust and fairness.

On the other hand, the high performance and product diversity in Large Language Models (LLMs) have caused some of the work done by people to be done with LLMs language models. The loss of people's jobs has led to ethical debates [14], [15].

3.4. The possibility of AI Being Misused

With LLMs-based applications without coding knowledge, people can generate code for different needs in most programming languages with almost error-free input in their natural language. This possess the potential for malicious exploitation, including activities like cyberattacks and dissemination of misinformation [16]. The necessity for increased regulation and vigilant supervision in the development and utilization of these technologies presents challenges in effectively preventing their misuse.

3.5.Using LLMs for Writing Papers, Make Homework, and Taking Exams

Various forms of content can be generated utilizing LLMs, ranging from children's stories to specialized scientific articles. However, these applications have sparked discussions concerning copyright, ethics, and plagiarism [5], [17]. In a recent study, it was revealed that only 63% of the content generated by LLMs was identified as machine-produced by the referees [17]. According to a report by OpenAI, GPT-4 outperformed humans in many tests [18]. Fig. 5. shown performance of GPT3.5 and GPT-4 in different exams. These successful results; The use of LLMs in education has led to extensive debate as to whether AI can handle tasks that require expert knowledge. As a survey launched by scientists at Stanford, AI detection tools are creating

imprecise results, in particular for authors who do not converse english language as their 1st language, and they definitely have to be enhanced [19]. Fig. 6. shown different AI detection platforms and their success rates.

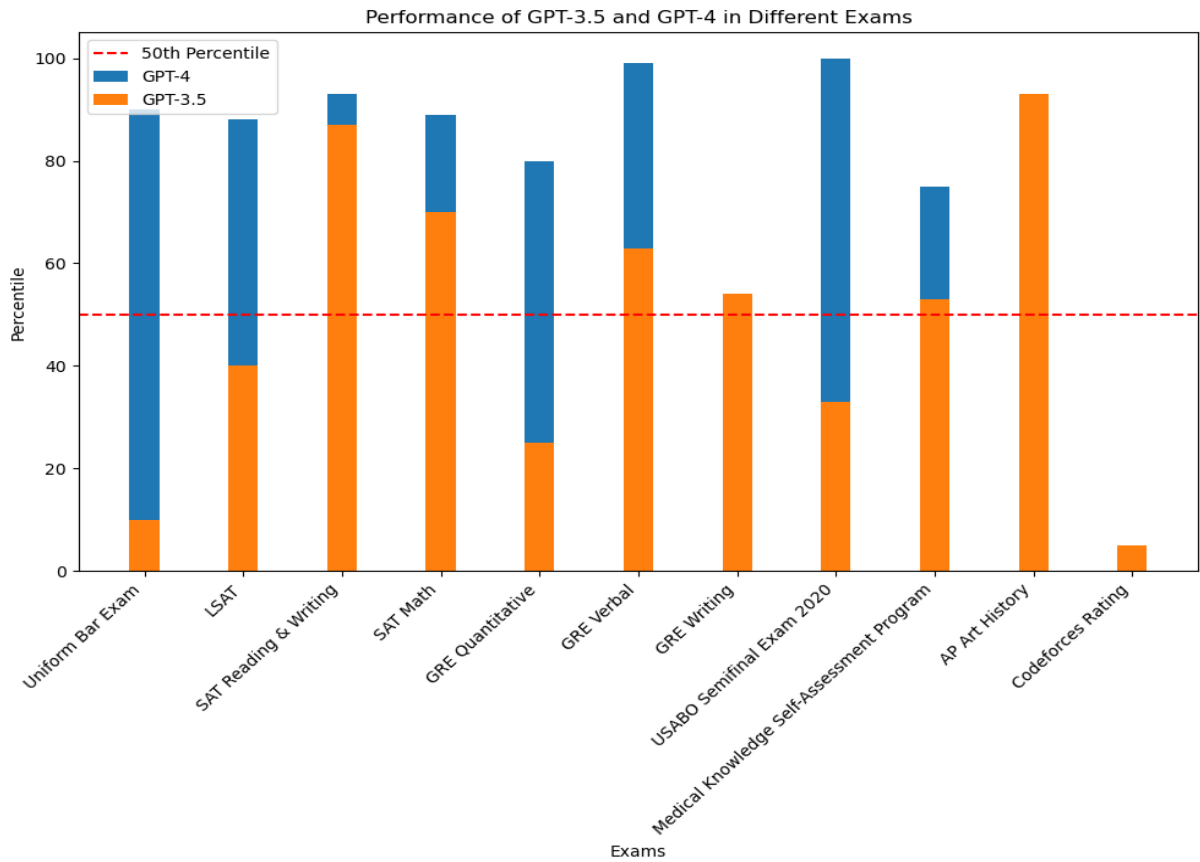


Fig. 5. Performance of GPT3.5 and GPT-4 in Different Exams [18]

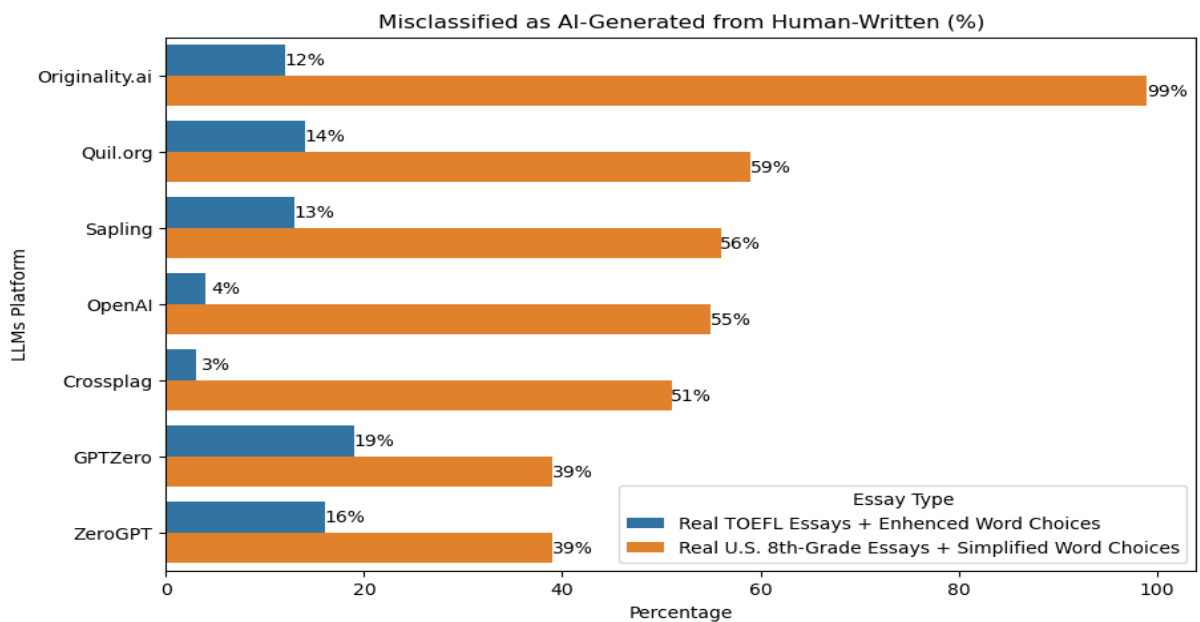


Fig. 6. Different AI Detection Platforms and Their Success Rates [19]

4. Responsibility for AI-Generated Decisions

We can say that the responsibility for the decisions produced by AI includes the joint effort of various stakeholders, including developers, policy makers, researchers and society. By addressing these ethical issues, artificial intelligence systems that are fair, accountable and compatible with social values can be created. Ethical discussions in this direction will be given under the main headings.

4.1. Autonomous Vehicles

The development of autonomous vehicles promises enhanced safety and efficiency on our roads. However, ethical dilemmas emerge, such as deciding how AI should make split-second decisions in life-threatening situations. The programming of ethical frameworks becomes vital to ensure the safety of passengers, pedestrians, and overall public welfare [20]. It can be said that ethical discussions in this direction will continue until the social perspective, legal regulations and technological development reach a certain maturity [21].

4.2. AI in Healthcare

The health sector has an important position in every culture and country. Therefore, the use of AI in this field will be discussed in detail worldwide [22]. AI's integration into healthcare has facilitated breakthroughs in diagnosis, treatment, and medical research. However, ethical considerations around data security, consent, and algorithmic bias must be addressed. Ensuring robust cybersecurity measures, patient autonomy, and equitable access to AI-driven healthcare solutions are imperative to maintain public trust and avoid exacerbating existing healthcare disparities [23].

4.3. Algorithmic Bias and Fairness

The issue of algorithmic bias continues to be a significant concern. Biased training data and unintentional discrimination can lead to unfair outcomes in areas like hiring, lending, and criminal justice. Striving for diverse and representative datasets, as well as implementing rigorous testing and auditing processes, can help mitigate bias and promote fairness [24].

4.4. AI in Law Enforcement and Criminal Justice

AI systems can be deployed in criminal courts to replace old bail and punishment practices, reduce the risk of recidivism, and modernize judicial practices [25]. The use of AI in law enforcement has introduced debates surrounding surveillance, racial profiling, and infringement of civil rights. Striking a balance between public safety and protecting individual freedoms is paramount. Establishing clear guidelines, ensuring accountability, and regular independent audits can help mitigate the potential misuse of AI technologies in these domains [26].

5. Conclusion

The rapid advancements in AI over the past two years have brought numerous benefits and opportunities across various sectors. However, the ethical considerations surrounding these advancements cannot be ignored. Deepfakes, facial recognition, autonomous vehicles, LLMs, AI in healthcare, algorithmic bias, and AI in law enforcement are just a few examples that demand our attention. As we continue to centralize and summarize these developments, it is crucial to foster responsible AI development, prioritize ethical principles, and engage in

collaborative efforts involving policymakers, industry leaders, researchers, and the public. By doing so, we can ensure that AI technologies align with our shared values, respect human rights, and contribute positively to society as a whole.

References

- [1] “AI Ethics | IBM.” <https://www.ibm.com/topics/ai-ethics> (accessed Jul. 17, 2023).
- [2] “Advanced Search - Web of Science Core Collection.” <https://www.webofscience.com/wos/woscc/advanced-search> (accessed Jul. 17, 2023).
- [3] B. C. Stahl, “From computer ethics and the ethics of AI towards an ethics of digital ecosystems,” *AI Ethics*, vol. 2, pp. 65–77, 2022, doi: 10.1007/s43681-021-00080-1.
- [4] M. Coeckelbergh, “AI ethics,” p. 229, Accessed: Jul. 06, 2023. [Online]. Available: https://books.google.com/books/about/AI_Ethics.html?hl=tr&id=DM_XDwAAQBAJ.
- [5] S. Golgiyaz, “ChatGPT in Computer Software Education,” in *ICHEAS, 4th International Conference On Health, Engineering And Applied Sciences*, 2023, pp. 114–125.
- [6] Atos, “Human-centric AI Atos. Journey 2022: Future Vision, Atos,” 2019. .
- [7] “A Quick History of Deepfakes: How It All Began -.” <https://q5id.com/blog/a-quick-history-of-deepfakes-how-it-all-began> (accessed Jul. 17, 2023).
- [8] I. Goodfellow *et al.*, “Generative Adversarial Networks,” *Commun. ACM*, vol. 63, no. 11, pp. 139–144, Jun. 2014, doi: 10.1145/3422622.
- [9] B. Uddin Mahmud and A. Sharmin, “Deep Insights of Deepfake Technology : A Review.”
- [10] B. Khoo, | Raphaël, C.-W. Phan, | Chern, H. Lim, and C. Raphaël, “Deepfake attribution: On the source identification of artificially generated images,” *Wiley Interdiscip. Rev. Data Min. Knowl. Discov.*, vol. 12, no. 3, p. e1438, May 2022, doi: 10.1002/WIDM.1438.
- [11] D. Almeida, K. Shmarko, and E. Lomas, “The ethics of facial recognition technologies, surveillance, and accountability in an age of artificial intelligence: a comparative analysis of US, EU, and UK regulatory frameworks,” *AI Ethics 2021 23*, vol. 2, no. 3, pp. 377–387, Jul. 2021, doi: 10.1007/S43681-021-00077-W.
- [12] E. Selinger and B. Leong, “The Ethics of Facial Recognition Technology,” *SSRN Electron. J.*, Jan. 2021, doi: 10.2139/SSRN.3762185.
- [13] P. Gloor, A. Fronzetti Colladon, and F. Grippa, “Measuring ethical behavior with AI and natural language processing to assess business success,” *Sci. Reports 2022 121*, vol. 12, no. 1, pp. 1–13, Jun. 2022, doi: 10.1038/s41598-022-14101-4.
- [14] H. O. Khogali and S. Mekid, “The blended future of automation and AI: Examining some long-term societal and ethical impact features,” *Technol. Soc.*, vol. 73, p. 102232, May 2023, doi: 10.1016/J.TECHSOC.2023.102232.
- [15] A. Zirar, S. I. Ali, and N. Islam, “Worker and workplace Artificial Intelligence (AI) coexistence: Emerging themes and research agenda,” *Technovation*, vol. 124, p. 102747, Jun. 2023, doi: 10.1016/J.TECHNOVATION.2023.102747.
- [16] S. F. Nasim, M. R. Ali, and U. Kulsoom, “Artificial Intelligence Incidents & Ethics A Narrative Review,” *Int. J. Technol. Innov. Manag.*, vol. 2, no. 2, pp. 52–64, Oct. 2022, doi: 10.54489/IJTIM.V2I2.80.
- [17] H. H. Thorp, “ChatGPT is fun, but not an author,” *Science (80-.)*, vol. 379, no. 6630, pp. 313–313, Jan. 2023, doi: 10.1126/science.adg7879.
- [18] “GPT-4.” <https://openai.com/research/gpt-4> (accessed Jul. 16, 2023).
- [19] W. Liang, M. Yuksekgonul, Y. Mao, E. Wu, and J. Zou, “GPT detectors are biased against non-native English writers,” Accessed: Jul. 16, 2023. [Online]. Available:

www.cell.com/patterns/fulltext/.

- [20] H. Etienne, “When AI Ethics Goes Astray: A Case Study of Autonomous Vehicles,” <https://doi.org/10.1177/0894439320906508>, vol. 40, no. 1, pp. 236–246, Feb. 2020, doi: 10.1177/0894439320906508.
- [21] B. Németh, “Coordinated Control Design for Ethical Maneuvering of Autonomous Vehicles,” *Energies* 2023, Vol. 16, Page 4254, vol. 16, no. 10, p. 4254, May 2023, doi: 10.3390/EN16104254.
- [22] A. S. Albahri *et al.*, “A systematic review of trustworthy and explainable artificial intelligence in healthcare: Assessment of quality, bias risk, and data fusion,” *Inf. Fusion*, vol. 96, pp. 156–191, Aug. 2023, doi: 10.1016/J.INFFUS.2023.03.008.
- [23] O. J. Bear Don’t Walk, H. R. Nieva, S. S. J. Lee, and N. Elhadad, “A scoping review of ethics considerations in clinical natural language processing,” *JAMIA Open*, vol. 5, no. 2, pp. 1–11, Apr. 2022, doi: 10.1093/JAMIAOPEN/OOAC039.
- [24] N. Kordzadeh and M. Ghasemaghæi, “Algorithmic bias: review, synthesis, and future research directions,” <https://doi.org/10.1080/0960085X.2021.1927212>, vol. 31, no. 3, pp. 388–409, 2021, doi: 10.1080/0960085X.2021.1927212.
- [25] M. A. Malek, “Criminal courts’ artificial intelligence: the way it reinforces bias and discrimination,” *AI Ethics* 2022 21, vol. 2, no. 1, pp. 233–245, Mar. 2022, doi: 10.1007/S43681-022-00137-9.
- [26] M. Zilka, H. Sargeant, and A. Weller, “Transparency, Governance and Regulation of Algorithmic Tools Deployed in the Criminal Justice System: A UK Case Study,” *AIES 2022 - Proc. 2022 AAAI/ACM Conf. AI, Ethics, Soc.*, pp. 880–889, Jul. 2022, doi: 10.1145/3514094.3534200.

CREATING IMAGE CAPTIONING WITH A DEEP LEARNING APPROACH

Prof.Dr., Hasan Erdinç KOÇER

Selcuk University, ekocer@selcuk.edu.tr- ORCID: 0000-0002-0799-2140

Abdulrahman Mohamed ALI

Selçuk University, abedrahman400@gmail.com - ORCID: 0009-0008-9678-5717

ÖZET

This research explores the integration of advanced natural language processing models (MBART and T5) with leading feature extractors (ResNet and Inception) for enhancing image captioning in Turkish. Addressing the complexities of Turkish syntax and morphology, the study evaluates the performance of different model-feature extractor combinations through rigorous experiments. Key findings highlight the superior performance of certain combinations in generating accurate and contextually relevant captions. This study not only advances the field of image captioning in linguistically diverse contexts but also demonstrates the potential of neural networks in linguistic adaptability, offering insights for future AI applications in multilingual settings.

Anahtar Kelimeler: En Az 3 Anahtar Kelime yazılması gerekmektedir.

1. INTRODUCTION

The intersection of artificial intelligence with language processing has ushered in a new era of possibilities in image captioning. However, the intricacies of languages with complex structures, like Turkish, pose unique challenges in this domain. Our study addresses this gap by integrating two advanced natural language processing models, MBART and T5, with renowned feature extractors, ResNet and Inception, to enhance image captioning in Turkish.

Turkish, with its agglutinative structure and rich morphological features, provides an interesting challenge for automated image captioning systems. Traditional models often fall short in capturing the linguistic nuances of such languages. This research aims to explore how the fusion of state-of-the-art AI models can better interpret and describe images in the context of Turkish language nuances.

In this paper, we present a detailed analysis of our experimental approach, assessing various combinations of language models and feature extractors. We rigorously evaluate their performance,

focusing on the generation of coherent and contextually relevant captions. Our methodology involves a comparative analysis, where we not only quantify the performance of each combination but also delve into qualitative aspects of their captioning capabilities.

The insights gained from this study contribute significantly to the field of image captioning, particularly in addressing the challenges associated with less-represented languages in AI. Furthermore, our findings offer valuable perspectives on the adaptability of neural network models to diverse linguistic scenarios, underlining the potential of AI in bridging language barriers in visual data interpretation. This research not only enhances our understanding of AI-driven image captioning but also lays the groundwork for future explorations into multilingual and culturally diverse AI applications.

2. MATERIAL AND METHODS

2.1. Dataset Information and Handicaps

The Turkish language, characterized by its unique linguistic structure, poses several challenges for natural language processing (NLP), particularly in the realm of image captioning. As an agglutinative language, Turkish extensively utilizes suffixes, creating a vast array of word forms and variations. This morphological richness significantly complicates NLP tasks, a challenge that has been extensively discussed in the literature [1].

Additionally, Turkish employs vowel harmony, a phonological process adjusting the vowels in suffixes to harmonize with the vowels in the root word, adding another layer of complexity for language processing systems [2].

Despite its morphological complexities, recent advancements in NLP have shown promising results in handling Turkish's unique characteristics, as demonstrated by studies exploring the use of advanced models like BERT for various NLP tasks in Turkish [3].

Addressing the limited availability of Turkish image datasets, our research employs a novel approach. We used the COCO dataset (train2017), translating its English captions into Turkish using the Helsinki-NLP/opus-mt-tc-big-en-tr model. This dataset, comprising 22,600 images (17,600 for training, 4,400 for validation), focuses on sports activities, selected for their inherent complexity and variety, offering an ideal training bed for assessing the models' capabilities in generating image captions in Turkish.

2.2. Feature Extractors and Encoders: ResNet-50 and Inception V3

In this section, we delve into the intricacies of two pivotal models in image recognition and feature extraction: ResNet-50 and Inception V3. These models are integral to our study as they serve as the backbone for extracting intricate features from images, which are later used for various natural language processing tasks.

The ResNet50 model, a variant of the Residual Network (ResNet) family, is an advanced deep learning architecture renowned for its efficiency and performance in various image processing tasks. The use of `models.resnet50 (pretrained=True)` in Python indicates the implementation of a pre-trained ResNet50 model, which brings several advantages in terms of learned features and reduced training time. Understanding the architectural intricacies of ResNet50 is crucial to appreciate its capabilities, especially in tasks like image feature extraction for captioning [5].

The foundational concept behind ResNet, including ResNet50, is the introduction of residual learning. Traditional deep neural networks suffer from the problem of vanishing gradients, where the gradient becomes too small for effective learning as it propagates back through the layers. This issue becomes more pronounced as the network depth increases. ResNet addresses this by introducing shortcut connections (also known as skip connections) that bypass one or more layers [5].

ResNet50 specifically is composed of 50 layers, including convolutional layers, pooling layers, and fully connected layers. The number '50' in its name denotes the total count of layers that have learnable weights. The architecture of ResNet50 is designed to be deeper than many of its predecessors while being computationally efficient [6].

Convolutional Layers: These layers form the core of the network, where feature extraction occurs. Each convolutional layer applies a set of filters to the input, capturing various features at different levels of abstraction.

Residual Blocks: ResNet50 is characterized by its use of residual blocks. Each block consists of several convolutional layers followed by a shortcut connection that adds the input of the block to its output. This design enables the training of deeper networks by allowing gradients to flow directly through these shortcuts, mitigating the vanishing gradient problem [5].

Bottleneck Design: In ResNet50, most residual blocks use a bottleneck design to reduce computational complexity. This design involves a sequence of three layers: a 1x1 convolutional layer (reducing dimensions), a 3x3 convolutional layer (the main processing unit), and another 1x1 convolutional layer (restoring dimensions) [7].

Global Average Pooling: Towards the end of the network, ResNet50 employs global average pooling, which significantly reduces the total number of parameters compared to networks using fully connected layers at this stage. This reduction in parameters helps in controlling overfitting [8].

Pre-trained Weights: Using `pretrained=True` loads the model with weights pre-trained on a large dataset, typically ImageNet. This pre-training provides a robust starting point for feature extraction, as the model has already learned a wide array of features from a diverse dataset [5].

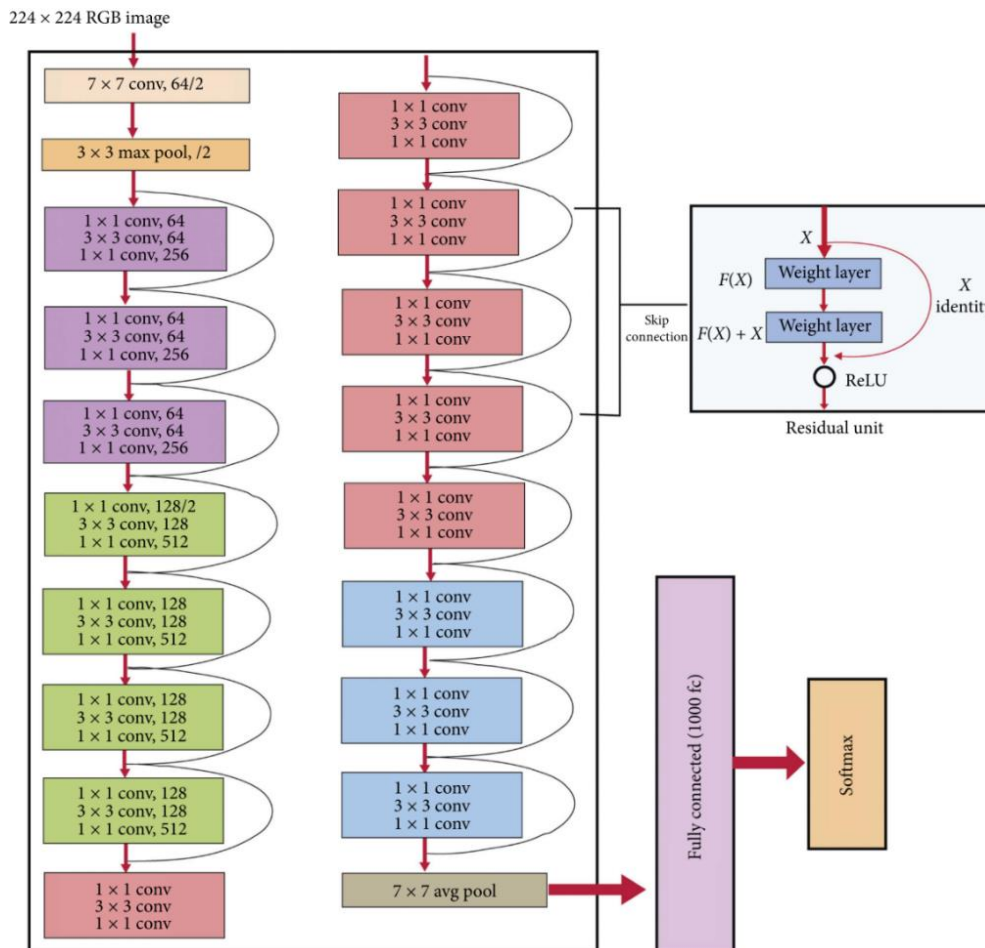


Figure 1. Architectures of the ResNet50

Originally developed by Google, the Inception model, particularly Inception V3, is known for its 'network within a network' architecture. It introduced the novel idea of Inception modules, where

convolutions of different sizes are applied simultaneously to the input, allowing the model to capture features at various scales [9]. Convolutional Layers (Conv2d): The initial layers in your encoder are standard convolutional layers (Conv2d_1a_3x3, Conv2d_2a_3x3, etc.). These layers apply convolutional filters to the input image, extracting low-level features like edges, textures, and colors [10]. Inception Modules (Mixed): Following the initial convolutional layers, the architecture employs several Inception modules (Mixed_5b, Mixed_5c, etc.). Each Inception module consists of parallel convolutional paths with filters of varying sizes (1x1, 3x3, 5x5) and a pooling path. This design allows the network to capture information at different scales and complexities, making it adept at handling diverse visual patterns in the input image [11].

Adaptive Average Pooling: This layer (AdaptiveAvgPool2d) adjusts the output of the previous layers to a fixed size (1x1 in this case), regardless of the input size. This step is crucial for stabilizing the input size for the fully connected layer that follows, ensuring consistent feature representation across different input dimensions [12]. Flattening: The Flatten layer converts the multidimensional output of the pooling layer into a one-dimensional array. This step is necessary to transition from convolutional layers to fully connected layers [13].

Fully Connected Layer (fc): The final layer in the architecture, the fully connected layer, integrates the learned features from previous layers to form higher-level representations. This layer is crucial for tasks like classification, where these representations are mapped to specific classes or categories [14].

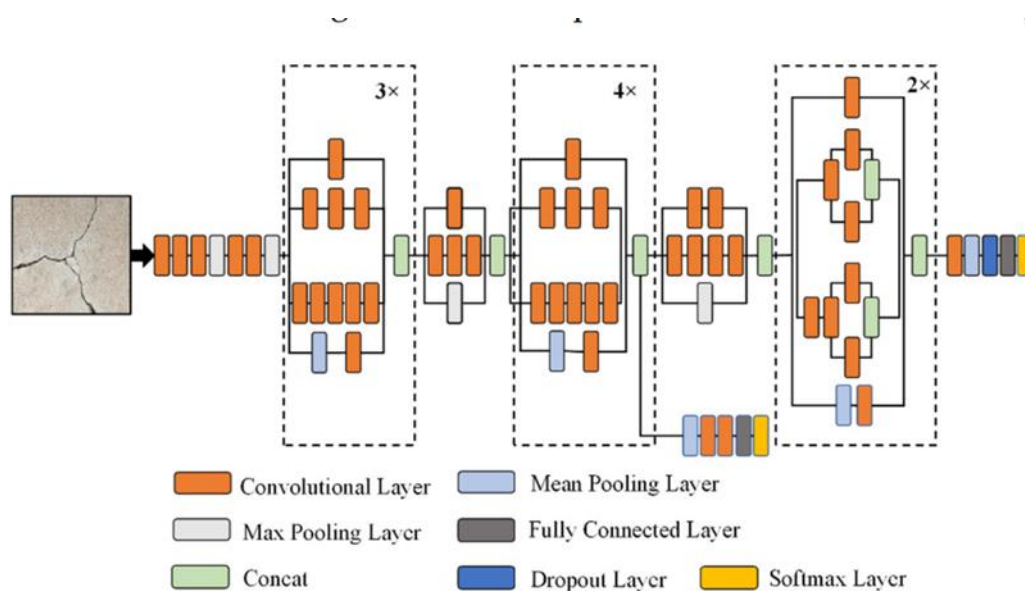


Figure 2. Architectures of the InceptionV3 mode

2.3. Natural Language Processing Models: MBART and T5

This section explores the implementation and significance of two advanced NLP models: MBART and T5 (Text-to-Text Transfer Transformer). These models are integral to our study for processing and generating textual data, and they play a crucial role in tasks such as translation, summarization, and image captioning.

MBART is a sequence-to-sequence model inspired by the BART (Bidirectional and Auto-Regressive Transformers) architecture. It is uniquely designed for multilingual text generation tasks, including but not limited to translation, summarization, and question-answering. The model is pre-trained on a large corpus of text in multiple languages, allowing it to understand and generate text in various languages [15].

- Encoder-Decoder Framework: MBART follows the classic Transformer architecture with an encoder and a decoder. The encoder processes the input text, and the decoder generates the output text. Both the encoder and decoder are composed of several layers of Transformer blocks [16].

- Transformer Blocks: Each Transformer block in both the encoder and decoder contains multi-head self-attention mechanisms and fully connected feed-forward networks. The self-attention mechanism allows the model to weigh the importance of different words in the input text, enabling it to capture the context effectively [16].

- Pre-Training and Fine-Tuning: The model is pre-trained on a large corpus of text covering multiple languages. This pre-training involves denoising autoencoding, where the model learns to reconstruct text from noisy inputs. This process equips the model with a deep understanding of language syntax and semantics. Fine-tuning is then performed for specific tasks, tailoring the model's capabilities to particular applications [4].

- Large-Scale Multilingual Understanding: The 'large-50' in the pre-trained model's name denotes its extensive training on 50 different languages, making it highly versatile in multilingual contexts. This training allows the model to understand the nuances and intricacies of a wide range of languages [16].

- Auto-Regressive Generation: The decoder operates in an auto-regressive manner, generating one word at a time. At each step, it considers the previously generated words to produce the next word, ensuring coherent and contextually relevant text generation [2].

T5, or Text-to-Text Transfer Transformer, stands out in the landscape of NLP models due to its unique approach: treating every NLP task as a text-to-text problem. Whether it's translation, summarization, question-answering, or even classification, T5 processes the input as text and generates the output as

text. This universal framework simplifies the process of applying the model to a wide range of tasks, making it exceptionally versatile and efficient in handling diverse linguistic challenges [16].

- Unified Text-to-Text Framework: T5's architecture is based on the original Transformer model, which includes an encoder and a decoder. Both parts consist of multiple layers of Transformer blocks. The encoder processes the input text, converting it into a series of representations, while the decoder generates the output text from these representations. This structure allows T5 to handle a wide array of text-based tasks effectively [17].

- Transformer Blocks: Each block in the encoder and decoder consists of a self-attention mechanism and a feed-forward neural network. The self-attention mechanism allows the model to weigh the importance of different parts of the input text, enabling it to capture context effectively and produce more accurate and relevant outputs [18].

- Pre-Training on C4 Dataset: T5 is pre-trained on the "Colossal Clean Crawled Corpus" (C4), a large and diverse text dataset. This pre-training phase involves learning to predict masked words in the text, helping the model to develop a deep understanding of language structure and context. The C4 dataset's comprehensiveness ensures that T5 has a broad knowledge base to draw from, enhancing its performance across various NLP tasks [19].

- Auto-Regressive Decoding: The decoder operates in an auto-regressive manner, where each word is predicted based on the previous words. This method ensures that the generated text is coherent and contextually appropriate. The auto-regressive nature of the decoding process allows for the generation of fluid and natural-sounding text, crucial for tasks such as translation and summarization [20].

- Adaptability and Scalability: T5 is designed to be adaptable and scalable. It comes in various sizes (small, base, large, etc.), allowing for flexibility in computational resource usage and application scope. This scalability makes T5 suitable for both large-scale industrial applications and more constrained research settings [21].

3. EXPERIMENTAL ANALYSIS AND INTERPRETATIONS

3.1. Model-Feature Extractor Combinations

In our comprehensive analysis of neural network models for Turkish image captioning, we explored the synergy between two advanced natural language processing (NLP) models—MBART and T5—and two prominent feature extractors—ResNet and Inception. The focus was to understand how these

combinations influence the effectiveness of image captioning in Turkish, a language characterized by complex morphology and syntax.

MBART-ResNet and MBART-Inception

For MBART-ResNet, the resulting caption 'okyanusta sörf tahtasına binen küçük bir çocuk' demonstrated an impressive ability to recognize and articulate detailed elements of the image, such as the subject's age and the setting. This suggests that the robust feature extraction of ResNet, paired with MBART's linguistic capabilities, is particularly effective for generating precise and contextually rich captions.



Figure 3. MBART-ResNet and MBART-Inception

In contrast, the MBART-Inception pairing produced '*sörf tahtasında dalgaya binen bir adam*' which, while correctly identifying the activity, inaccurately referred to the child as an adult. This indicates that while Inception's architecture captures a wide array of visual information, the integration with MBART may require refinement to improve age and size recognition.

T5-ResNet and T5-Inception

Both T5 pairings with ResNet and Inception yielded the caption '*bir adam sörf tahtasında dalgaya biner*'. These results underline T5's proficiency in generating coherent language; however, they reflect a gap in recognizing more nuanced aspects of the subject. The similar outputs across feature extractors suggest that further optimization of T5's model parameters could enhance its interpretative performance.



Figure 5. T5-ResNet and T5-Inception

The MBART-ResNet combination emerged as the most contextually accurate, underlining the importance of model-feature extractor compatibility. The T5 model, while linguistically adept, revealed potential areas for improvement in visual interpretation. This comparative analysis emphasizes the critical role of tailored model-feature integrations in advancing image captioning for languages with intricate grammatical structures.

3.2. Evaluation Metric - Intuitive Semantic Analysis (ISA)

In our study on image captioning in Turkish, we employed the Intuitive Semantic Analysis (ISA) method as the primary evaluation metric to assess the performance of the MBART and T5 models. ISA represents a novel approach, developed by our team, to measure the semantic accuracy and contextual relevance of captions generated by natural language processing models. This heuristic method is particularly designed to transcend the constraints of traditional evaluation metrics, which often rely solely on lexical matching, and to provide a more comprehensive understanding of the quality and appropriateness of generated captions.

The ISA method is grounded in the recognition that a nuanced evaluation of caption quality cannot be achieved through simple word-to-word comparison. Instead, it focuses on evaluating the thematic consistency, contextual congruence, and overall semantic appropriateness of each generated caption. By shifting the emphasis from mere lexical accuracy to these broader semantic and contextual dimensions, ISA allows for a more holistic assessment of the captions.

To implement this method, we assembled a panel of evaluators who are fluent in Turkish. This panel was tasked with independently reviewing each caption generated by the MBART and T5 models. Their evaluation process involved a thorough analysis of each caption's semantic accuracy - how accurately it reflected the elements and activities depicted in the image; thematic consistency - whether the caption

maintained consistency with the overarching theme or context of the image; and contextual congruence - how well it aligned with the cultural and contextual nuances inherent to the Turkish language.

Each caption was scored on a scale, with higher scores indicating better alignment with these criteria. The scoring process was meticulously designed to ensure objectivity and reliability in the evaluation. By calculating an average score for each model-feature extractor combination, we were able to provide a detailed comparative analysis of their performance. This method proved instrumental in gaining deeper insights into the capabilities of the models in generating captions that are not only contextually rich but also semantically profound, a task of significant complexity given the intricate grammatical structure and idiomatic richness of the Turkish language.

3.3. Detailed Observation

In our exploration of neural network models for Turkish image captioning, the detailed observations from the comparative performance analysis offered profound insights. The focus of this segment was to dissect the nuances of each model-feature extractor combination's performance, providing a comprehensive understanding of their capabilities and limitations in generating Turkish captions for a diverse array of sports-themed images.

The following table presents the technical parameters and preliminary average similarity scores, which serve as an initial measure of caption accuracy for each model-feature extractor combination.

Table 1. Technical Parameters and Preliminary Performance Metrics

Model-Feature Extractor	Batch Size	Learning Rate	Optimizer	Average Similarity Score
MBART-Inception	16	2.50E-05	Adam	72.53%
MBART-ResNet	16	2.50E-05	Adam	89.17%
T5-Inception	1	1.00E-04	Adam	43.0%
T5-ResNet	1	1.00E-04	Adam	80.0%

The MBART-ResNet combination demonstrated an impressive average similarity score of 89.17%, indicating its high efficiency in caption generation. This success can be attributed to ResNet's powerful feature extraction capabilities, which complemented MBART's advanced language processing prowess. ResNet's deep residual learning framework allowed it to capture intricate visual details, which MBART effectively translated into contextually rich and linguistically coherent captions. The depth and clarity of ResNet's feature extraction proved particularly advantageous in handling complex sports scenes, where action is fast-paced and details are nuanced.

On the other hand, the MBART-Inception pairing, with a 72.53% average similarity score, displayed a moderately high level of efficiency. Inception's 'network within a network' architecture offered a unique approach to feature extraction, capturing multi-scale visual information. This provided MBART with a diverse set of visual cues, contributing to the generation of detailed captions. However, the slightly lower performance, compared to the MBART-ResNet pairing, suggested that Inception's intricate feature extraction, while comprehensive, might not have aligned as seamlessly with MBART's language generation framework for this specific task.

The T5-ResNet combination closely rivaled the performance of MBART-ResNet, with an 80.0% average similarity score. This highlighted the robustness of ResNet as a feature extractor across different NLP models. T5's text-to-text framework, combined with ResNet's deep learning capabilities, resulted in a powerful synergy for interpreting and describing complex sports imagery. The results reflected T5's adeptness at converting the rich visual information provided by ResNet into precise and contextually appropriate Turkish captions.

Conversely, the T5-Inception pairing, though scoring lower at 43%, still demonstrated a significant level of proficiency. This combination's performance underscored the challenges in harmonizing T5's versatile language processing with Inception's sophisticated, yet complex, feature extraction approach. The lower score suggested potential areas for optimization, possibly in the way Inception's multi-level feature representation is integrated with T5's text generation.

4. RESULTS AND DISCUSSION

The performance of each combination was quantified using the average similarity score, a metric derived from our Intuitive Semantic Analysis (ISA) methodology. This score reflected the degree to which the generated captions mirrored the semantic content and contextual relevance of the reference

captions. The higher the score, the more effective the combination was deemed in producing linguistically accurate and contextually rich captions in Turkish.

MBART-ResNet: A High Benchmark

The MBART-ResNet combination achieved an impressive average similarity score of 89.17%, setting a high benchmark in the study. This combination excelled presumably due to the synergistic interplay between MBART's robust language generation capabilities and ResNet's deep learning-based feature extraction prowess. ResNet's architectural design, which efficiently captures a wide range of visual information, provided MBART with rich and detailed inputs. This facilitated the generation of captions that were not only accurate in terms of content but also fluent and natural in Turkish language expression, capturing subtle nuances and complexities inherent in sports imagery.

MBART-Inception: Moderate Yet Effective

The MBART-Inception pairing scored a moderately high average similarity score of 72.53%. While slightly trailing behind the MBART-ResNet combination, this score was indicative of a robust performance. The Inception model, known for its 'network within a network' architecture, offers a nuanced approach to feature extraction. When paired with MBART, it provided a diverse array of visual cues. However, the slightly lower performance compared to MBART-ResNet suggested some challenges in the integration of Inception's complex feature extraction with MBART's language processing, particularly in the intricate context of Turkish sports captions.

T5-ResNet: Competitive and Consistent

The T5-ResNet combination showcased a competitive performance with an average similarity score of 80.0%. This result was particularly noteworthy, considering the distinct text-to-text framework of T5. The combination effectively utilized ResNet's feature extraction capabilities, translating the visual data into linguistically coherent and contextually appropriate captions. The close rivalry with the MBART-ResNet pairing underscored the potential of T5 when combined with a powerful feature extractor like ResNet, especially in handling the linguistic complexities of Turkish.

T5-Inception: Significant Understanding

Despite scoring lower at 43.0%, the T5-Inception combination still demonstrated a noteworthy level of performance. This score, while not on par with the other combinations, indicated a significant degree of contextual understanding and caption generation capability. The pairing highlighted the challenges

and potential areas for improvement in integrating T5's versatile language processing framework with Inception's intricate feature extraction mechanism.

Implications of Comparative Performance

The comparative performance analysis provided vital insights into the efficacy of different model-feature extractor combinations in the specific context of Turkish image captioning. It highlighted the importance of selecting the right pairing to achieve optimal performance. The variations in scores also suggested avenues for future research, including potential enhancements in model integration and hyperparameter tuning. Overall, the findings from this comparative analysis form a crucial foundation for advancing automated image captioning technologies, particularly in linguistically complex settings such as the Turkish language.

5. CONCLUSION

This study embarked on an exploratory journey to enhance the accuracy and contextual relevance of Turkish language image captioning using state-of-the-art neural network models. Through rigorous experimental analyses and interpretations, we investigated the synergies between two advanced natural language processing models, MBART and T5, and two prominent feature extractors, ResNet and Inception.

Our findings revealed that the MBART-ResNet combination excelled in generating contextually rich and linguistically coherent captions, backed by an impressive average similarity score. This success is attributed to ResNet's deep learning capabilities, which, when coupled with MBART's language processing prowess, yielded highly effective results. Conversely, the MBART-Inception pairing, though slightly less effective, still demonstrated considerable proficiency in handling the linguistic complexities of Turkish.

The T5-ResNet and T5-Inception pairings further enriched our understanding of the interplay between model architectures and feature extraction techniques. T5-ResNet closely rivaled MBART-ResNet in performance, highlighting the robustness of ResNet as a feature extractor. The T5-Inception pairing, while scoring lower, provided valuable insights into the optimization potential of combining sophisticated language models with advanced feature extractors.

In our detailed observations, we noted the nuances of each model-feature extractor combination's performance, offering comprehensive insights into their capabilities and limitations. This comparative

analysis not only underscored the strengths of each combination but also highlighted areas for future research and optimization.

Our discussion and results section delved deeper into the implications of these findings, presenting a thorough analysis of the performance metrics and their significance in the realm of automated image captioning in Turkish. The inclusion of technical details such as batch size, learning rate, and optimizers further contextualized our study, providing a blueprint for future endeavors in similar domains.

In conclusion, this study makes a significant contribution to the field of image captioning, particularly in the context of the Turkish language, a domain hitherto less explored. The interplay of sophisticated neural network models and feature extractors opens new avenues for research and development. It encourages the pursuit of more nuanced and linguistically tailored solutions in the world of artificial intelligence and machine learning, driving forward the capabilities of automated systems in understanding and interpreting human languages with greater accuracy and relevance.

REFERENCES

- [1] Tohma, K., & Kutlu, Y., *Challenges Encountered in Turkish Natural Language Processing Studies*. Natural and Engineering Sciences, 5(3), 204-211, 2020. <https://doi.org/10.28978/nesciences.833188>.
- [2] Oflazer, K., *Turkish and its challenges for language processing*. Lang Resources & Evaluation 48, 639–653, 2014. <https://doi.org/10.1007/s10579-014-9267-2>.
- [3] Özçift, A., Akarsu, K., Yumuk, F., & Söylemez, C., *Advancing natural language processing (NLP) applications of morphologically rich languages with bidirectional encoder representations from transformers (BERT): an empirical case study for Turkish*. Automatika: časopis za automatiku, mjerenje, elektroniku, računarstvo i komunikacije, 62(2), 226-238, 2021.
- [4] Barilaro, D., Barone, G., Crupi, V., Majolino D., *Characterization of Archeological Findings by FT-IR Spectroscopy*, Spectroscopy, April, 20(4), 2005.
- [5] He, K., Zhang, X., Ren, S., & Sun, J., *Deep residual learning for image recognition*. In Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition (pp. 770-778), 2016.
- [6] Amsa Shabbir, Nouman Ali, Jameel Ahmed, Bushra Zafar, Aqsa Rasheed, Muhammad Sajid, Afzal Ahmed, Saadat Hanif Dar, *Satellite and Scene Image Classification Based on Transfer Learning and Fine Tuning of ResNet50*, Mathematical Problems in

- Engineering, vol. 2021, Article ID 5843816, 18 pages, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/5843816>.
- [7] Ali, L.; Alnajjar, F.; Jassmi, H. A.; Goocho, M.; Khan, W.; Serhani, M. A., *Performance Evaluation of Deep CNN-Based Crack Detection and Localization Techniques for Concrete Structures*. Sensors, 21, 1688, (2021).
- [8] Madona B. Sahaai, G. R. Jothilakshmi, D. Ravikumar, Raghavendra Prasath, Saurav Singh; *ResNet-50 based deep neural network using transfer learning for brain tumor classification*. AIP Conf. Proc. 2 May 2022; 2463 (1): 020014. <https://doi.org/10.1063/5.0082328>.
- [9] Szegedy, C., Vanhoucke, V., Ioffe, S., Shlens, J., & Wojna, Z., *Rethinking the Inception Architecture for Computer Vision*. 2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2818-2826, 2015.
- [10] Gaurav Meena, Krishna Kumar Mohbey, Sunil Kumar, *Sentiment analysis on images using convolutional neural networks based Inception-V3 transfer learning approach*, International Journal of Information Management Data Insights, Volume 3, Issue 1, 2023, 100174, ISSN 2667-0968, <https://doi.org/10.1016/j.jjime.2023.100174>.
- [11] Tio, A. E., *Face shape classification using inception v3*. arXiv:1911.07916, 2019.
- [12] Cao, J., Yan, M., Jia, Y. et al. *Application of a modified Inception-v3 model in the dynasty-based classification of ancient murals*. EURASIP J. Adv. Signal Process, 49, 2021. <https://doi.org/10.1186/s13634-021-00740-8>.
- [13] Shubha Rao, A., & Mahantesh, K., *Image classification based on inception-v3 and a mixture of handcrafted features*. In *Distributed Computing and Optimization Techniques: Select Proceedings of ICDCOT 2021* (pp. 527-537). Singapore: Springer Nature Singapore, 2022.
- [14] https://www.cv-foundation.org/openaccess/content_cvpr_2016/html/Szegedy_Rethinking_the_Inception_CVPR_2016_paper.html. (Last Access Date: 15.12.2023)
- [15] Liu, Y., Gu, J., Goyal, N., Li, X., Edunov, S., Ghazvininejad, M., ... & Zettlemoyer, L., *Multilingual denoising pre-training for neural machine translation*. Transactions of the Association for Computational Linguistics, 8, 726-742, 2020.
- [16] Raffel, C., Shazeer, N., Roberts, A., Lee, K., Narang, S., Matena, M., ... & Liu, P. J., *Exploring the limits of transfer learning with a unified text-to-text transformer*. The Journal of Machine Learning Research, 21(1), 5485-5551, 2020.

- [17] Vaswani, A., Shazeer, N., Parmar, N., Uszkoreit, J., Jones, L., Gomez, A. N., ... & Polosukhin, I., *Attention is all you need*. Advances in neural information processing systems, 30, 2017.
- [18] Devlin, J., Chang, M. W., Lee, K., & Toutanova, K., *Bert: Pre-training of deep bidirectional transformers for language understanding*. arXiv preprint arXiv:1810.04805, 2018.
- [19] Zhang, Z., Han, X., Liu, Z., Jiang, X., Sun, M., & Liu, Q., *ERNIE: Enhanced language representation with informative entities*. arXiv preprint arXiv:1905.07129, 2019.
- [20] Brown, T., Mann, B., Ryder, N., Subbiah, M., Kaplan, J. D., Dhariwal, P., ... & Amodei, D., *Language models are few-shot learners*. Advances in neural information processing systems, 33, 1877-1901, 2020.
- [21] Liu, Y., Ott, M., Goyal, N., Du, J., Joshi, M., Chen, D., ... & Stoyanov, V., *Roberta: A robustly optimized bert pretraining approach*. arXiv preprint arXiv:1907.11692, 2019.

COMPARISON RESULTS FOR TWO-INTERVAL DIFFERENTIAL EQUATIONS

Prof., Oktay Sh. MUKHTAROV

Tokat Gaziosmanpaşa University, - 0000-0001-7480-6857

Prof., Kadriye AYDEMİR

Amasya University, - 0000-0002-8378-3949

Asst. Prof., Merve YÜCEL

Çorum Hitit University, - 0000-0001-7990-2821

ABSTRACT

This work is aimed at studying some comparison properties of Sturm-Liouville equations (SLE) of a new type, which differs from the classical SLE's in that they are defined on two non-intersecting intervals and include additional conditions describing the interaction between the left and right intervals, the so-called transmission conditions. We have established some new comparison results which are expanded and generalized the corresponding classical Sturmian comparison results.

Keywords: Sturm-Liouville problems, transmission conditions, comparison theorems.

1. INTRODUCTION

The existence and behaviour of zeros of classical Sturm-Liouville equations are of paramount importance in the qualitative theory of ordinary differential equations. Despite the extensive literature on this subject, there is growing interest in obtaining new comparison results for non-classical Sturm-Liouville equations that have appeared in recent years in various fields of physics and engineering. In particular, two-interval Sturm-Liouville equations with additional transmission conditions (see, for example, [2], [3], [6], [8]) often appear in modeling various physical phenomena such as in elastic multi structures, in vibrating folded membranes, in electromagnetic processes in ferromagnetic media with different dielectric properties, in hydraulic fracturing, etc. Our motivation for this work stems from these type of problems of mathematical physics, the solution of which requires to determine the comparison and oscillation properties of the solutions. For instance, in a study of free vibrations of the Earth, the problem that determines the radial dependence its toroidal oscillation is described by transmission problems for two-interval Sturm-Liouville equations (see, for example [6]). It is well-known that when studying various properties of many physical phenomena it is necessary to obtain criteria for oscillatory and non-oscillatory solutions, the minimum distance between successive zeros of the solutions of Sturm-Liouville type differential equations. Therefore,

Sturmian comparison and oscillation theory is attracting more and more attention (see, for example, [1], [4], [5], [7], [9], [10]).

2. MAIN RESULTS

Consider the second-order two-interval differential equation

$$\mathcal{E}u := u'' + q(x)u = 0 \quad (1)$$

on the two-interval $(-1,0) \cup (0,1)$ subject to the interface conditions

$$u(+0) = \alpha u(-0), \quad u'(+0) = \beta u'(-0) \quad (2)$$

where α, β are nonzero real numbers. In what follows we shall assume that $q(x)$ is real-valued functions, which is continuous on each of the open intervals (a, c) and (c, b) and has finite one-hand limit values $q(\pm 0) = \lim_{x \rightarrow 0^\pm} q(x)$. The function $f: [a, c) \cup (c, b] \rightarrow \mathbb{R}$ is said to be a solution of the two-interval Sturm-Liouville (1) if f twice differentiable on $[a, c) \cup (c, b]$ and has finite one hand limit values $f^{(k)}(c \pm 0)$, for $k = 0, 1, 2$.

Denote by $C^{(k)}[a, c - 0] \oplus C^{(k)}[c + 0, b]$ ($k = 0, 1, 2, \dots$) the set of all real-valued continuous functions $u(x)$ which has continuous derivatives up to k -th order in each of intervals $[a, c)$ and $(c, b]$ and has finite limit values $u^{(i)}(c \pm 0)$, for $i = 0, 1, \dots, k$.

Let us define a differential operator

$$\tilde{\mathcal{E}} : C^{(0)}[a, c - 0] \oplus C^{(0)}[c + 0, b] \rightarrow C^{(0)}[a, c - 0] \oplus C^{(0)}[c + 0, b]$$

on the domain of definition

$$D(\tilde{\mathcal{E}}) := \{u : u \in C^{(2)}[a, c - 0] \oplus C^{(2)}[c + 0, b], u(+0) = \alpha u(-0), u'(+0) = \beta u'(-0)\}$$

and action law $\tilde{\mathcal{E}}u = \mathcal{E}u$.

Theorem 1. Let $u, v \in C^{(2)}[a, c - 0] \oplus C^{(2)}[c + 0, b]$ be any functions. Suppose that $v(c \pm 0) \neq 0$ and $v(x) \neq 0$ for all $[a, c) \cup (c, b]$.

Then the following equality is valid.

$$\begin{aligned} & \int_a^{c-0} \left(\frac{u^2}{v^2} v \mathcal{E} v - u \mathcal{E} u - \left(\frac{W(u, v)}{v} \right)^2 \right) dx + \int_{c+0}^b \left(\frac{u^2}{v^2} v \mathcal{E} v - u \mathcal{E} u - \left(\frac{W(u, v)}{v} \right)^2 \right) dx \\ & = \left(uu' + \frac{u^2}{v^2} v v' \right) \Big|_a^{c-0} + \left(uu' + \frac{u^2}{v^2} v v' \right) \Big|_{c+0}^b \end{aligned} \quad (3)$$

Proof. Multiply the differential expression $\mathcal{E}v$ with $\frac{u^2}{v}$, and multiply the differential expression $\mathcal{E}u$ with u , and subtracting of the resulting differential expressions and integrating over $[a, c)$ and $(c, b]$ we have the following equalities.

$$\int_a^{c-0} \left(\frac{u^2}{v^2} v \mathcal{E} v - u \mathcal{E} u \right) dx = \int_a^{c-0} \left(\frac{u^2}{v} (v'' + q(x)v) - u(u'' + q(x)u) \right) dx$$

$$\begin{aligned}
 &= \int_a^{c-0} \left(\frac{u^2}{v} v'' - uu'' \right) dx \\
 &= \frac{u^2 v'}{v} \Big|_a^{c-0} - \int_a^{c-0} \frac{2uu' v v' - u^2 v'^2}{v^2} dx - uu' \Big|_a^{c-0} + \int_a^{c-0} u'^2 dx \\
 &= \left(\frac{u^2}{v^2} v v' - uu' \right) \Big|_a^{c-0} + \int_a^{c-0} \frac{v^2 u'^2 - 2uu' v v' + u^2 v'^2}{v^2} dx \\
 &= \left(\frac{u^2}{v^2} v v' - uu' \right) \Big|_a^{c-0} + \int_a^{c-0} \left(\frac{W(u,v)}{v} \right)^2 dx
 \end{aligned}$$

and

$$\int_{c+0}^b \left(\frac{u^2}{v^2} v v' - uu' - \left(\frac{W(u,v)}{v} \right)^2 \right) dx = \left(\frac{u^2}{v^2} v v' - uu' \right) \Big|_{c+0}^b + \int_a^{c-0} \left(\frac{W(u,v)}{v} \right)^2 dx$$

If these equalities are added side by side, the requested equality will be obtained.

Corollary. Let $u(x)$ and $v(x)$ be any two solutions of the differential equations (4) $v(c \pm 0) \neq 0$ and $v(x) \neq 0$ for all $x \in [a, c) \cup (c, b]$. Then we have

$$\int_a^{c-0} \left(\frac{W(u,v)}{v} \right)^2 dx + \int_{c+0}^b \left(\frac{W(u,v)}{v} \right)^2 dx = \left(-uu' + \frac{u^2}{v^2} v v' \right) \Big|_a^b + \left(uu' + \frac{u^2}{v^2} v v' \right) \Big|_{c-0}^{c+0}$$

Theorem 2. Let $x_1, x_2 \in [a, c) \cup (c, b]$ be two consecutive zeros of the function $u \in D(\tilde{E})$. Suppose that $\left(\frac{u(x)}{v(x)} \right)^2 < q(x)$ for all $x \in (d_1, d_2)$. Then every solution of the two-interval differential equation (1) satisfying the transmission conditions (2) has at least one zero in (d_1, d_2) .

Now consider the following two-interval differential equations

$$\mathcal{E}_1 u := u'' + q_1(x)u = 0, \quad x \in [a, c) \cup (c, b] \quad (4)$$

and

$$\mathcal{E}_2 u := u'' + q_2(x)u = 0, \quad x \in [a, c) \cup (c, b] \quad (5)$$

where $q_i \in C^{(0)}[a, c-0] \oplus C^{(0)}[c+0, b]$, $i = 1, 2$.

Theorem 3. Let $u_0(x)$ and $v_0(x)$ are solutions of the equations (4) and (5) respectively, satisfying the transmission conditions (2), that is

$$\mathcal{E}_1(u_0) = 0, \quad u_0(c+0) = \alpha u_0(c-0), \quad u_0'(c+0) = \beta u_0'(c-0)$$

$$\mathcal{E}_2(v_0) = 0, \quad v_0(c+0) = \alpha v_0(c-0), \quad v_0'(c+0) = \beta v_0'(c-0)$$

where $\alpha\beta \neq 0$. Suppose that $d_1 \in [a, c)$ and $d_2 \in (c, b]$ are two consecutive zeros of $u_0(x)$. If

$$\int_{d_1}^{c-0} (q_1(x) - q_2(x)) u_0^2(x) dx + \int_{c+0}^{d_2} (q_1(x) - q_2(x)) u_0^2(x) dx > 0$$

then $v_0(x)$ has at least one zero in $[d_1, c) \cup (c, d_2]$.

Proof. Suppose to the contrary that $v_0(x) \neq 0$ for all $x \in [d_1, c) \cup (c, d_2]$. As in the proof of Theorem 2 we can show that

$$\begin{aligned}
 & - \int_{d_1}^{c-0} \left(\frac{W(u_0, v_0)}{v_0} \right)^2 dx - \int_{c+0}^{d_2} \left(\frac{W(u_0, v_0)}{v_0} \right)^2 dx + \left(\frac{u_0}{v_0} (u_0 v_0' - u_0' v_0) \right) \Big|_{d_1}^{d_2} \\
 & + \left(\frac{u_0}{v_0} (u_0 v_0' - u_0' v_0) \right) \Big|_{c-0}^{c+0} = \int_{d_1}^{c-0} (q_1(x) - q_2(x)) u_0^2(x) dx \\
 & \qquad \qquad \qquad + \int_{c+0}^{d_2} (q_1(x) - q_2(x)) u_0^2(x) dx \qquad (8)
 \end{aligned}$$

By using the transmissions conditions (6)-(7) and (8) it follows that

$$\begin{aligned}
 & \int_{d_1}^{c-0} (q_1(x) - q_2(x)) u_0^2(x) dx + \int_{c+0}^{d_2} (q_1(x) - q_2(x)) u_0^2(x) dx \\
 & = - \int_{d_1}^{c-0} \left(\frac{W(u_0, v_0)}{v_0} \right)^2 dx - \int_{c+0}^{d_2} \left(\frac{W(u_0, v_0)}{v_0} \right)^2 dx
 \end{aligned}$$

The right hand side is identically zero if $u_0(x)$ and $v_0(x)$ are linearly dependent, in which case the result is obvious. If $u_0(x)$ and $v_0(x)$ is linearly independent, the right hand side is negative, but the left hand side is positive. Thus we get a contradiction. Consequently $v_0(x)$ must vanish in $[d_1, c) \cup (c, d_2]$. The proof is complete.

REFERENCES

- [1] Anderssen, R.S. and Cleary, J. R., Asymptotic structure in torsional free oscillations of the earthI. Overtone structure. *Geophysical Journal International*, 39(2):241–268, 1974.
- [2] Aydemir, K., Olğar, H. Mukhtarov, O. Sh. and Muhtarov, F, Differential operator equations with interface conditions in modified direct sum spaces. *Filomat*, 32(3):921–931, 2018.
- [3] Aydemir, K., Mukhtarov, O. Sh, Class of Sturm–Liouville problems with eigenparameter dependent transmission conditions. *Numerical Functional Analysis and Optimization*, 38(10):1260–1275, 2017.
- [4] Binding, P. A., Langer, H. and Möller, M, Oscillation results for Sturm–Liouville problems with an indefinite weight function. *Journal of computational and applied mathematics*, 171(1):93–101, 2004.
- [5] Grace, S. R. and El-Morshedy, H. A., Oscillation criteria of comparison type for second order difference equations. *Journal of Applied Analysis*, 6(1):87–102, 2000.

- [6] Mukhtarov, O. S., & Aydemir, K., Oscillation properties for non-classical Sturm-Liouville problems with additional transmission conditions, *Mathematical Modelling and Analysis*, 26(3), 432-443, 2021.
- [7] Swanson, C. A., *Comparison and Oscillation Theory of Linear Differential Equations*. Elsevier, 2000.
- [8] Şen, E. and Mukhtarov, O. Sh, Spectral properties of discontinuous Sturm–Liouville problems with a finite number of transmission conditions. *Mediterranean Journal of Mathematics*, 13(1):153–170, 2016.
- [9] Zhang, Y., Zhang, X. and Wang, Z., Oscillation problem of left-definite Sturm–Liouville problems with coupled BCs, *Applied Mathematics and Computation*, 219(18):9709–9716, 2013
- [10] Wang, D. B., *Periodic Boundary Value Problems for Nonlinear First-Order Impulsive Dynamic Equations on Time Scales*. *Advances in Difference Equations* 2012, 12, 2012.

FABRICATION AND CHARACTERIZATION OF AA5083-Ni METAL-METAL COMPOSITES

Dr.Öğr.Üyesi, Serdar ÖZKAYA

Karadeniz Teknik Üniversitesi, sozkaya@ktu.edu.tr - 0000-0001-7121-4979

Prof.Dr.Aykut ÇANAKÇI

Karadeniz Teknik Üniversitesi, aykut@ktu.edu.tr 0000-0001-5244-6467

Arş.Gör.Müslim ÇELEBİ

Karadeniz Teknik Üniversitesi, muslimcelebi@ktu.edu.tr - 0000-0002-1826-5379

Arş.Gör.A.Hasan KARABACAK

Karadeniz Teknik Üniversitesi, hasankarabacak@ktu.edu.tr - 0000-0003-4551-5254

ABSTRACT

The aim of this research is to fabricate Nickel particle reinforced metal-metal composites with AA5083 matrix using powder metallurgy techniques and to investigate their properties. In order to investigate the effects of the amount of nickel particles on the AA5083-Ni composite, composites were produced by adding Ni in 5, 10, 15 and 20 wt% ratios. In order to ensure homogeneous distribution of Ni particles, matrix and composite powders were mixed in ball mills for 5 hours. Then these powders were hot pressed at 500°C under 500MPa pressure for 2 hours in a protective argon gas atmosphere at 500°C and the samples were obtained. The samples were subjected to microstructure, hardness, density and tensile tests to investigate the effects of varying Ni reinforcement amount on AA5083-Ni metal-metal composites.

Keywords : Metal-Metal Composite, AA5083, Powder Metallurgy

AA5083-Ni Metal-Metal Kompozitlerin Üretimi ve Karakterizasyonu

ÖZET

Bu araştırmanın amacı, toz metalurjisi tekniklerini kullanarak AA5083 matrisli Nikel partikül takviyeli metal-metal kompozitlerini üretmek ve özelliklerini incelemektir. Nikel partikül miktarının AA5083-Ni kompoziti üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla Ni miktarı ağırlıkça yüzdesel olarak 5, 10, 15 ve 20 oranlarında katılarak kompozitler üretilmiştir. Ni partiküllerinin homojen dağılımını sağlamak amacıyla belirlenen oranlarda matris ve kompozit tozları bilyalı değirmenlerde 5 saat süreyle karıştırılmıştır. Daha sonra bu tozlar 500°C’de 500MPa basınç altında, koruyucu argon gaz atmosferinde 2 saat süreyle sıcak olarak preslenerek numuneler elde edilmiştir. Numunelerin içyapı, sertlik, yoğunluk ve çekme testleri yapılarak değişken Ni takviye miktarının AA5083-Ni metal-metal kompozitleri üzerine etkileri incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Metal-Metal kompozit, AA5083, Toz metalurjisi

1. Introduction

Metal composites, also known as metal matrix composites (MMCs), represent a fascinating class of advanced materials that combine the best attributes of metals with the enhanced properties of other materials. These composites consist of a metal matrix infused with reinforcing elements like ceramic, carbon, or other metals [1-4]. The result is a material that exhibits superior strength, stiffness, and wear resistance while retaining the desirable thermal and electrical conductivity of the metal matrix. Metal composites find applications in aerospace, automotive, and high-performance engineering sectors, where their lightweight yet robust characteristics make them ideal for components subjected to extreme conditions and stress. This innovative class of materials continues to drive advancements in modern engineering, offering solutions that bridge the gap between traditional metals and more specialized materials. Metal composites, or metal matrix composites (MMCs), offer a host of advantages but also come with their share of challenges[5-8]. One significant concern is the cost of production, which tends to be higher than that of traditional metals due to the complex manufacturing processes involved, such as powder metallurgy or infiltration techniques. Achieving a consistent and uniform distribution of reinforcing materials within the metal matrix can be a manufacturing challenge, resulting in potential inconsistencies and defects that can compromise the composite's structural integrity. Furthermore, these composites can be difficult to machine, requiring specialized tools and techniques, which not only add to the manufacturing costs but also extend production time[9,10]. The mismatch in thermal expansion coefficients between the metal matrix and the reinforcing materials can lead to stress, delamination, and other structural issues, particularly when exposed to varying temperatures. For this reason a new approach was developed by researchers in which the metal matrix is being reinforced with another metal particles which are not solute in each other[11].

In this study, our aim is to demonstrate the manufacturability of metal-metal composites by producing Ni particle reinforced metal-metal composites with AA5083 matrix and to characterize the properties of AA5083-Ni composites.

2. Experimental Study

Al5083 powders with an average powder size of 37 μm and Ni powders with an average powder size of 29 μm were used to produce Ni particle reinforced composites with Al5083 matrix. To obtain Al5083-Ni composites, powders with 5, 10 and 15 wt% reinforcement ratios were mechanically alloyed in a ball mill for 5 hours using 10mm diameter tungsten carbide balls. The mechanical alloying process was performed at a rotational speed of 400rpm and a powder to ball weight ratio of 10:1. The milled powders were hot pressed into tensile specimens at 500oC and 500MPa pressure. The internal structure of the specimens was examined under metal microscope. The macro hardness of the pressed specimens was determined by applying a load of 32.5 kg for 10 seconds with a Brinell tester. Tensile tests of the specimens were carried out with MTS 45 model electromechanical testing machine at room temperature and 5 mm/min tensile speed.

3. Results and Discussions

3.1. Microstructural Analyse

The microstructures of the AA5083/Ni metal-metal composites are shown in Figure 1. The gray areas indicate AA5083 alloy and the marked brown areas indicate Ni particles. As seen in the pictures, Ni particles are homogeneously distributed in the structure for all composition. Moreover, intermetallic formation was observed at the interface of the reinforcement and matrix phase at all three reinforcement amounts. Theoretically, the formation of intermetallics at the interface is extremely important and desirable in terms of mechanical properties. The main objective of this study is to eliminate the interfacial separation and rupture of ceramic reinforced metal composites by designing metal-metal composites. Therefore, it can be said that the desired matrix-reinforcement interfacial structure was obtained as a result of the microstructure examination.

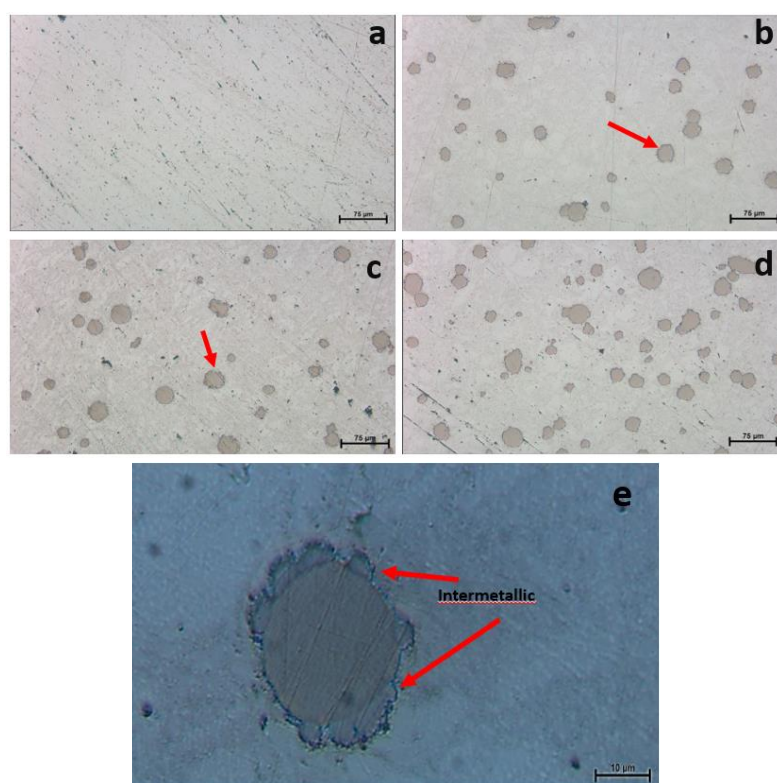


Fig.1. Microstrucrual images of AA5083-Ni composites a)AA5083 b)AA5083-%5Ni c)AA5083-%10Ni d) AA5083-%15Ni e) Interface of AA5083/Ni particle

3.2. Relative Density

Fig.2 shows the change of relative density of AA5083-Ni composites changing with increasing Ni content. As shown in Figure 2, the relative densities of samples are not changing significantly. This situation can be explained by the characteristic behaviours of components of composites. Both the matrix phase and the reinforcement phase that we use to form the composite structure consist of metals with ductile characteristics. Therefore, it changes shape in the face of the load applied during pressing, filling the gaps that existed before pressing and reaching maximum density values. Increasing Ni particle amount caused a slight decrease in relative density values. This is due to the fact that Ni particles are relatively harder and less packable than the matrix phase. In other words, explaining with the rule of direct mixtures, the increase in the hard phase

in the structure caused a small amount of porosity in the structure by creating resistance during pressing. As a result, the maximum relative density value was reached in the unreinforced sample, while the minimum relative density value was observed in the 15% Ni reinforced sample.

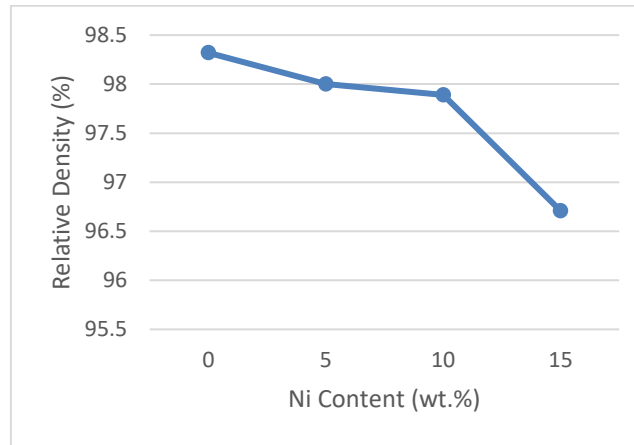


Fig.2. Relative densities changing with Ni content

3.3. Tensile Strength

Figure 3 shows the changing tensile strength values depending on the increasing Ni amount. As seen in the graph, increasing Ni amount positively affected the tensile strength. In this study, there are two important conditions affecting the tensile strength. One of them is porosity and the other is the characteristic properties of Ni element. In the relative density investigations, it was stated that increasing reinforcement amount caused a decrease in density value. Accordingly, a decrease in tensile strength is expected to occur, but the strength property transferred by the Ni element to the composite structure tolerated the negative effect caused by porosity. In particular, the formation of the intermetallic phase between the matrix and the reinforcement phase positively affected the strength values.

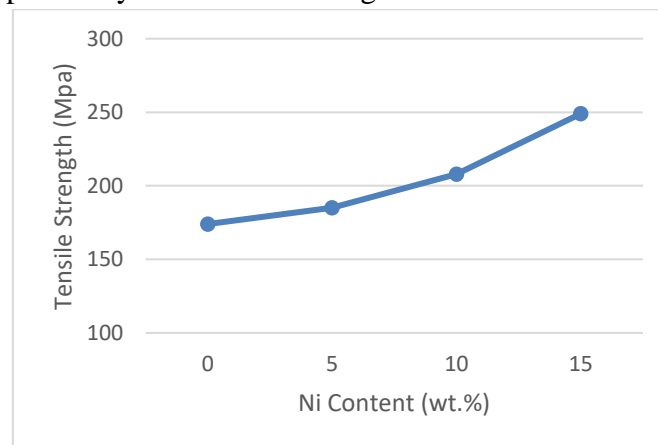


Fig.3. Tensile strength values of samples changing with Ni content

Conclusions

- 1) The manufacturability of metal metal composites by powder metallurgy method was demonstrated.

- 2) No separation and rupture was observed at the AA5083-Ni interface and intermetallic phases were observed at the interface.
- 3) Increasing Ni particle content resulted in a slight decrease in porosity and an increase in tensile strength.

References

- 1) S. Madhusudhana, J.N. Prakash, L.H. Manjunath, Study on preparation and mechanical characterization of aluminium-albite composites using powder metallurgy technique, *Materials Today: Proceedings*, Volume 54, Part 2, 2022, Pages 390-394.
- 2) Jiangshan Zhang, Qing Liu, Shufeng Yang, Zhixin Chen, Qiang Liu, Zhengyi Jiang, Microstructural evolution of hybrid aluminum matrix composites reinforced with SiC nanoparticles and graphene/graphite prepared by powder metallurgy, *Progress in Natural Science: Materials International*, Volume 30, Issue 2, 2020, Pages 192-199.
- 3) Sudipta Chand, Polymersetty Chandrasekhar, Influence of B₄C/BN on solid particle erosion of Al6061 metal matrix hybrid composites fabricated through powder metallurgy technique, *Ceramics International*, Volume 46, Issue 11, Part A, 2020, Pages 17621-17630.
- 4) M. Dhanashekar, P. Loganathan, S. Ayyanar, S.R. Mohan, T. Sathish, Mechanical and wear behaviour of AA6061/SiC composites fabricated by powder metallurgy method, *Materials Today: Proceedings*, Volume 21, Part 1, 2020, Pages 1008-1012.
- 5) Fangrui Lin, Zhixing Chen, Bin Liu, Yong Liu, Chengshang Zhou, Microstructure and mechanical properties of iron-containing titanium metal-metal composites, *International Journal of Refractory Metals and Hard Materials*, Volume 90, 2020.
- 6) Ramezanali Farajollahi, Hamed Jamshidi Aval, Roohollah Jamaati, Effects of Ni on the microstructure, mechanical and tribological properties of AA2024-Al₃NiCu composite fabricated by stir casting process, *Journal of Alloys and Compounds*, Volume 887, 2021, 161433,
- 7) Ravi Kant, U. Prakash, Vijaya Agarwala, V.V. Satya Prasad, Wear behaviour of an FeAl intermetallic alloy containing carbon and titanium, *Intermetallics*, Volume 61, 2015, Pages 21-26.
- 8) Aykut Canakci, Fatih Erdemir, Temel Varol, Serdar Ozkaya, Formation of Fe–Al intermetallic coating on low-carbon steel by a novel mechanical alloying technique, *Powder Technology*, Volume 247, 2013, Pages 24-29.
- 9) N. Abu-Warda, M.V. Utrilla, M.D. Escalera, E. Otero, M.D. López, The effect of TiB₂ content on the properties of AA6005/TiB₂ nanocomposites fabricated by mechanical alloying method, *Powder Technology*, Volume 328, 2018, Pages 235-244.
- 10) Shubhadeep Maity, Arijit Sinha, Supriya Bera, A novel study on mechanically alloyed Al–Mg system by X-ray diffraction technique, *Nano-Structures & Nano-Objects*, Volume 16, 2018, Pages 63-68.

11) Aykut Canakcı, Serdar Ozkaya, Fatih Erdemir, A. Hasan Karabacak, Muslim Celebi, Effects of Fe–Al intermetallic compounds on the wear and corrosion performances of AA2024/316L SS metal/metal composites, Journal of Alloys and Compounds, Volume 845, 2020.

AA5083-Cr COMPOSITE EXAMPLE IN TERMS OF PRODUCTION AND INVESTIGATION OF METAL-METAL COMPOSITES

Dr.Öğr.Üyesi, Serdar ÖZKAYA

Karadeniz Teknik Üniversitesi, sozkaya@ktu.edu.tr - 0000-0001-7121-4979

Prof.Dr.Aykut ÇANAKÇI

Karadeniz Teknik Üniversitesi, aykut@ktu.edu.tr 0000-0001-5244-6467

Arş.Gör.Müslim ÇELEBİ

Karadeniz Teknik Üniversitesi, muslimcelebi@ktu.edu.tr - 0000-0002-1826-5379

Arş.Gör.A.Hasan KARABACAK

Karadeniz Teknik Üniversitesi, hasankarabacak@ktu.edu.tr - 0000-0003-4551-5254

ABSTRACT

The primary objective of this study is to create metal-metal composites reinforced with chromium (Cr) particles within an AA5083 matrix using powder metallurgy techniques, and subsequently, to analyze their properties. To explore the influence of chromium particle content on the AA5083-Cr composite, we manufactured composites with varying ratios of Cr: 5%, 10%, 15%, and 20% by weight. To ensure an even distribution of Cr particles, we combined the matrix and composite powders in ball mills for a duration of 5 hours. These powders were subsequently subjected to a hot pressing process at 500°C, applying a pressure of 500 MPa for 2 hours within a protective argon gas atmosphere. At the end of this process, we obtained the composite samples. Various tests, including microstructure analysis, hardness testing, density measurement, and tensile testing, were carried out on the samples to evaluate the impact of different levels of Cr reinforcement on the properties of AA5083-Cr metal-metal composites.

Keywords : Metal-metal composite, Powder metallurgy, Advanced materials

Metal-Metal Kompozitlerin Üretimi ve Karakterizasyonu ; AA5083-Cr Örneği

ÖZET

Bu çalışmanın temel amacı, toz metalürjisi tekniklerini kullanarak AA5083 matrisi içinde krom (Cr) partikülleri ile güçlendirilmiş metal-metal kompozitler oluşturmak ve ardından bunların özelliklerini analiz etmektir. Krom partikül içeriğinin AA5083-Cr kompoziti üzerindeki etkisini araştırmak için, ağırlıkça değişen oranlarda(%5-10-15-20).Cr partiküllerinin homojen dağılımını sağlamak için matris ve kompozit tozları bilyalı değirmenlerde 5 saat süreyle mekanik olarak alaşımlandı. Bu tozlar daha sonra koruyucu argon gazı atmosferi altında, 500°C sıcaklıkta 2 saat boyunca 500 MPa basınç altında sıcak presleme işlemine tabi tutuldu. Bu işlemin sonunda kompozit numuneler elde edilmiştir. Numuneler üzerinde mikroyapı analizi, sertlik testi, yoğunluk ölçümü ve çekme testi yapılarak Cr miktarının AA5083-Cr metal-metal kompozitlerin özellikleri üzerindeki etkileri incelendi.

Anahtar Kelimeler: Metal-metal kompozit, Toz metalürjisi, Üstün özellikli malzemeler

1. Introduction

Metal-metal composites, often referred to as metal matrix composites (MMCs), are a class of advanced materials that bring together the strength and durability of metals with the unique properties of other materials, typically ceramics or carbon-based reinforcements[1,2]. These composites are meticulously designed to enhance mechanical, thermal, and electrical attributes, making them exceptionally well-suited for various high-performance applications. By incorporating metallic particles, or whiskers within a metallic matrix, metal-metal composites can achieve a diverse range of desirable characteristics, including improved stiffness, wear resistance, and thermal conductivity[3-6]. These materials are widely utilized in industries such as aerospace, automotive, and electronics, where the need for lightweight, robust, and heat-resistant materials is of utmost importance. This innovative group of materials continues to spur advancements in engineering and manufacturing, pushing the boundaries of what can be achieved in modern technology and design[7,8]. Metallic reinforcement materials are integral to the development of advanced materials that combine the inherent strength and ductility of metals with enhanced properties. These reinforcements, often in the form of metallic particles, fibers, or whiskers, are incorporated into metal matrices to create composites with superior mechanical characteristics[9]. Common metallic reinforcement materials include aluminum, titanium, and various steel alloys. By strategically introducing these metallic reinforcements, the resulting composites exhibit increased tensile strength, stiffness, and resistance to wear and fatigue[10,11].

The objective of this investigation is to showcase the feasibility of producing metal-metal composites. We achieve this by manufacturing composites that consist of Cr particles reinforcing an AA5083 matrix. Subsequently, we carry out an in-depth characterization of the properties exhibited by these AA5083-Cr composites.

2. Experimental Study

In the production of Cr particle-reinforced composites with an Al5083 matrix, Al5083 powders with an average size of 37 μm and Cr powders with an average size of 23 μm were employed. These composites were prepared by mechanically alloying the powders at three different reinforcement ratios: 5%, 10%, and 15% by weight. The alloying process took place in a ball mill using 10mm diameter tungsten carbide balls, operating at a rotational speed of 400rpm, with a powder-to-ball weight ratio of 10:1. After milling, the powders were subjected to hot pressing at 500°C under a pressure of 500MPa to create tensile specimens. The internal microstructure of these specimens was examined using a metal microscope. Macro hardness was determined through a Brinell tester, applying a 32.5 kg load for 10 seconds. Tensile tests were conducted on the specimens at room temperature with a tensile speed of 5 mm/min, utilizing an MTS 45 model electromechanical testing machine. This comprehensive approach was taken to assess the properties and performance of the Al5083-Cr composites.

3. Results and Discussions

3.1. Microstructural Investigation

The microstructures of the Cr particle reinforced AA5083 matrix metal-metal composites are depicted in Figure 1. In the figure the highlighted areas correspond to the Cr particles. Notably, the images reveal a uniform distribution of Cr particles within the structure across all compositions. Furthermore, no separation or voids were observed between the matrix and reinforcement phases, indicating a sound and well-bonded interface in the metal-metal composites. This absence of gaps and discontinuities further confirms the success of the interfacial structure in these composites, aligning with the study's objective to eliminate such issues commonly encountered in ceramic-reinforced materials.

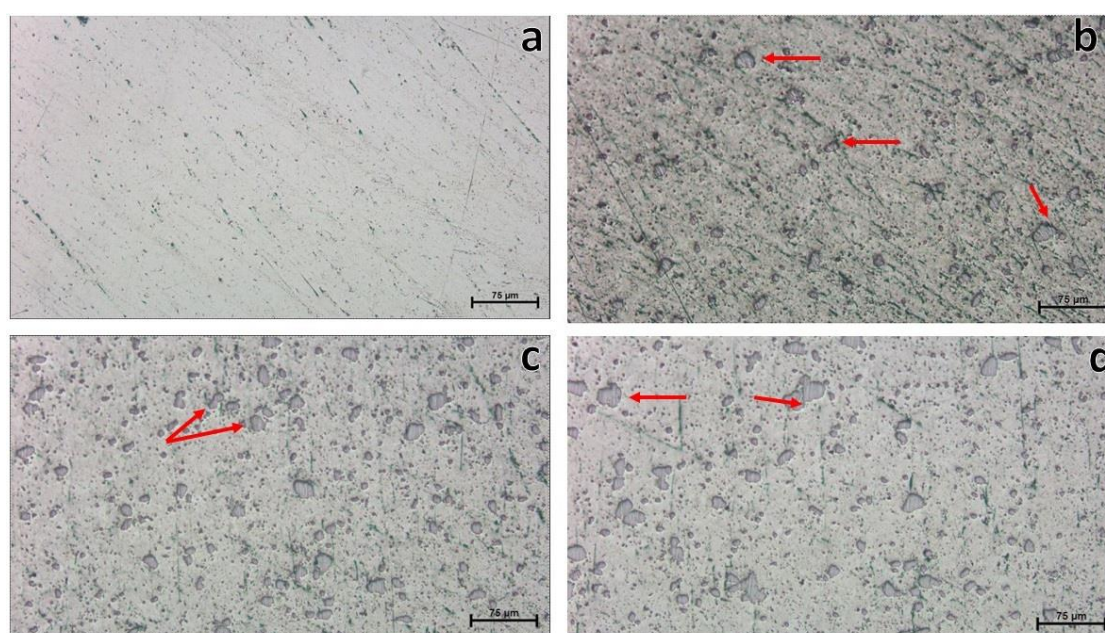


Figure 1. Microstructural images of a) AA5083 b)5 wt.% Cr c)10 wt.% Cr d)15 wt.%Cr including samples

3.2. Relative density investigations

Figure 2 illustrates the variations in relative density within AA5083-Cr composites as the Cr content increases. The chart reveals that the relative densities of the samples do not exhibit substantial changes. This observation can be attributed to the inherent behaviors of the composite components. Both the matrix phase and the reinforcement phase, consisting of ductile metals, adapt to the applied load during pressing by filling pre-existing gaps, ultimately reaching maximum density levels. However, the introduction of a higher quantity of Cr particles does lead to a slight decrease in relative density values. This decline arises from the relatively harder and less compact nature of Cr particles compared to the matrix phase. In simpler terms, following the principle of direct mixtures, the heightened presence of the harder phase within the structure introduces resistance during pressing, resulting in a minor level of porosity.

Consequently, the unreinforced sample attains the maximum relative density value, while the 15% Cr-reinforced sample records the minimum relative density.

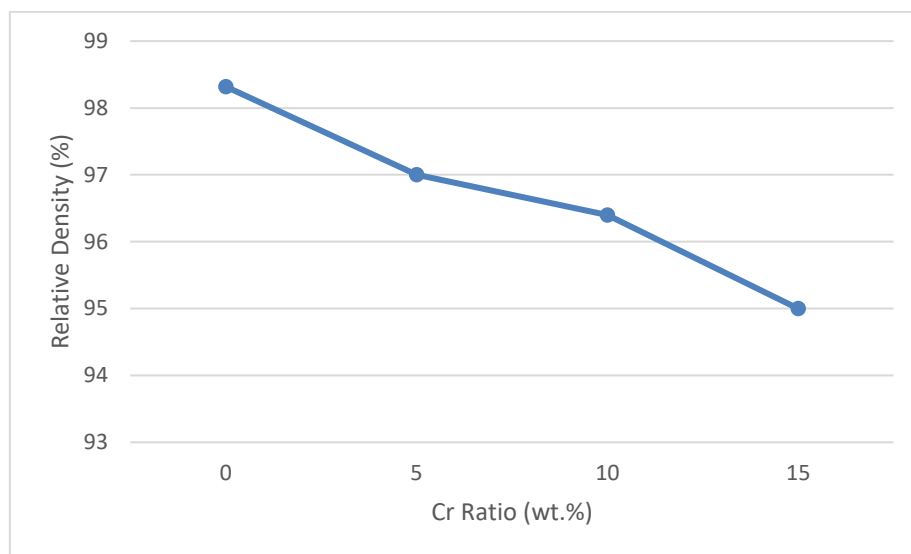


Figure 2. Relative density values of samples changing with Cr ratio (wt.%)

3.3. Tensile Strength

Figure 3 shows the variation in tensile strength values with increasing Cr content. The graph clearly illustrates a positive impact on tensile strength as the Cr content increases. Within this study, two critical factors influence tensile strength: porosity and the inherent properties of the Cr element. While the investigation on relative density revealed a decrease in density with higher reinforcement levels, logically indicating a potential reduction in tensile strength, the inherent strength properties contributed by the Cr element counteracted the negative effects associated with porosity. Notably, the voidness interface between the matrix and the reinforcement phase had a positive influence on the strength values. In addition, since Cr element has higher hardness and mechanical properties than AA5083 alloy, a direct increase in strength values occurred with increasing Cr element amount in the structure.

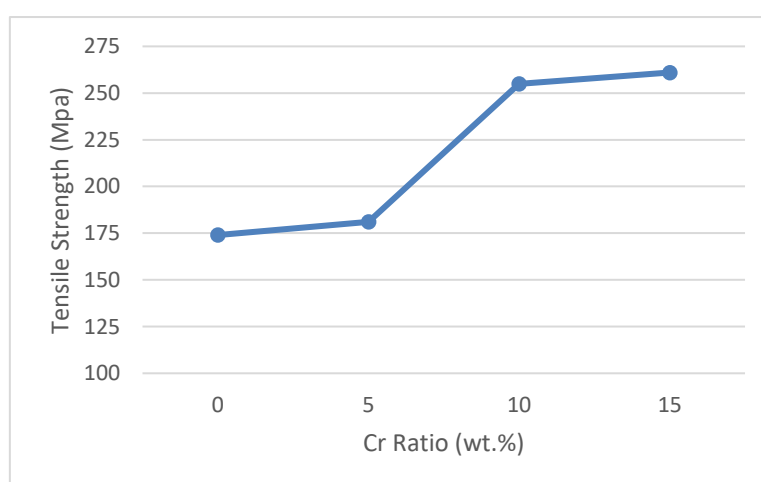


Fig.3. Tensile strength values of samples changing with Cr content

4. Conclusions

- The feasibility of producing AA5083-Cr metal-matrix composites using the powder metallurgy technique has been proven.
- There were no instances of separation or rupture observed at the AA5083-Cr interface.
- Increasing Cr particle content resulted in a slight decrease in porosity and an increase in tensile strength.

References

- 12) Arvind M. Sankhla, et al., Effect of mixing method and particle size on hardness and compressive strength of aluminium based metal matrix composite prepared through powder metallurgy route, *Journal of Materials Research and Technology*, Volume 18, 2022, Pages 282-292.
- 13) Guttikonda Manohar, K.M. Pandey, S.R. Maity, Characterization of Boron Carbide (B₄C) particle reinforced aluminium metal matrix composites fabricated by powder metallurgy techniques – A review, *Materials Today: Proceedings*, Volume 45, Part 7, 2021, Pages 6882-6888.
- 14) Shufeng Li, Bin Sun, Hisashi Imai, Takanori Mimoto, Katsuyoshi Kondoh, Powder metallurgy titanium metal matrix composites reinforced with carbon nanotubes and graphite, *Composites Part A: Applied Science and manufacturing*, Volume 48, 2013, Pages 57-66.
- 15) Yuxi Gao, Jinwen Zou, Huaming Wang, Yongquan Han, Interfacial reaction and interfacial strengthening mechanism of graphene nanosheets reinforced powder metallurgy nickel-based superalloy composite, *Materials Characterization*, Volume 205, 2023.
- 16) Wenting Ye, Mingda Xie, Zhuobin Huang, Hanming Wang, Qing Zhou, Long Wang, Biao Chen, Haifeng Wang, Weimin Liu, Microstructure and tribological properties of in-situ carbide/CoCrFeNiMn high entropy alloy composites synthesized by flake powder metallurgy, *Tribology International*, Volume 181, 2023.
- 17) Sachin Kumar Sharma, Kuldeep Kumar Saxena, Kodli Basanth Kumar, Naveen Kumar, The effect of reinforcements on the mechanical properties of AZ31 composites prepared by powder metallurgy: An overview, *Materials Today: Proceedings*, Volume 56, Part 4, 2022, Pages 2293-2299,
- 18) S. Madhusudhana, J.N. Prakash, L.H. Manjunath, Study on preparation and mechanical characterization of aluminium-albite composites using powder metallurgy technique, *Materials Today: Proceedings*, Volume 54, Part 2, 2022, Pages 390-394.
- 19) Jiangshan Zhang, Qing Liu, Shufeng Yang, Zhixin Chen, Qiang Liu, Zhengyi Jiang, Microstructural evolution of hybrid aluminum matrix composites reinforced with SiC nanoparticles and graphene/graphite prepared by powder metallurgy, *Progress in Natural Science: Materials International*, Volume 30, Issue 2, 2020, Pages 192-199.

- 20)** Sudipta Chand, Polymersetty Chandrasekhar, Influence of B₄C/BN on solid particle erosion of Al6061 metal matrix hybrid composites fabricated through powder metallurgy technique, *Ceramics International*, Volume 46, Issue 11, Part A, 2020, Pages 17621-17630.
- 21)** M. Dhanashekar, P. Loganathan, S. Ayyanar, S.R. Mohan, T. Sathish, Mechanical and wear behaviour of AA6061/SiC composites fabricated by powder metallurgy method, *Materials Today: Proceedings*, Volume 21, Part 1, 2020, Pages 1008-1012.
- 22)** Fangrui Lin, Zhixing Chen, Bin Liu, Yong Liu, Chengshang Zhou, Microstructure and mechanical properties of iron-containing titanium metal-metal composites, *International Journal of Refractory Metals and Hard Materials*, Volume 90, 2020.

