

**IV. INTERNATIONAL ANKARA
CONFERENCE ON
SCIENTIFIC RESEARCH
APRIL 10-11, 2021/ ANKARA
THE BOOK OF FULL TEXTS
(APPLIED SCIENCES)**



EDITOR

Dr. Ali Mahir GÜNDÜZ

ISBN: 978-625-7720-31-1

www.ankarakongresi.org



**IV. INTERNATIONAL ANKARA
CONFERENCE ON SCIENTIFIC RESEARCH
APRIL 10 -11, 2021/ ANKARA
(THE BOOK OF FULL TEXTS)
(APPLIED SCIENCES)**

**EDITOR
Dr. Ali Mahir GÜNDÜZ**

All rights of this book belong to ISPEC. Without permission can't be duplicate or copied.

Authors are responsible both ethically and juridically

ISPEC Publications – 2021 ©

Issued: 20.04.2021

ISBN: 978-625-7720-31-1

Bu Kitabın Tüm Hakları ISPEC Yayınevi'ne aittir.
Yazarlar etik ve hukuki olarak eserlerden sorumludurlar.

ISPEC Yayınevi – 2021 ©

Yayın Tarihi: 20.04.2021

ISBN: 978-625-7720-31-1

www.ankarakongresi.org

CONFERENCE ID

CONFERENCE TITLE

ANKARA

IV International Conference of Scientific Research

DATE and PLACE

10-11 April 2021 / Ankara, TURKEY

ORGANIZATION

EUROASIA

IKSAD

ORGANIZING COMMITTEE

Prof. Dr. Ramazan GAFARLI

Head Of Conference

Prof. Dr. Salih ÖZTÜRK

Co-Head Of Scientific Committee

Elvan CAFEROV

Member Of Organizing Committee

Gönül EDEŞLER

Neslihan BALCI

NUMBER of ACCEPTED PAPERS - 134

NUMBER of REJECTED PAPERS - 48

PARTICIPANTS COUNTRY

**Turkey-120, Azerbaijan-5, Morocco-3, Philippines-1,
Lebanon-1, Nigeria-3, Pakistan-1**

***Double blinded evaluation proces**

SCIENTIFIC COMMITTEE

- Dr. Emine KOCA, Hacı Bayram Veli University
Dr. Fatma KOÇ, Hacı Bayram Veli University
Dr. Mustafa UNAL, Erciyes University
Dr. Necati DEMİR, Gazi University
Dr. Nadezhda Khan, E.A. Buketov Karaganda State University
Dr. Roopali Sharma, Amity University Uttar Pradesh Noida
Dr. Arzuhan Burcu GÜLTEKİN, Ankara University
Dr. Çağla GUR, International Cyprus University
Dr. Feruza MUSAEVA, Uzbekistan Language Institute
Dr. Ferit SONMEZ, Abant İzzet Baysal University
Dr. Fidan QASIMOVA, Azerbaijan National Academy of Sciences
Dr. Gülcan DEMİROĞLU TOPCU, Ege University
Dr. Halil AKMESE, Necmettin Erbakan University
Dr. İhsan Seyit ERTEM, Gazi University
Dr. Mehmet Fırat BARAN, Siirt University
Dr. SHRAWANI SHAGUN, Mody University
Dr. Mustafa GULEC, Ankara University
Dr. Umran TURKYILMAZ, Gazi University
Dr. Yusuf GENÇ, Sakarya University
Dr. Pratibha, Kishanlal Public College
Dr. Didem DEMİRALP, Hacı Bayram Veli University
Dr. Hatice Gül ÖNDER, Ankara Hacı Bayram Veli University
Dr. Leyla ÇİMEN, Gaziantep Islamic Science and Technology University
Dr. Malik YILMAZ, Ataturk University
Dr. ABHISHEK GUPTA, Chaudhary Charan Singh University
Dr. Şaban KARAGİGLİOĞLU, Sinop University
Dr. Şerife YILDIZ, Selcuk University
Dr. Şeyda Ferah ASLAN, Çanakkale Onsekiz Mart University
Dr. Tenzile RUSTEMHANLI, Azerbaijan National Academy of Sciences
Dr. Zeynullina AYMAN, S. Toraygırov Pavlodar State University
Hacı Bekir ÖZERKAN, Gazi University
Dr. Fulya KİNCAL, Kırklareli Üniversitesi
Dr. Semra KOCATAŞ, Cumhuriyet Üniversitesi
Dr. EMİNE GUL CANSU-ERGUN, Baskent University
Dr. ESRA EYLEM KARATAŞ, Yıldız Technical University
Dr. Tamanna SAXENA, Amity University Uttar Pradesh Noida
Dr. Ceylan GÜNDEĞER, Aksaray Üniversitesi

Dr. Mehmet KARAKILCIK, University of Cukurova
Dr. Özcan EKİCİ, Dicle Üniversitesi
Dr. Recep AKKAYA, Cumhuriyet Üniversitesi
Dr. Murat EYVAZ, Gebze Teknik Üniversitesi
Dr. Yalçın KAYALI, Ankara Üniversitesi
Dr. Polat YÜCEKAYA, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Dr. Ferit Gürbüz, Hakkari Üniversitesi
Dr. Celal ASLAN, Van Yuzuncu Yil University
Dr. Dilek Şura ÖZDEN DİNÇ, Yüksek İhtisas Üniversitesi
Dr. Güller ŞAHİN, Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi
DR. KEREM ASMAZ, Yıldız Teknik Üniversitesi
Dr. Mustafa Hicabi BÖLÜKDEMİR, Gazi University
Dr. Jale COŞKUN, İstanbul Aydın Üniversitesi
Dr. Mehmet YARDIMCI, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi
Mohamed El Malki, Mohamed First University
Dr. Ali Korkut ULUDAĞ, Ataturk University
Dr. Mehmet Özkan TİMURKAN, Ataturk University
Dr. Hülya BALKAYA, Ataturk University
Dr. Pınar GÜL, Ataturk University

**IV. INTERNATIONAL ANKARA
CONFERENCE ON
SCIENTIFIC RESEARCH**

APRIL 10 -11, 2021/ ANKARA

CONFERENCE PROGRAM



Meeting ID: 891 5189 3196

Passcode: 040404

Önemli, Dikkatle Okuyunuz Lütfen

- ❖ Kongremizde Yazım Kurallarına uygun gönderilmiş ve bilim kurulundan geçen bildirimler için online (video konferans sistemi üzerinden) sunum imkanı sağlanmıştır.
- ❖ Online sunum yapabilmek için <https://zoom.us/join> sitesi üzerinden giriş yaparak “Meeting ID or Personal Link Name” yerine ID numarasını girerek oturuma katılabilirsiniz.
- ❖ Zoom uygulaması ücretsizdir ve hesap oluşturmaya gerek yoktur.
- ❖ Zoom uygulaması kaydolmadan kullanılabilir.
- ❖ Uygulama tablet, telefon ve PC’lerde çalışıyor.
- ❖ Her oturumdaki sunucular, sunum saatinden 5 dk öncesinde oturuma bağlanmış olmaları gerekmektedir.
- ❖ Tüm kongre katılımcıları canlı bağlanarak tüm oturumları dinleyebilir.
- ❖ Moderatör – oturumdaki sunum ve bilimsel tartışma (soru-cevap) kısmından sorumludur.

Dikkat Edilmesi Gerekenler- TEKNİK BİLGİLER

- ◆ Bilgisayarınızda mikrofon olduğuna ve çalıştığına emin olun.
- ◆ Zoom'da ekran paylaşma özelliğine kullanabilmelisiniz.
- ◆ Kabul edilen bildiri sahiplerinin mail adreslerine Zoom uygulamasında oluşturduğumuz oturuma ait ID numarası gönderilecektir.
- ◆ Katılım belgeleri kongre sonunda tarafınıza pdf olarak gönderilecektir
- ◆ Kongre programında yer ve saat değişikliği gibi talepler dikkate alınmayacaktır

IMPORTANT, PLEASE READ CAREFULLY

- ❖ To be able to attend a meeting online, login via <https://zoom.us/join> site, enter ID “Meeting ID or Personal Link Name” and solidify the session.
- ❖ The Zoom application is free and no need to create an account.
- ❖ The Zoom application can be used without registration.
- ❖ The application works on tablets, phones and PCs.
- ❖ The participant must be connected to the session 5 minutes before the presentation time.
- ❖ All congress participants can connect live and listen to all sessions.
- ❖ Moderator is responsible for the presentation and scientific discussion (question-answer) section of the session.

Points to Take into Consideration - TECHNICAL INFORMATION

- ◆ Make sure your computer has a microphone and is working.
- ◆ You should be able to use screen sharing feature in Zoom.
- ◆ Attendance certificates will be sent to you as pdf at the end of the congress.
- ◆ Requests such as change of place and time will not be taken into consideration in the congress program.

**Before you login to Zoom please indicate your name surname and hall number,
exp. H-1, Rabia DENİZ**

10.04.2021
SESSION-1 HAL-1
MODERATOR: Dr. Öğr. Üyesi Ömer Faruk CİHAN

TURKEY TIME
10:00-12:30

AUTHORS	UNIVERSITY/INSTITUTION	TOPIC TITLE
Araş. Gör. Gamze BOLKAN & Prof. Dr. Aslı SEÇİLMİŞ	Gaziantep Üniversitesi, Dış Hekimliği Fakültesi Protetik Dış Tedavisi Ana Bilim Dalı & Gaziantep Üniversitesi, Dış Hekimliği Fakültesi Protetik Dış Tedavisi Ana Bilim Dalı	KONDROSARKOMA BAĞLI GELİŞEN MAXİLLAR REZEKSİYONUN PROTETİK TEDAVİ İLE REHABİLİTASYONU
Uzman Doktor Rabia DENİZ	T.C. Sağlık Bakanlığı İstanbul Başakşehir Çam ve Sakura Şehir Hastanesi, İç Hastalıkları Kliniği	KRONİK BÖBREK HASTALIĞI OLAN COVID-19 HASTALARINDA ANORMAL FERRİTİN ARTIŞI VE CİDDİ LENFOPENİ HER ZAMAN MAKROFAJ AKTİVASYON SENDROMUNA İŞARET ETMEYEBİLİR
Uzman Doktor Erdem BİRGİ & Asistan Doktor Selda GÜVEN & Doktor Öğretim Üyesi Zeynep Banu AYDIN	Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Dışkapı Yıldırım Beyazıt Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Radyoloji Kliniği & Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Dışkapı Yıldırım Beyazıt Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Radyoloji Kliniği & Hitit Üniversitesi, Erol Olçok Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Radyoloji Kliniği	SEMPTOMATİK BAKER KİSTLERİNİN ULTRASON EŞLİĞİNDE PERKÜTAN TEDAVİSİ
Dr. Öğr. Üyesi Serhat ÖRÜN	Namık Kemal Üniversitesi, Tıp Fakültesi Acil Tıp Anabilim Dalı	ACİL SERVİSTE AKUT PANKREATİT HASTALARININ GÖRÜNTÜLEME İSTEMLERİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER, 63 VAKALIK RETROSPEKTİF ÇALIŞMA
Dr. Melike Ruşen METİN & Dr. Mustafa KARAOĞLANOĞLU	Medipol Üniversitesi Pendik Hastanesi, Radyoloji Bölümü & Ankara Bilkent Şehir Hastanesi, Onkoloji-Radyoloji	MİDE TÜMÖRÜ HASTALARINDA CT'DE SAPTANAN EXTRAMURAL VASKÜLER İNVAZYONUN PROGNOTİK İZLEME KATKISI

Dr. Öğr. Üyesi Ömer Faruk CİHAN & Yüksek Lisans Öğrencisi Kübra DEVECİ	Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi, Anatomi Ana Bilim Dalı & Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi, Anatomi Ana Bilim Dalı	BIFRUCATIO CAROTIDIS AÇISI İLE SEVİYESİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ
Dr. Öğr. Üyesi Ömer Faruk CİHAN & Yüksek Lisans Öğrencisi Habibe CAN & Doç. Dr. Eda Didem YALÇIN	Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi, Anatomi Ana Bilim Dalı & Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi, Anatomi Ana Bilim Dalı & Gaziantep Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Ana Bilim Dalı	SINUS MAXILLARIS'İN MORFOLOJİK ÖZELLİKLERİ VE SINUS TABANININ POSTERIOR MAXILLAR DİŞLERLE OLAN İLİŞKİSİNİN İNCELENMESİ
Dyt. Ecem ÖZTÜRK & Öğr. Gör. Başak ÖNEY	Bezmialem Vakıf Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü & Bezmialem Vakıf Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü	MİYOKARD İNFARKTÜSÜ VE PROBIYOTİK İLİŞKİSİ
Dyt. Aslı YILMAZ & Öğr. Gör. Başak ÖNEY	Bezmialem Vakıf Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü & Bezmialem Vakıf Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü	ANOREKSİYA NERVOZADA BAĞIRSAK MİKROBİYOTASININ ROLÜ
Araş. Gör. Dt. Nuray ZULKADİR & Prof. Dr. Aslı SEÇİLMİŞ	Gaziantep Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Bölümü & Gaziantep Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Bölümü	EDİNSEL MAKSİLLER DEFEKTİN PROTETİK REHABİLİTASYONU ÜZERİNE OLGU SUNUMU
Dr. Öğretim Üyesi Fatih TARLAK	İstanbul Gedik Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü	EVALUATION OF WHITE MEAT PRODUCTS SAFETY WITH DYNAMIC INVERSE ANALYSIS METHOD

10.04.2021

SESSION-1 HAL-2

MODERATOR: Dr. Öğr. Üyesi Münevver SÖNMEZ

TURKEY TIME
10:00-12:30

MOROCCO TIME
08:00-10:30

AUTHORS	UNIVERSITY/INSTITUTION	TOPIC TITLE
Fikret ALTINDAĞ	Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Tıp Fakültesi	STREPTOZOTOSİN İLE OLUŞTURULAN DENEYSEL DİYABETTE FERULA RİGİDULA EKSTRAKTININ PANKREATİK β HÜCRELERİNİN İNSÜLİN İMMÜNREAKTİVİTESİNE ETKİSİ
Arş. Gör. Uzm. Dr. Vildan GÜNGÖRER	Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi, Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Ana Bilim Dalı, Çocuk Romatolojisi Bilim Dalı	ÇOCUK ROMATOLOJİ POLİKLİNİĞİNE KAS İSKELET SİSTEMİ AĞRISI NEDENİYLE BAŞVURAN HASTALARIN DEĞERLENDİRİLMESİ: TEK MERKEZ DENEYİMİ
Ikram TIABI & Mohamed Nabil BEN CHEKROUN & Moulay Mustapha ENNAJI	Sciences et Techniques-Mohammedia. Université Hassan II, Laboratoire de Virologie, Microbiologie, Qualité et Biotechnologies/ Ecotoxicologie et Biodiversité, Faculté des & -- & Sciences et Techniques-Mohammedia. Université Hassan II, Laboratoire de Virologie, Microbiologie, Qualité et Biotechnologies/ Ecotoxicologie et Biodiversité, Faculté des	MOLECULAR CHARACTERIZATION OF ONCOGENIC GENETIC MUTATIONS (BRAF) ASSOCIATED WITH PROSTATE CANCER IN A MOROCCAN POPULATION
Öğretim Görevlisi Bahar ERDOĞAN	Yozgat Bozok Üniversitesi, Çekerek Fuat Oktay Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu	TRAKEOSTOMİ AÇILMIŞ OLAN PNÖMONİ TANILI HASTANIN HEMŞİRELİK SÜRECİNİN OREM ÖZ BAKIM EKSİKLİĞİ HEMŞİRELİK KURAMI'NA GÖRE DEĞERLENDİRİLMESİ

<p>Araş Gör. Dt. Gökçe KEÇECİ & Dr. Öğr. Üyesi Özge PARLAR ÖZ & Doç. Dr. Nermin DEMİRKOL</p>	<p>Gaziantep Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı & Gaziantep Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı & Gaziantep Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı</p>	<p>SONRADAN KAZANILMIŞ BİR MAKSİLLER DEFEKTİN PROTETİK OBTURASYONU</p>
<p>Dr. Öğr. Üyesi Münevver SÖNMEZ & Dr. Öğr. Üyesi Öznur GÜRLEK KISACIK & Hem. Lisans Öğrencisi Berat GÖNEN & Hem. Lisans Öğrencisi Seda TOKSES</p>	<p>Atılım Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü, Hemşirelik Esasları Anabilim Dalı & Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi Hemşirelik Esasları Anabilim Dalı & Bülent Ecevit Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi Hemşirelik Esasları Anabilim Dalı & Bülent Ecevit Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi Hemşirelik Esasları Anabilim Dalı</p>	<p>HEMŞİRELİK ÖĞRENCİLERİNİN ORAL İLAÇ UYGULAMALARINA İLİŞKİN BİLGİ VE BECERİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ</p>
<p>Uzm. Dr. İsa YILMAZ & Prof. Dr. Harun PERU</p>	<p>Selçuk Üniversitesi, Tıp Fakültesi & Selçuk Üniversitesi, Tıp Fakültesi</p>	<p>HAFİF DERECELİ ANTENATAL HİDRONEFROZ NE KADAR ÖNEMLİ?</p>
<p>Fatma Hilal YILMAZ & Buket KARA</p>	<p>Dr. Ali Kemal Belviranlı Kadın Doğum ve Çocuk Hastanesi, Neonotoloji Kliniği & Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi, Çocuk Hematoloji Bilim Dalı</p>	<p>COVID-19 TANILI GEBE BEBEKLERİNİN HEMATOLOJİK PARAMETRELERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ</p>
<p>Uzm. Dr. Ömer Faruk ALTAŞ</p>	<p>Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Ankara Eğitim Ve Araştırma Hastanesi, Anesteziyoloji Ve Reanimasyon Anabilim Dalı</p>	<p>GEBEDE ULTRASON EŞLİĞİNDE İNFRAKLAVİKULAR BLOK</p>
<p>Uzman Doktor Sümerya Duru BİRGİ & Uzman Doktor Esra GÜMÜŞTEPE & Prof. Doktor Serap AKYÜREK & Prof. Doktor Şaban Çakır GÖKÇE</p>	<p>Ankara Üniversitesi, Tıp Fakültesi Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı & Gülhane Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı & Ankara Üniversitesi, Tıp Fakültesi Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı & Ankara Üniversitesi, Tıp Fakültesi Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı</p>	<p>SPİNAL GLİOBLASTOM TANILI OLGUDA ADJUVAN RADYOKEMOTERAPİ</p>

<p>Uzman Doktor Esra GÜMÜŞTEPE & Uzman Doktor Sümerya Duru BİRGİ & Prof. Doktor Serap AKYÜREK & Prof. Doktor Şaban Çakır GÖKÇE</p>	<p>Gülhane Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Radyasyon Onkolojisi Anabilimdalı & Ankara Üniversitesi, Tıp Fakültesi Radyasyon Onkolojisi Anabilimdalı & Ankara Üniversitesi, Tıp Fakültesi Radyasyon Onkolojisi Anabilimdalı & Ankara Üniversitesi, Tıp Fakültesi Radyasyon Onkolojisi Anabilimdalı</p>	<p>ÇOCUKLUK ÇAĞI EPANDİMOM HASTASINDA ÜÇÜNCÜ SERİ RADYOTERAPİ TEDAVİSİ: OLGU SUNUMU</p>
--	--	---

10.04.2021

SESSION-1 HAL-3

MODERATOR: Dr. Öğr. Üyesi İsmail Doğan KÜLCÜ

TURKEY TIME
10:00-12:30

ETHIOPIA TIME
10:00-12:30

MOROCCO TIME
08:00-10:30

NIGERIA TIME
08:00-10:30

AUTHORS	UNIVERSITY/INSTITUTION	TOPIC TITLE
Dr. Andaç Batur ÇOLAK & Prof. Dr. Mustafa BAYRAK	Niğde Ömer Halisdemir University, Engineering Faculty, Mechanical Engineering Department & Niğde Ömer Halisdemir University, Engineering Faculty, Mechanical Engineering Department	PROPOSING OF A NEW CORRELATION FOR DETERMINING THERMAL CONDUCTIVITY OF Al ₂ O ₃ - Cu//WATER HYBRID NANOFLUID
Yüksek Lisans Öğrencisi Rabia YILMAZ & Doç. Dr. Rabia ÇAKIR KOÇ	Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyomühendislik Bölümü & Yıldız Teknik Üniversitesi, Kimya- Metalurji Fakültesi, Biyomühendislik Bölümü	NANOPARTİKÜLER SİSTEMLERE ENKAPSÜLE EDİLMİŞ AYNI SAFA (CALENDULA OFFICINALS) EKSTRAKTİNİN ANTİKANSER VE ANTİOKSİDAN AKTİVİTESİNİN İNCELENMESİ
Dr. Öğr. Üyesi İsmail Doğan KÜLCÜ	İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Malzeme Bilimi ve Mühendisliği Bölümü	ÇİFT AĞLI POLİSAKKARİT HİDROJELLERİN YAPISAL KARAKTERİZASYONU İÇİN MODEL
Hajar Sadeq & Abdelkader Nasser & Abdelhamid Kerkour El Miad	University Mohammed Premier Oujda, Laboratory of Materials, Wave, Energy and Environment (LaMOn2E), Faculty of Science & University Mohammed Premier Oujda, Laboratory of Materials, Wave, Energy and Environment (LaMOn2E), Faculty of Science & University Mohammed Premier Oujda, Laboratory of Materials, Wave, Energy and Environment (LaMOn2E), Faculty of Science	EFFECT OF A HUMID ENVIRONMENT ON THE CORROSION RESISTANCE OF STAINLESS STEELS: COMPARISON BETWEEN AISI 304 STEEL AND AISI 316L STEEL

ANKARA INTERNATIONAL CONFERENCE ON SCIENTIFIC RESEARCH-IV

April 10-11, 2021 / www.ankarakongresi.org

THE BOOK OF FULL TEXTS
(APPLIED SCIENCES)

Yüksek Lisans Öğrencisi Hasan SAÇ	Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Ana Bilim Dalı	APOPTOZİS VE APOPTOZİSTE GÖREV ALAN ENZİMLER
Ali SAVRAN & Ali Rıza KUL & Adnan ALDEMİR & Nilüfer ÇİRİĞ SELÇUK & Şenol KUBİLAY	Van Yüzüncü Yıl University, Chemistry Department, Faculty of Science & Van Yüzüncü Yıl University, Chemistry Department, Faculty of Science & Van Yüzüncü Yıl University, Chemical Engineering Department, Faculty of Engineering & Van Yüzüncü Yıl University, Biology Department, Faculty of Science & Van Yüzüncü Yıl University, Chemistry Department, Faculty of Science	ADSORPTION STUDIES WITH PALIURUS SPINA-CHRISTI MILL. FRUTIS AND SEEDS FOR REMOVAL CR (III) IONS FROM AQUEOUS SOLUTION
USMAN, A AND SUNDAY, J.A	Kwara State Polytechnic, Department of Science Laboratory Technology (Physics/ Electronics Unit)	CHARACTERISTIC VARIATION OF ULTRAVIOLET LIGHT AND AIR TEMPERATURE AT A TROPICAL LOCATION IN ILORIN, KWARA STATE, NIGERIA
Prof. Dr. Tahir YAVUZ & Turgut SAŞMAZ	Başkent Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü & Başkent Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü	ABSORBSİYONLU SOĞUTMA SİSTEMLERİNDE LİTYUM BROMÜR-SU VE AMONYAK-SU ÇALIŞMA ÇİFTLERİNİN TERMODİNAMİK VE EKSERJİ ANALİZLERİ

10.04.2021

SESSION-1 HAL-4

MODERATOR: Prof. Dr. Tamer SINMAZÇELİK

TURKEY TIME
10:00-12:30

INDIA TIME
12:00-14:30

NIGERIA TIME
08:00-10:30

AUTHORS	UNIVERSITY/INSTITUTION	TOPIC TITLE
Yıldırım ÖZÜPAK	Dicle Üniversitesi, Silvan Meslek Yüksekokulu, Elektrik ve Enerji Programı	KABLOSUZ GÜÇ AKTARIMININ TARİHÇESİ VE MEVCUT TEKNOLOJİLER
Yıldırım ÖZÜPAK	Dicle Üniversitesi, Silvan Meslek Yüksekokulu, Elektrik ve Enerji Programı	KABLOSUZ GÜÇ AKTARIMININ ANSYS-MAXWELL İLE MODELLENMESİ
Doç. Dr. Sinem ERDEN GULEBAGLAN & Doç. Dr. Emel KİLİT DOĞAN	Van Yüzüncü Yıl University, Van Vocational School, Department of Electric and Energy & Van Yüzüncü Yıl University, Physics Department, Faculty of Sciences	HALF-HEUSLER LiInSn ALAŞIMININ YAPISAL ELEKTRONİK VE DİNAMİK ÖZELLİKLERİ
Ebra Nur ZUREL & Dr. Öğr. Üyesi Muzaffer ASLAN	Bingöl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yenilebilir Enerji Sistemleri & Bingöl Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği	ELEKTRİKLİ CİHAZLARININ ZAMAN SERİSİ ÖZELLİKLERİNE GÖRE BELİRLENMESİ
Olaore Kayode.Olatunde & Prof.Danshehu Bagudu.Gwadangwaji & Usman Abdulkarim	Kwara State Polytechnic, Department of Physics & Usmanu Danfodiyo University, Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering & Kwara State Polytechnic, Department of Physics	INVESTIGATING THE OPERATIONAL PARAMETERS OF A CENTRIFUGAL PUMP USED IN REVERSE MODE AS TURBINE FOR ELECTRICITY GENERATION
Doç. Dr. Selami KESLER & Öğr. Gör. Ömer BOYACI & Dr. Öğr. Üyesi Mustafa TÜMBEK	Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Elektronik Müh. & Pamukkale Üniversitesi, Çardak OSB MYO, Elektronik ve Otomasyon & Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Elektronik Müh.	ELEKTRİKLİ ARAÇLARDA ENERJİ YÖNETİMİ VE VERİMLİLİĞİNİN ANALİZ EDİLMESİ İÇİN BİR TEST SİSTEMİ TASARIMI

<p>Abidin TOKER & Prof. Dr. Tamer SINMAZÇELİK</p>	<p>Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı & Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü, Konstrüksiyon Anabilim Dalı</p>	<p>DAİRESEL KESİTLİ ÇARPIŞMA KUTULARININ ÜZERİNE AÇILAN OYUKLARIN VE KONİKLİK AÇISININ ÇARPIŞMA PERFORMANSINA ETKİSİNİN İNCELENMESİ</p>
<p>Araştırma Görevlisi Pelin ÖZZAİM & Prof. Dr. Tamer SINMAZÇELİK & Doç. Dr. Sinan FİDAN</p>	<p>Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü & Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü & Kocaeli Üniversitesi, Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi Uçak Gövde ve Motor Bakımı Bölümü</p>	<p>PTFE VE KOMPOZİTLERİNİN PARTİKÜL EROZYONU DAVRANIŞI</p>
<p>Caner YALÇIN & Rabia EDİS & Ömer Emre UÇAKKUŞ & Prof. Dr. Tamer SINMAZÇELİK</p>	<p>Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı & Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı & Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı & Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü, Konstrüksiyon Anabilim Dalı</p>	<p>DERİN ÇEKME İŞLEMİNDE ZIMBA HIZI DEĞİŞİMİNİN VE YAĞLAYICI KULLANIMININ ETKİLERİNİN NÜMERİK VE DENEYSEL OLARAK İNCELENMESİ</p>

10.04.2021
SESSION-2 HAL-1
MODERATOR: Öğr. Gör. Dr. Seyit Ali KAMANLI

TURKEY TIME
13:00-15:30

AUTHORS	UNIVERSITY/INSTITUTION	TOPIC TITLE
Instructor Nur KORKMAZ & Prof. Dr. Fatma ÜNAL & Prof. Dr. Deniz YÜZBAŞIOĞLU	Istanbul Kent University, Vocational School of Health Services & Gazi University, Department of Biology, Science Faculty & Gazi University, Department of Biology, Science Faculty	SAFETY OF NANOPARTICLES USED IN CANCER THERAPY
Research Assistant Ece AKBAŞ & Prof. Dr. Fatma ÜNAL & Prof. Dr. Deniz YÜZBAŞIOĞLU	Gazi University, Science Faculty, Department of Biology & Gazi University, Science Faculty, Department of Biology & Gazi University, Science Faculty, Department of Biology	INVESTIGATING GENOTOXIC EFFECT OF GADOBUTROL BY IN VITRO CHROMOSOME ABERRATIONS TEST
Doktora Öğrencisi İrem Funda DURAN & Prof. Dr. Fatma ÜNAL & Prof. Dr. Deniz YÜZBAŞIOĞLU	Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı (Moleküler Biyoloji ve Genetik) & Gazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Moleküler Biyoloji ve Genetik Ana Bilim Dalı & Gazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Moleküler Biyoloji ve Genetik Ana Bilim Dalı	ÇUBUK BENZERİ TiO ₂ , PEDOT KAPLI ÇUBUK BENZERİ TiO ₂ VE PEDOT NANOPARTİKÜLLERİNİN IN VITRO GENOTOKSİK ETKİSİ
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet DAYI	Düzce Üniversitesi, Ormancılık Meslek Yüksekokulu	BİTKİ PARAZİTİ NEMATODLARDA HÜCRE DUVARINI PARÇALAYAN ENZİMLERİN ÇEŞİTLİLİĞİNİN ANALİZİ
Doç. Dr. Mehmet Fuat GÜLHAN	Aksaray Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Programı	KOMBU ÇAYININ BESİNSEL ÖĞELERİ VE İNSAN SAĞLIĞI ÜZERİNE ETKİLERİ

Lisans Öğrencisi Kübra AYKAN & Lisans Öğrencisi Aleyna HALICI & Lisans Öğrencisi Açelya SEYREK & Prof. Dr. Fatma ÜNAL & Prof. Dr. Deniz YÜZBAŞIOĞLU	Gazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü & Gazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü & Gazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü & Gazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü & Gazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü	NANOPARTİKÜLLERİN GENOTOKSİK ETKİLERİ
Doktora Öğrencisi Elif ESEN & Prof. Dr. M. Nalan DEMİR	Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoteknoloji Anabilim Dalı & Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Fakültesi Kimya Bölümü	HASTALIKLARIN TANISI İÇİN ÜRE TAYİNİNE YÖNELİK MOLEKÜLER BASKILAMA TEMELLİ BİYOSENSÖR SİSTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ
Öğr. Gör. Dr. Seyit Ali KAMANLI	Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi	BİRLEŞİK KRALLIKTA BULUNAN THAMES NEHRİNDEKİ, ÇİN ELDİVENLİ YENGEÇİNİN FEKONDİTESİ VE KULUÇKA POTANSİYELİ
Öğr. Gör. Dr. Seyit Ali KAMANLI	Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi	BAZI KABUKLULARIN TAKSONOMİK TANIMLAMALARINDA KULLANILAN İLERİ GÖRÜNTÜLEME TEKNİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

10.04.2021
SESSION-2 HAL-2
MODERATOR: Doç. Dr. Ali AYGÜN

TURKEY TIME
13:00-15:30

AUTHORS	UNIVERSITY/INSTITUTION	TOPIC TITLE
Dr. Öğr. Gör. Hüseyin Baki ÇİFTÇİ & Doç. Dr. Ali AYGÜN	Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Hayvan Yetiştirme Anabilim Dalı & Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Hayvan Yetiştirme Anabilim Dalı	TAVUK GnRH-I HORMONUNUN İLK YUMURTANIN VE İLK FERTİL YUMURTANIN YUMURLAMASI İÇİN GEREKLİ SÜREYE ETKİSİ
Doktora Öğrencisi Ahmet AKTAR & Doç. Dr. Selim ALÇAY	Bursa Uludağ Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Dölerme ve Sunı Tohumlama Anabilim Dalı, & Bursa Uludağ Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Dölerme ve Sunı Tohumlama Anabilim Dalı	DÜVELERDE SEXED SPERMA İLE YAPILAN SUNİ TOHURLAMA SIRASINDA SPERMANIN UYGULANMA BÖLGESİNİN GEBELİK BAŞARISI ÜZERİNE ETKİSİ
Yüksek Lisans Öğrencisi Mustafa NALBANT & Prof. Dr. Mehmet YAĞMUR	Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü & Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi	KIRŞEHİR EKOLOJİK KOŞULLARINDA BAZI NOHUT (Cicer arietinum L.) ÇEŞİTLERİNİN TANE VERİMİ VE VERİM ÖĞELERİNİN BELİRLENMESİ ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA
Öğretim Görevlisi Merve BEKTAŞ & Doç. Dr. Halil İbrahim GÜLER & Doç. Dr. Aykut SAĞLAM & Prof. Dr. Ali Osman BELDÜZ	Gümüşhane Üniversitesi, Şiran Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü & Karadeniz Teknik Üniversitesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü & Karadeniz Teknik Üniversitesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü & Karadeniz Teknik Üniversitesi, Biyoloji Bölümü	ERWINIA AMYLOVORA EAKKB29 İZOLATININ HARPİN GENİNİN KLONLANMASI, pET28a(+) VEKTÖRÜNDE EKSPRESYONU VE ALTINDANE EKMEKLİK BUĞDAY (TRITICUM AESTIVUM L.) FİDELERİ ÜZERİNDE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Yüksek Lisans Öğrencisi Meryem ÖCAL & Doç. Dr. Ömer SÖZEN	Koçaş Tarım İşletmesi Müdürlüğü & Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi	AKSARAY EKOLOJİK KOŞULLARINDA BAZI KURU FASULYE (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) ÇEŞİT/HATLARIN MORFO- AGRONOMİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA
Dr. Sezen TOKSOY KÖSEOĞLU & Dr. Öğr. Üyesi Ali DOĞRU	Sakarya Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi & Sakarya Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi	TUZ STRESİ ALTINDAKİ HIYAR BİTKİLERİNDE DIŞSAL PROLİN UYGULAMALARININ FOTOSİSTEM II AKTİVİTESİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ
Öğretim Görevlisi Zeynep NALE	Bandırma Onyeddi Eylül Üniversitesi, Susurluk Meslek Yüksekokulu	GLÜTENSİZ GIDA GELİŞTİRİLMESİNE YÖNELİK ÇALIŞMALARDA YALANCI TAHİL (PSEUDOCEREAL) TOHUMLARININ KULLANIM İMKANLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ
Gizem GİRGİN & Zir. Yük. Müh. Mehmet İbrahim YILMAZ & Doç. Dr. Özge KARAKAŞ METİN	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü & Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü & Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi	YAZLIK KABAK (<i>Cucurbita pepo</i> L.) GERMPLAZMININ KABAK SARI MOZAIK VİRÜS (ZYMV) DAYANIKLILIĞI AÇISINDAN SSR MARKIRLARI İLE İNCELENMESİ
Dr. Kadriye ALTAY & Dr. Gülşah ÇALIŞKAN KOÇ & Prof. Dr. Ali Adnan HAYALOĞLU	Zeytincilik Araştırma Enstitüsü, Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü & Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü & İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü	FARKLI UN ÇEŞİTLERİ İLE ÜRETİLEN TARHANA ÇORBALARININ REOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

10.04.2021
SESSION-2 HAL-3
MODERATOR: Prof. Dr. Sertif DEMİR

TURKEY TIME
13:00-15:30

KAZAKHISTAN TIME
16:00-18:30

AUTHORS	UNIVERSITY/INSTITUTION	TOPIC TITLE
Yüksek Lisans Öğrencisi Nur Sena OĞUZ	Kırıkkale Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Maliye Anabilim Dalı	KRİPTO PARALARIN VERGİSEL AÇIDAN İNCELENMESİ
Doç. Dr. Mercan HATIPOĞLU	Çankırı Karatekin Üniversitesi, İşletme Bölümü	FİNANSAL REFORMLARIN YATIRIMLARA ETKİSİ: 1973-2005 DÖNEMİ İÇİN TÜRKİYE ÜZERİNE BİR DENEME
Dr. Süleyman Ruhi AYDEMİR	Ticaret Başmüfettişi Ticaret Bakanlığı	KURGU YATIRIM VE PİRAMİT SATIŞ SİSTEMLERİNE KARŞI DEVLETİN MÜDAHALEÇİ ROLÜ
Yüksek Lisans Öğrencisi Ayjahan ATAJANOVA	Kırıkkale Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Maliye Ana Bilim Dalı	ULUSLARARASI GÖÇÜN EKONOMİYE OLAN ETKİSİ
Dr. Öğretim Üyesi Rana DAYIOĞLU ERUL	Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Maliye Bölümü	KAYGAN YAMAÇ HİPOTEZİ: BAĞIMSIZLIK DÜZEYLERİ ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA
Professor Dr. Sertif DEMİR	THK Üniversitesi, İşletme Fakültesi, Lojistik Bölümü	THE IMPACT OF COVID 19 PANDEMIC ON TURKEY'S LOGISTICS SECTOR
Yüksek Lisans Öğrencisi Pelin ŞENYÜREK KOÇ	Kırıkkale Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Maliye Anabilim Dalı	SAĞLIK HARCAMALARININ EKONOMİK BÜYÜME ÜZERİNDEKİ ETKİSİ
Yüksek Lisans Öğrencisi Esra KOÇ DOĞRU	Kırıkkale Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Maliye Ana Bilim Dalı	TÜRKİYE'DE TELEKOMÜNİKASYON ALANINDAKİ REGÜLASYONLAR
Prof. Dr. Abdulkemir ÇALIŞKAN & Dr. Deniz KOÇAK & Dr. Yasin ERTÜRK	Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Maliye Bölümü & Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri Bölümü & Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Maliye Bölümü	ENERJİ GÖSTERGELERİ AÇISINDAN G20 ÜLKELERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ: HİYERARŞİK KÜMELEME ANALİZİ UYGULAMASI

Yüksek Lisans Öğrencisi Büşra
EROĞLU

Kırıkkale Üniversitesi, Sosyal
Bilimler Enstitüsü Maliye
Anabilim Dalı

ÇEVRESEL BİR VERGİ OLAN
KARBON VERGİSİ

10.04.2021

SESSION-3 HAL-1

MODERATOR: Doç. Dr. Gülçin Cankız ELİBOL

TURKEY TIME
16:00-18:30

NIGERIA TIME
14:00-16:30

AZERBAIJAN TIME
17:00-19:30

AUTHORS	UNIVERSITY/INSTITUTION	TOPIC TITLE
Öğr. Gör. Ahmet TAŞ & Dr. Öğr. Üyesi Hakan Tahiri MUTLU	Gümüşhane Üniversitesi, Şiran Sağlık Hizmetleri MYO & Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi	GİRİŞİMCİLİĞE KAVRAMSAL BAKIŞ
Dr. Ahmet Cevdet AŞKIN	Kitle iletişimi alanında bağımsız araştırmacı	SİYASAL İLETİŞİM BAĞLAMINDA KAMUSAL ALANDA SÖYLEM KURULUMUNA ELEŞTİREL BİR YAKLAŞIM
Dr. Akif ÇARKÇI	T.C. Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Kütüphane Dokümantasyon Daire Başkanlığı, Şube Müdürü	BİR KARŞILAŞTIRMALI SİYASET ÇALIŞMASI: FRANSA VE İNGİLTERE'DE MERKEZ – YEREL İLİŞKİLERİ
Dilarə Hacıyeva	Bakı Slavyan Universitetinin Beynəlxalq münasibətlər kafedrasının dosenti, t.ü.f.d.	ƏSASSIZ ƏRAZİ İDDİALARI MUNAQİŞƏ VƏ MÜHARİBƏLƏRƏ SƏBƏB OLUR
Doç. Dr. Gülçin Cankız ELİBOL	Hacettepe Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü	1995'TEN BUGÜNE TASARIM TESCİL VERİLERİ: ANKARA ÖRNEĞİ
Dr. Öğr. Üyesi Uğur SAYLAN & Yüksek Lisans Öğrencisi Fatma YOĞURTCU & Yüksek Lisans Öğrencisi Hakan GEYİK	Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Tavşanlı Uygulamalı Bilimler Fakültesi Turizm İşletmeciliği Bölümü & Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Turizm İşletmeciliği Anabilim Dalı & Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Turizm İşletmeciliği Anabilim Dalı	MOTİVASYONUN TURİST DAVRANIŞLARI ÜZERİNDEKİ ETKİSİ: ANKARA ÖRNEĞİ
Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölüm Başkanı, Dr. Öğr. Üyesi Hakkı ÇILGINOĞLU & Yüksek Lisans Öğrencisi Sercan AYTUĞAR	Kastamonu Üniversitesi, Turizm Fakültesi & Kastamonu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü	YÖRESEL YEMEKLERİN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİNDE STANDART REÇETELENDİRMEİNİN ÖNEMİ: BOLU MUTFAĞI ÖRNEĞİ

ANKARA INTERNATIONAL CONFERENCE ON SCIENTIFIC RESEARCH-IV

April 10-11, 2021 / www.ankarakongresi.org

THE BOOK OF FULL TEXTS
(APPLIED SCIENCES)

10.04.2021
SESSION-3 HAL-2
MODERATOR: Doç. Dr. Hasan ÇİFTÇİ

TURKEY TIME
16:00-18:30

PAKISTAN TIME
18:00-20:30

AUTHORS	UNIVERSITY/INSTITUTION	TOPIC TITLE
Sevgi YAŞAR & Doç. Dr. Mustafa YEŞİLYURT	Yıldız Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Temel Eğitim Anabilim Dalı İstanbul & Yıldız Teknik Üniversitesi, Eğitim Fakültesi Temel Eğitim Bölümü Sınıf Eğitimi Ana Bilim Dalı	İLKOKUL 3. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN NOKTALAMA İŞARETLERİN YAPISALCI VE GELENEKSEL YÖNTEMLERLE ÖĞRETİLMESİ KONUSU İLE DEĞERLENDİRİLMESİ
Yüksek Lisans Öğrencisi Betül SERİNPİNAR & Doç. Dr. Mustafa YEŞİLYURT	Yıldız Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Temel Eğitim Anabilim Dalı & Yıldız Teknik Üniversitesi, Sınıf Öğretmenliği Bölümü	İLKOKULDA MİLLİ BİLİNÇ VE KİMLİK
Ebru SEFER & Doç. Dr. Mustafa YEŞİLYURT	Yıldız Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sınıf Öğretmenliği Yüksek Lisans Programı & Yıldız Teknik Üniversitesi, Temel Eğitim	SINIF ÖĞRETMENİ VE ÇOCUK EDEBİYATI
Doç. Dr. Mustafa YEŞİLYURT & Tezsiz Yüksek Lisans Öğrencisi Aslı ÇAPAR	Yıldız Teknik Üniversitesi, Eğitim Fakültesi & Yıldız Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Temel Eğitim Anabilim Dalı	ADAY ÖĞRETMENLERİN ADAYLIK SÜRECİNDE KARŞILAŞTIKLARI GÜÇLÜKLERİN İNCELENMESİ
Dr. Öğr. Üyesi Cengiz SERTKAYA	Ostim Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi	YAPAY BAĞIŞIKLIK SİSTEMİ KULLANILARAK ÖĞRENCİ DERS PERFORMANSININ TAHMİN EDİLMESİ
Yüksek Lisans Öğrencisi Melani ERKAN & Dr. Öğretim Üyesi Cevdet ŞANLI	Yıldız Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Sınıf Öğretmenliği & Yıldız Teknik Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Temel Eğitim Bölümü, Sınıf Eğitimi	SINIF ÖĞRETMENLERİNİN İLK OKUMA-YAZMA SÜRECİNDE KARŞILAŞTIKLARI ZORLUKLAR
Dr. Öğr. Üyesi Luay Hatem YAQOOB	Ankara Sosyal Bilimler Üniversitesi, İslami İlimler Fakültesi Temel İslam Bilimleri Bölümü	ARAPÇA VE ONLİNE EĞİTİM: SORUNLAR VE ÇÖZÜMLER

Rehana Kanwal & M.Farooq Shakir	National College of Business Administration and Economics, Department of Islamic Studies & Higher Secondary Schools	ROLE OF ISLAMIC SYSTEM OF EDUCATION IN MORAL BEHAVIOR AND SPIRITUAL IDENTITY OF MUSLIMS
---------------------------------------	---	--

10.04.2021
SESSION-3 HAL-3
MODERATOR: Doç. Dr. Mehmet ŞAHİN

TURKEY TIME
16:00-18:30

AZERBAIJAN TIME
17:00-19:30

PHILIPPINES TIME
21:00-23:30

INDIA TIME
18:30-21:00

AUTHORS	UNIVERSITY/INSTITUTION	TOPIC TITLE
Yüksek Lisans Öğrencisi Camille NİYONKURU & Doç. Dr. Pınar BİLASA	Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Bölümü/Eğitim Programları ve Öğretim Anabilim Dalı/Eğitimde Program Geliştirme Bölümü & Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Bölümü/Eğitim Programları ve Öğretim Anabilim Dalı	İLKOKUL İNGİLİZCE ÖĞRETİM PROGRAMININ ÖĞRENME-ÖĞRETME SÜRECİ BOYUTUNA PANDEMİ DÖNEMİNİN ETKİSİ (TÜRKİYE – RUANDA ÖRNEĞİ)
Öğrenci Yunus Emre ASLAN & Dr. Öğr. Üyesi Mücella ÖZBAY KARAKUŞ	Yozgat Bozok Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi & Yozgat Bozok Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi	ÖĞRENCİ BİLGİ SİSTEMİ OTOMASYONU-YAZ OKULU DERS SEÇME MODÜLÜ: YOZGAT BOZOK ÜNİVERSİTESİ UYGULAMA ÖRNEĞİ
Doç. Dr. Mehmet ŞAHİN	İstanbul Arel Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Yüksek Okulu	UZAKTAN EĞİTİM SÜRECİNDE ÖĞRETMEN, YÖNETİCİ VE VELİ İŞ BİRLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ
Dr. Crisanto E. Avila	University of the Philippines Open University	DIGITAL INEQUALITY SURVEY TO THE TEACHERS OF ST. ALOYSIUS OF ACADEMY OF DASMARIÑAS: A BASIS FOR DIGITAL TRUST AND INTUITION
Dr. Öğr. Üyesi Sümeyye DERİN & Dr. Öğr. Üyesi Ekrem Sedat ŞAHİN & Arş. Gör. Yeliz ABBAK	Sakarya Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi & Aksaray Üniversitesi, Eğitim Fakültesi & Erciyes Üniversitesi, Eğitim Fakültesi	ÖĞRETMEN ADAYLARININ ÇOK KÜLTÜRLÜLÜK DÜZEYLERİNE GÖRE ZENOFOBİK TUTUMLARININ İNCELENMESİ

Dr. Öğr. Üyesi Malik YILMAZ & Arş. Gör. Dr. Burcu AYDEMİR ŞENAY	Atatürk Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi Bilgi ve Belge Yönetimi Bölümü & Atatürk Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi Bilgi ve Belge Yönetimi Bölümü	BİLGİ VE BELGE YÖNETİMİ BÖLÜMLERİNİN AKADEMİK KADRO İSTİHDAM DURUMLARI
Öğr. Görevlisi Tamer ERMİSKET & Dr. Öğr. Üyesi Alparslan Gazi AYKIN	Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu & Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu	BASKETBOL MİLLİ TAKIMLARIMIZDA YILDIZ VE GENÇ KATEGORİSİNDE BAŞARILI OLAN OYUNCULARIN A TAKIM VE A MİLLİ TAKIM SEVİYESİNDE BAŞARILI OLAMAMA NEDENLERİ

11.04.2021
SESSION-1 HƏL-1
MODERATOR: Doç. Dr. Haydar ÇORUH

TURKEY TIME
11:00-13:30

AZERBAIJAN TIME
12:00-14:30

AUTHORS	UNIVERSITY/INSTITUTION	TOPIC TITLE
Doç. Dr. Haydar ÇORUH	Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Tarih Bölümü	İKİNCİ DÜNYA SAVAŞI ÖNCESİNDE KATOLİK KİLİSESİ VE YAHUDİLER
Dr. Öğr. Üyesi Osman AKTAŞ	Ankara Sosyal Bilimler Üniversitesi, İslami İlimler Fakültesi Temel İslam Bilimleri Bölümü	TÜRKÇENİN MİSİR LEHÇESİNE ETKİLERİ
Şəlalə Bağirova	Azərbaycan Dillər Universiteti , Qafqazşünaslıq və Azərbaycan tarixi ləfəzələri tarix üzrə fəlsəfə doktoru	RUSIYA İMPERİYASI DÖVRÜNDƏ ŞİMALİ AZƏRBAYCANDA İCTİMAİ TƏŞKİLATLARIN TƏŞƏKKÜLÜ
Doktorantı Ramilə Yusif qızı Süleymanova	Azərbaycan Dövlət Aqrar Universitetinin Dillər kafedrasının müəllimi	TÜRKİYƏ TÜRKÇƏSİ İLƏ MÜŞTƏRƏK DİALEKT SÖZLƏRİNİN KOMMUNİKATİV FUNKSİYASI
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet ÜMÜTLİ	Pamukkale Üniversitesi, İlahiyat Fakültesi İslam Hukuku Anabilim Dalı	İSLAM'DA AKLIN KORUNMASINA YÖNELİK HÜKÜMLERİN TEMEL DİNAMİKLERİ (Zarûriyyât-ı Hamse Bağlamında Bir Değerlendirme)
Dr. Gökçe MARŞAP	İstanbul Arel Üniversitesi, İletişim Fakültesi	KURTULUŞ SAVAŞI TARİHİ FİLM AFİŞLERİ (1923-1950 DÖNEMİ)
Dr. Öğr. Üyesi Yaşar ÜNAL	Çankırı Karatekin Üniversitesi, İslami İlimler Fakültesi Kelam ve İtikadî İslam Mezhepleri Ana Bilim Dalı-Kelam Bilim Dalı	KUR'AN'IN BİREY VURGUSU
Assoc. Prof. Dr. Güler DEMİR	Kastamonu University, Faculty of Science and Letters, Department of Information and Records Management	READING IN THE DIGITAL AGE: A THEORETICAL FRAMEWORK
İskəndərov Anar Hüseyn	Azərbaycan Dövlət İqtisad Universiteti Dizayn kafedrası	QƏDİM HUN İNCƏSƏNƏTİNİN ESTETİK PRİNSİPLƏRİNİN QƏDİM ÇİN İNCƏSƏNƏTİNƏ TƏSİRİ

Dr. Öğrt. Üyesi Filiz BARIN AKMAN	Ankara Sosyal Bilimler Üniversitesi, Yabancı Diller Fakültesi	LUCY GARNETT'İN TÜRKİYE'NİN KADINLARI VE FOLKLORİK ÖZELLİKLERİ (1891) ADLI ESERİNDEKİ OSMANLI KADINI TEMSİLİ: TÜRK MÜSLÜMAN KADINLARININ TOPLUMDAKİ YERİ, HAREM, EVLİLİK, BOŞANMA VE MÜLKİYET HAKLARI
Yüksek Lisans Öğrencisi Tuğçe ESENTÜRK & Dr. Öğr. Üyesi Seher ÖZKAZANÇ	Necmettin Erbakan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şehir ve Bölge Planlama Anabilim Dalı & Necmettin Erbakan Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü	TOPLUMSAL CİNSİYETİN MEKÂNSAL TEZAHÜRÜ: ERİL MEKÂNLAR
Dr. Ayşenur GÜNEŞ	Kastamonu Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Bilgi ve Belge Yönetimi Bölümü	KÜTÜPHANELERİN DEĞİŞEN YAPISI İLE EĞİTİME KATKISI

11.04.2021
SESSION-1 HAL-2
MODERATOR: Dr. Öğr. Üyesi Ender UZABACI

TURKEY TIME
11:00-13:30

LEBANON TIME
10:00-12:30

AUTHORS	UNIVERSITY/INSTITUTION	TOPIC TITLE
Yüksek Lisans Öğrencisi Sibel ORHAN & Yüksek Lisans Öğrencisi Muhammet GÜMÜŞ & Yüksek Lisans Öğrencisi Emine KIZILKAYA & Yüksek Lisans Öğrencisi Ayşenur CEYLAN	Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Sağlık Yönetimi Anabilim Dalı & Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü Sağlık Yönetimi Anabilim Dalı & Karamanoğlu Mehmet Bey Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü Sağlık Yönetimi Anabilim Dalı & Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Sağlık Yönetimi Anabilim Dalı	SAĞLIK HİZMETLERİNDE HASTA MEMNUNİYETİ: ELEŞTİREL BİR İNCELEME
Mirna Fawaz & Esin Kavuran	Beirut Arab University, Faculty of Health Sciences, Nursing Department & Ataturk University, Faculty of Nursing, Nursing Department	LEBANESE NURSING STUDENTS' PERCEPTIONS REGARDING USE OF CONCEPT MAPPING
Öğretim Görevlisi Gülşah ÜNVER	Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü	SEREBRAL PALSİ'Lİ BİREYLERDE SPOR
Ar. Gör. Naile Merve GÜVEN & Prof. Dr. Benay Can EKE	Ankara Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi Farmasötik Toksikoloji Anabilim Dalı & Ankara Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi Farmasötik Toksikoloji Anabilim Dalı	ÇEVRESEL BİR ENDOKRİN BOZUCU: BİSFENOL A VE POLİKİSTİK OVER SENDROMU ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

<p>Yüksek Lisans Öğrencisi Çağla ŞAHİN & Doç. Dr. Dilek ÖZTAŞ & Dr. Abdullah YILDIZBAŞI & Prof. Dr. Ergün ERASLAN</p>	<p>Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü & Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Halk Sağlığı & Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü & Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü</p>	<p>SAĞLIK GÖZETİMİNDE İSG KÜLTÜRÜ</p>
<p>Yüksek Lisans Öğrencisi Erdem YENİ & Doç. Dr. Dilek ÖZTAŞ & Dr. Abdullah YILDIZBAŞI & Prof. Dr. Ergün ERASLAN</p>	<p>Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü & Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Halk Sağlığı & Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü & Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü</p>	<p>SAĞLIK GÖZETİMİNDE TARİHÇE</p>
<p>Dr. Öğr. Üyesi Ender UZABACI</p>	<p>Bursa Uludağ Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Biyometri Anabilim Dalı</p>	<p>SAĞLIK BİLİMLERİ ALANINDA YAPILAN LİSANSÜSTÜ ÇALIŞMALARDA META- ANALİZİ YÖNTEMİNİN KULLANIMI</p>
<p>Arş. Gör. Sema ÇİFTÇİ & Prof. Dr. Ümit Sami SAKALLI</p>	<p>Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi & Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi</p>	<p>DEPREM SONRASI SAĞLIK KAYNAKLARININ OPTİMİZASYON YAKLAŞIMIYLA PLANLANMASI</p>
<p>Araş. Gör. Yusuf BUZDAĞLI & Prof. Dr. Mitat KOZ</p>	<p>Erzurum Teknik Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi & Ankara Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi</p>	<p>ÇOCUKLARDA 12 HAFTALIK FUTBOL ANTRENMANIN BAZI FİZİKSEL VE FİZYOLOJİK PARAMETRELER ÜZERİNE ETKİSİ</p>
<p>Dr. Öğr. Üyesi Tuğçe PAKSOY & Dr. Öğr. Üyesi Özge ÜNLÜ</p>	<p>Beykent Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi & Beykent Üniversitesi, Tıp Fakültesi</p>	<p>HYPERICUM PERFORATUM ESANSİYEL YAĞININ ANTİFUNGAL AKTİVİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ</p>

11.04.2021
SESSION-2 HAL-1
MODERATOR: Öğr. Gör. Cihad DOĞAN

TURKEY TIME
14:00-16:30

INDIA TIME
16:30-19:00

AZERBAIJAN TIME
15:00-17:30

AUTHORS	UNIVERSITY/INSTITUTION	TOPIC TITLE
Yüksek Lisans Öğrencisi Sevtap KAÇAK	Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Halkla İlişkiler ve Tanıtım Anabilim Dalı	SANAYİLEŞME SÜRECİ İÇERİSİNDE DEĞİŞEN TÜKETİM ALIŞKANLIKLARI VE BOŞ ZAMAN KAVRAMI: KIRSAL VE KENTSEL ALANDAKİ BİREYLERİN BOŞ ZAMAN DEĞERLENDİRME BİÇİMLERİ
Öğr. Gör. Kurbanı GEYİK	Hitit Üniversitesi, Rektörlüğü Basın ve Halkla İlişkiler Birimi	YENİ İLETİŞİM ORTAMLARININ TELEVİZYON GAZETECİLİĞİ PRATİKLERİNE ETKİSİ ÜZERİNE ALAN ARAŞTIRMASI
Associate professor Terane MAHMUDOVA	Department of International journalism, Faculty of Journalism, Baku State University	ETHICAL CHALLENGES OF JOURNALISM IN THE AGE OF COMMUNICATION: PARADOXES AND CONTROVERSIAL ISSUES IN THE COVERAGE OF STORIES IN NEW MEDIA
Öğr. Gör. Cihad DOĞAN	Bursa Uludağ Üniversitesi, İnegöl Meslek Yüksekokulu, Pazarlama Programı	MARKA ANTROPOMORFİZMİ: MARKALARIN İNSANLAŞTIRILMASI
Yüksek Lisans Öğrencisi Kübra KARADENİZ KELEŞ & Doç. Dr. Çelebi ULUYOL	Gazi Üniversitesi, Bilişim Enstitüsü, Adli Bilişim Ana Bilim Dalı & Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi, Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bölümü	LINUX İŞLETİM SİSTEMİNDE LOG DOSYALARININ ADLİ BİLİŞİM AÇISINDAN İNCELENMESİ
Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Derviş DERELİ	Erciyes Üniversitesi	TEKNOLOJİ, TOPLUM VE DİN ETKİLEŞİMİ BAĞLAMINDA SOSYAL DEĞİŞİMLER: “KÜLTÜREL GECİKME” KAVRAMI ETRAFINDA BİR DEĞERLENDİRME

11.04.2021
SESSION-2 HAL-2
MODERATOR: Dr. Öğretim Üyesi Mehmet DİKİCİ

TURKEY TIME
14:00-16:30

MOROCCO TIME
12:00-14:30

AUTHORS	UNIVERSITY/INSTITUTION	TOPIC TITLE
Öğretim Görevlisi Selim TAŞKAYA & Yüksek Lisans Öğrencisi Neslişah ULUTAŞ & Yüksek Lisans Öğrencisi Ahmet TANRIVERDİ	Artvin Çoruh Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu Mimarlık ve Şehir Planlama Bölümü & Konya Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Harita Mühendisliği Anabilim Dalı & Konya Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Harita Mühendisliği Anabilim Dalı	AÇIK MADEN İŞLETMELERİNDE İNSANSIZ HAVA ARAÇLARININ KATKISI, KIRŞEHİR ÖRNEĞİ
Dr. Öğr. Üyesi Selçuk KAÇIN & Araştırma Görevlisi Halil Çağrı YILMAZ	İskenderun Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü & İskenderun Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü	YAPISAL SAĞLIK İZLEME SİSTEMLERİ İLE YAPILARIN PERİYOT DEĞERLERİNİN BELİRLENMESİ
Uğur DURAK	Erciyes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü	ÖN BEKLEME SÜRESİ VE MİKRODALGA KÜRÜNÜN GEOPOLİMER HARÇ NUMUNELERİN MEKANİK ÖZELLİKLERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ
Dr. Öğretim Üyesi Mehmet DİKİCİ	Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi	SENTETİK TAŞKIN TAHMİN YÖNTEMLERİ
Öğretim Görevlisi Dr. Miraç ERYİĞİT	Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü	SU DAĞITIM ŞEBEKELERİNDE BASINÇ KAYBINA NEDEN OLAN BORULARIN MODİFİYE KLONAL SEÇİM ALGORİTMASI İLE BELİRLENMESİ
Yüksek Lisans Öğrencisi Kerem KAYA & Öğretim Üyesi Önder KOÇYİĞİT	Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı & Gazi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü	TAŞKIN ANALİZİNDE MODELLEME ARAÇLARININ KULLANIMI
Doç. Dr. İlhami YİĞİT	Yozgat Bozok Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi	PRATİK BİR MODELDEN BAĞIMSIZ KAYAN KIPLI KONTROL

Doç. Dr. Erkan AYDINTAN & Yüksek Lisans Öğrencisi Sümeyye PERVANOĞLU	Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, İç Mimarlık Bölümü & Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü İç Mimarlık Anabilim Dalı	TİYATRO SAHNESİ VE AYDINLATMA TASARIMI İLİŞKİSİ ÜZERİNE BİR TESPİT
Yüksek Lisans Öğrencisi Berkan KAHVECİOĞLU & Prof. Dr. Aysu AKALIN	Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı & Gazi Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü	KENTSEL HAFIZANIN SÜREKLİLİĞİNDE ÖZGÜNLÜK VE BÜTÜNLÜK: TALAS KİLİSELERİ

11.04.2021
SESSION-2 HAL-3
MODERATOR: Dr. Öğr. Üyesi Elçin NOYAN

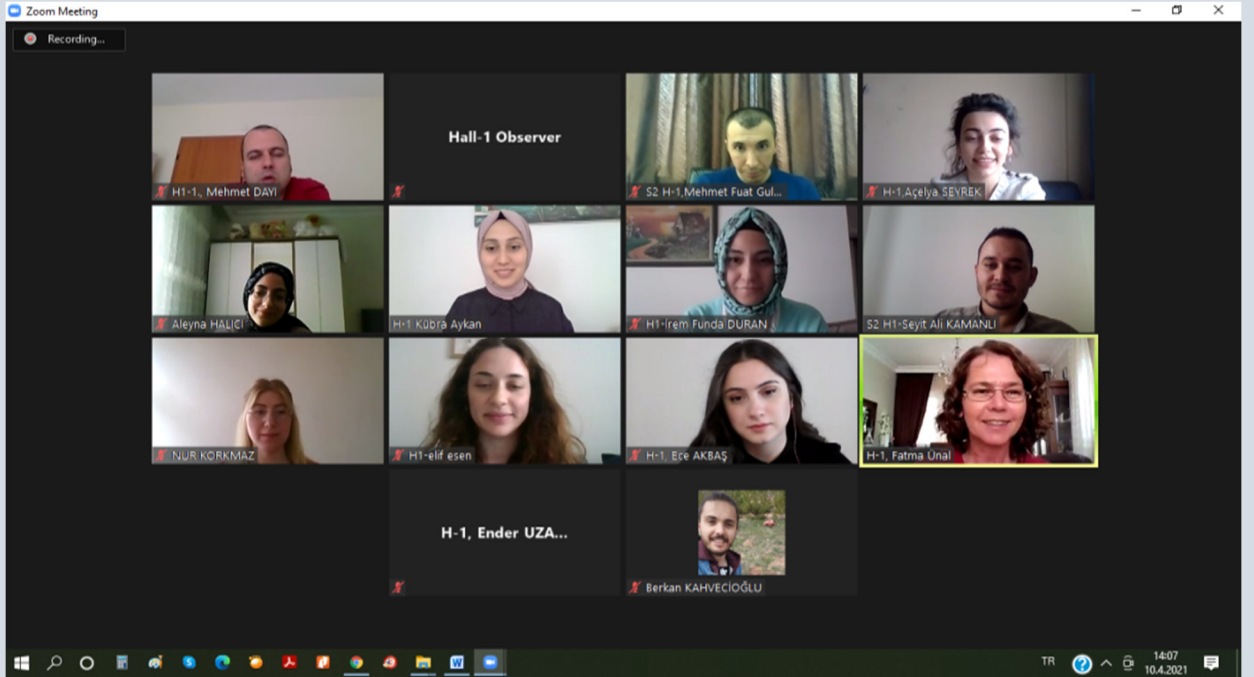
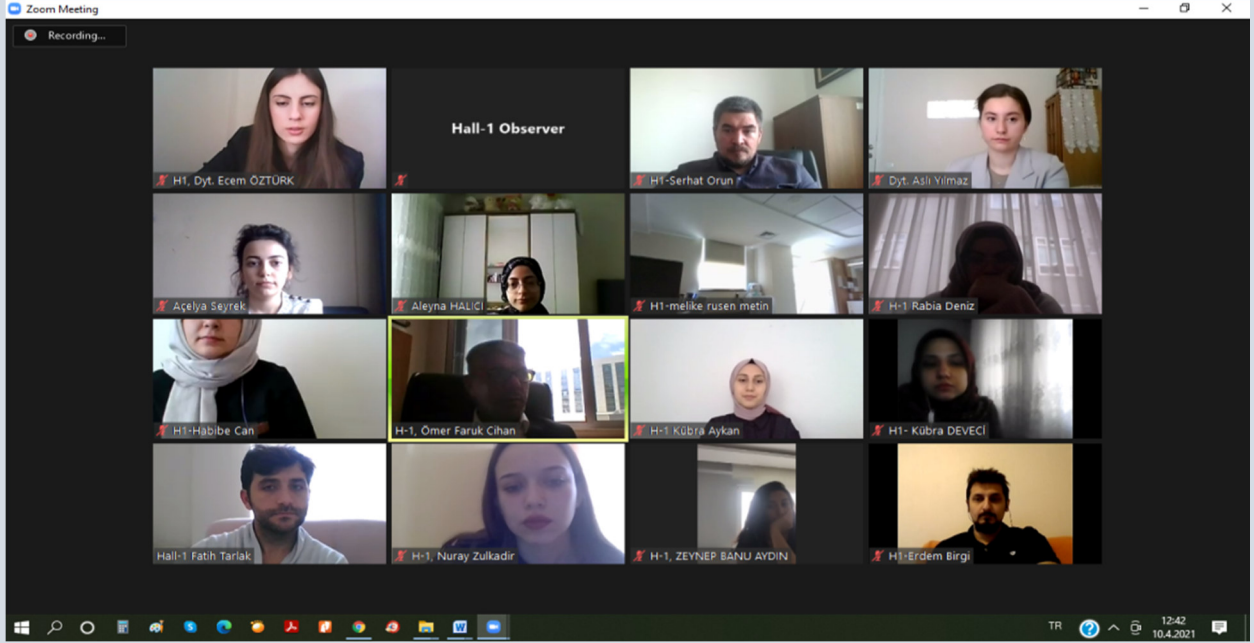
TURKEY TIME
14:00-16:30

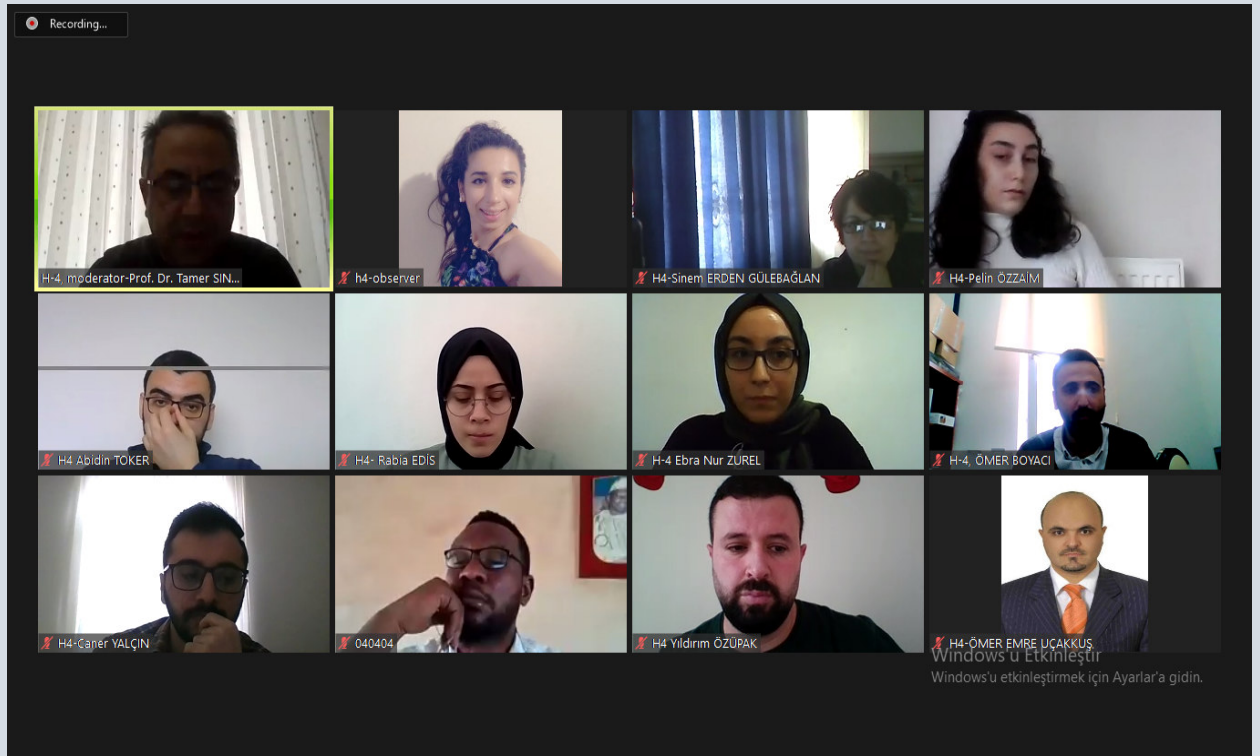
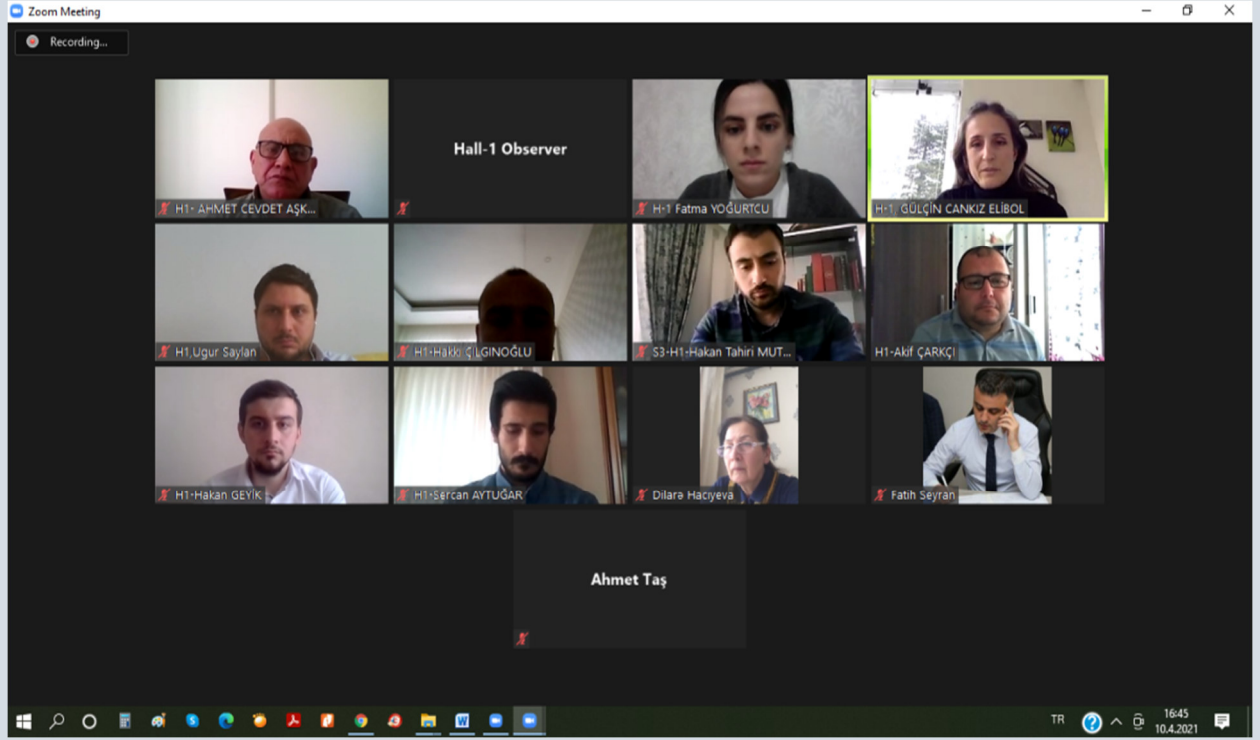
MOROCCO TIME
12:00-14:30

AUTHORS	UNIVERSITY/INSTITUTION	TOPIC TITLE
Öğretim Görevlisi Bülent BULDU	Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya Teknik Bilimler MYO Sivil Savunma ve İtfaiyecilik Programı	ATEX DİREKTİFLERİNİN MÜDAHALE VE KİŞİSEL KORUNMA AÇISINDAN İTFAİYE TEŞKİLATLARINDAKİ YANSIMALARI VE UYGULAMALARI
Dr. Defne AKAY	Ankara University, Faculty of Science, Department of Physics	LIGHT IRRADIATION EFFECT ON THE TOPOLOGY OF β -BOROPHENE
Şeyda KAPUKAYA	Elektrik Mühendisi, Reçber Kablo A.Ş.	SİLİKON BİLEŞİK ÜRETİMİ VE SİLİKON BİLEŞİKLERİN YANGINA DAYANIKLI KABLOLARIN İZOLASYONUNDA GELİŞTİRİLMESİ
Sunday, John Abayomi & Usman, Abdulkareem	Kwara State Polytechnic Ilorin, Department of Science Laboratory Technology (Physics Unit) & Kwara State Polytechnic Ilorin, Department of Science Laboratory Technology (Physics Unit)	DEPTH ESTIMATION TO THE MAGNETIC BASEMENT OVER A PART OF CHAD BASIN, NORTHEASTERN NIGERIA USING AEROMAGNETIC DATA
Soukaina BOUAOUDA & Roukaya BOUYAKHSASS & Abdeslam TALEB & Salah SOUABI	Hassan II University of Casablanca, Laboratory of Process and Environmental Engineering, Faculty of Sciences and Techniques-Mohammedia & Hassan II University of Casablanca, Laboratory of Process and Environmental Engineering, Faculty of Sciences and Techniques-Mohammedia & Hassan II University of Casablanca, Laboratory of Process and Environmental Engineering, Faculty of Sciences and Techniques-Mohammedia & Hassan II University of Casablanca, Laboratory of Process and Environmental Engineering, Faculty of Sciences and Techniques-Mohammedia	MANAGEMENT OF MUNICIPAL SOLID WASTE IN RABAT-SALÉ AND TAMARA

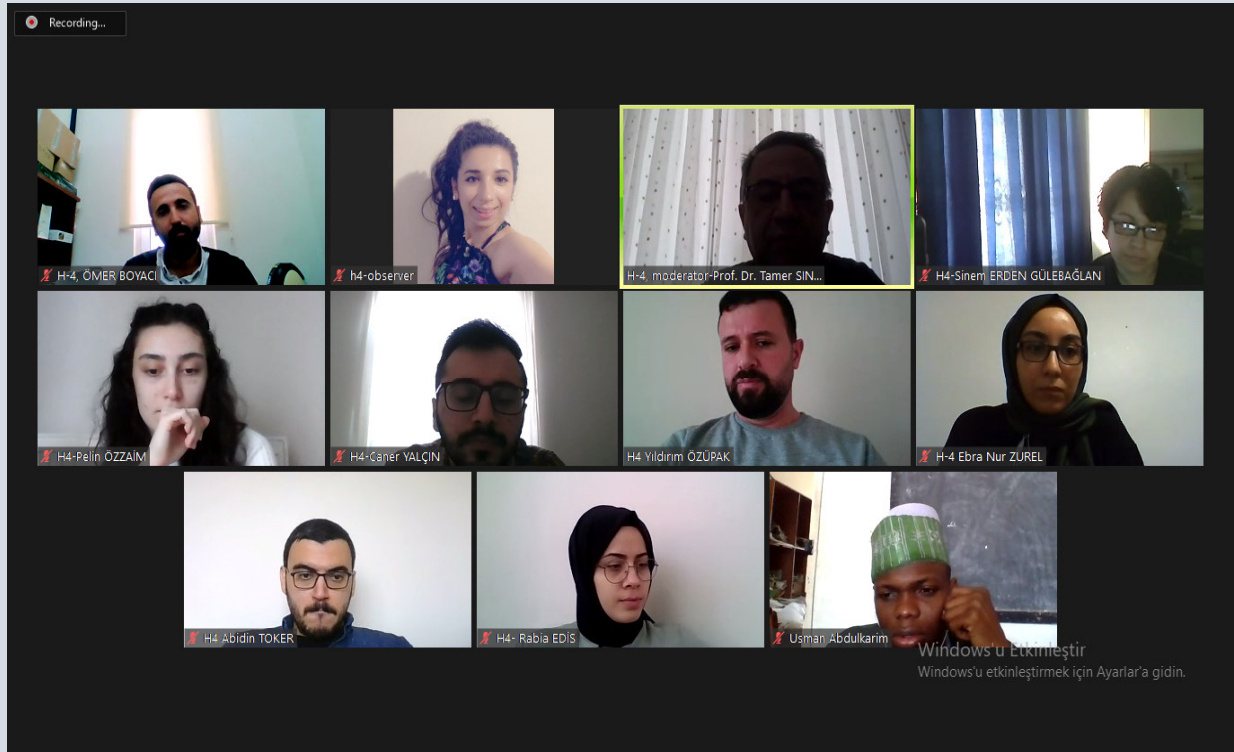
Dr. Araş. Gör. Rařit KARAKUŞ	Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü	MANYETİK KONTROLLÜ ESNEK KATETER TUTUCU ve YUMUŞAK DOKU DELİCİ
Dr. Öğr. Üyesi Elçin NOYAN	İstanbul Ayvansaray Üniversitesi, Güzel Sanatlar Tasarım ve Mimarlık Fakültesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü	MUTFAKLARDA DİJİTAL DÖNÜŞÜM: MUĞLA'DAKİ OTEL İŐLETMELERİ ÖRNEğİ
Dr. Öğr. Üyesi Çağıl Merve TANIK	Ostim Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü	YENİ BİR ESNEK TUTUCU TASARIMININ MODELLENMESİ

PHOTO GALLERY

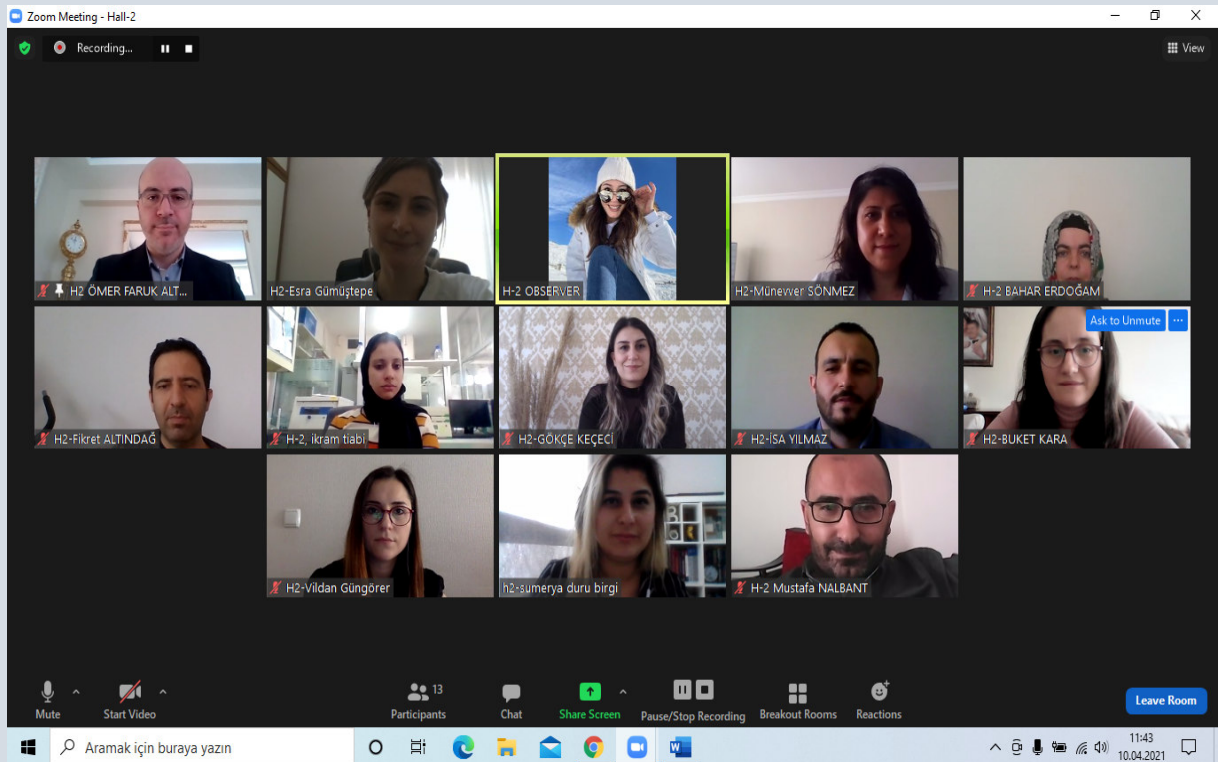
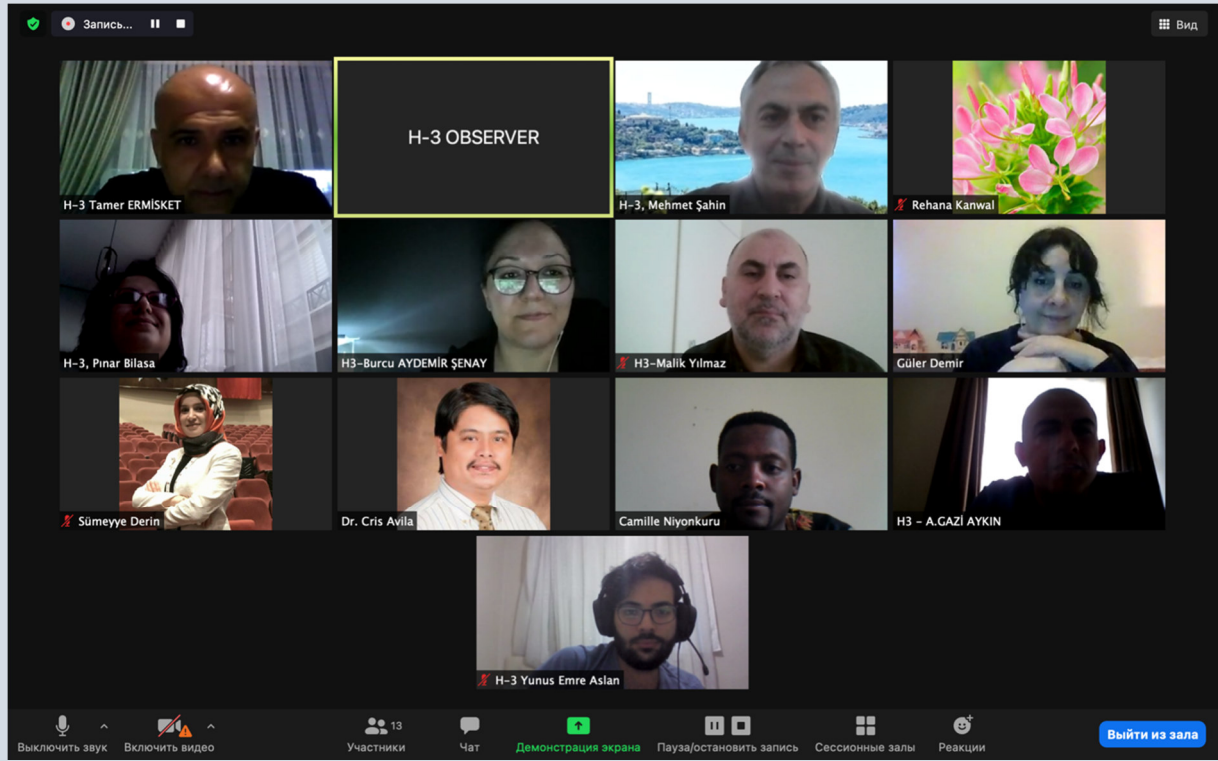




ANKARA INTERNATIONAL CONFERENCE ON SCIENTIFIC RESEARCH-IV
April 10-11, 2021 / www.ankarakongresi.org
THE BOOK OF FULL TEXTS
(APPLIED SCIENCES)



ANKARA INTERNATIONAL CONFERENCE ON SCIENTIFIC RESEARCH-IV
April 10-11, 2021 / www.ankarakongresi.org
THE BOOK OF FULL TEXTS
(APPLIED SCIENCES)



ANKARA INTERNATIONAL CONFERENCE ON SCIENTIFIC RESEARCH-IV
April 10-11, 2021 / www.ankarakongresi.org
THE BOOK OF FULL TEXTS
(APPLIED SCIENCES)

Zoom Meeting - Hall-2

You are viewing H2- Meryem Ocal's screen

View Options

Recording...

AKSARAY EKOLOJİK KOŞULLARINDA BAZI KURU FASULYE (*Phaseolus vulgaris* L.) ÇEŞİT/HATLARIN MORFO-AGRONOMİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Meryem ÖCAL
Danışman
Doç. Dr. Ömer SÖZEN

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
Ziraat Fakültesi/Tarla Bitkileri Bölümü

H2- Mustafa ...
H2- OBSERVER
H2- Hüseyin ...
H2- Meryem Ocal
H2- Gizem Gl...

Unmute Start Video Participants Chat Share Screen Pause/Stop Recording Breakout Rooms Reactions Leave Room

Aramak için buraya yazın

13:33
10.04.2021

Zoom Meeting - Hall-1

Recording

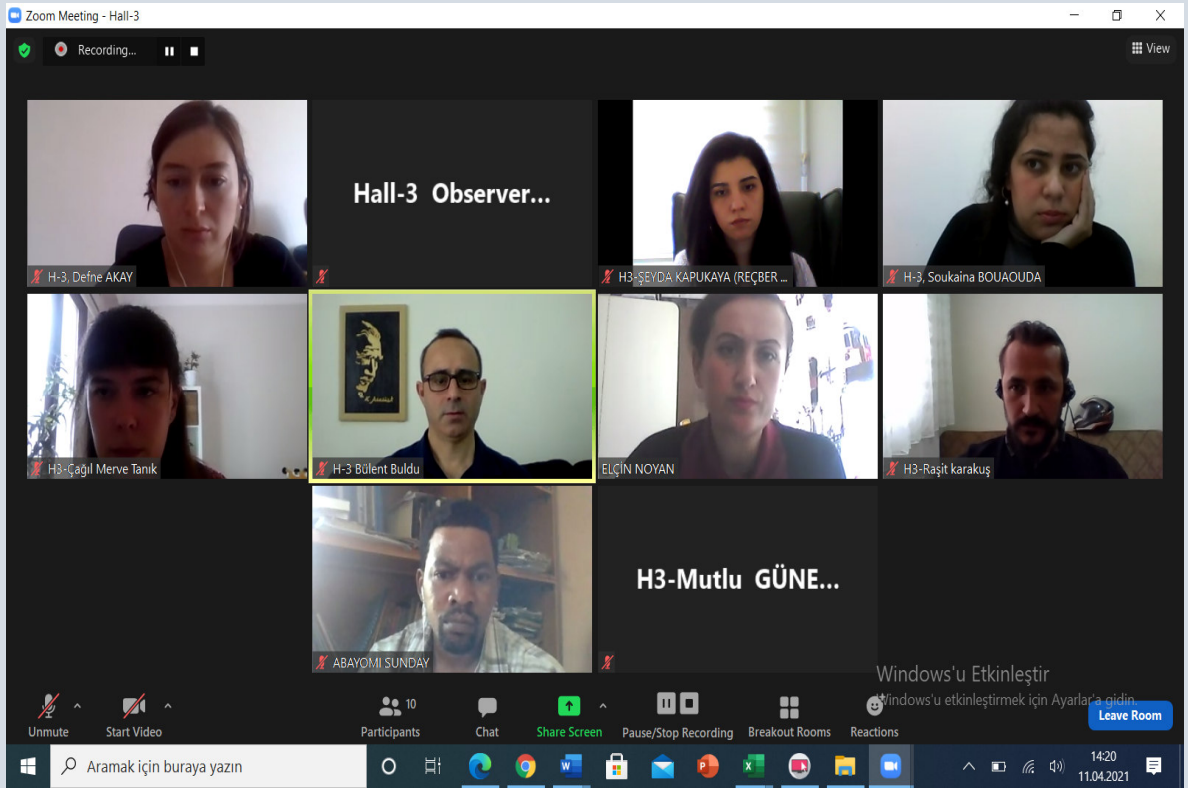
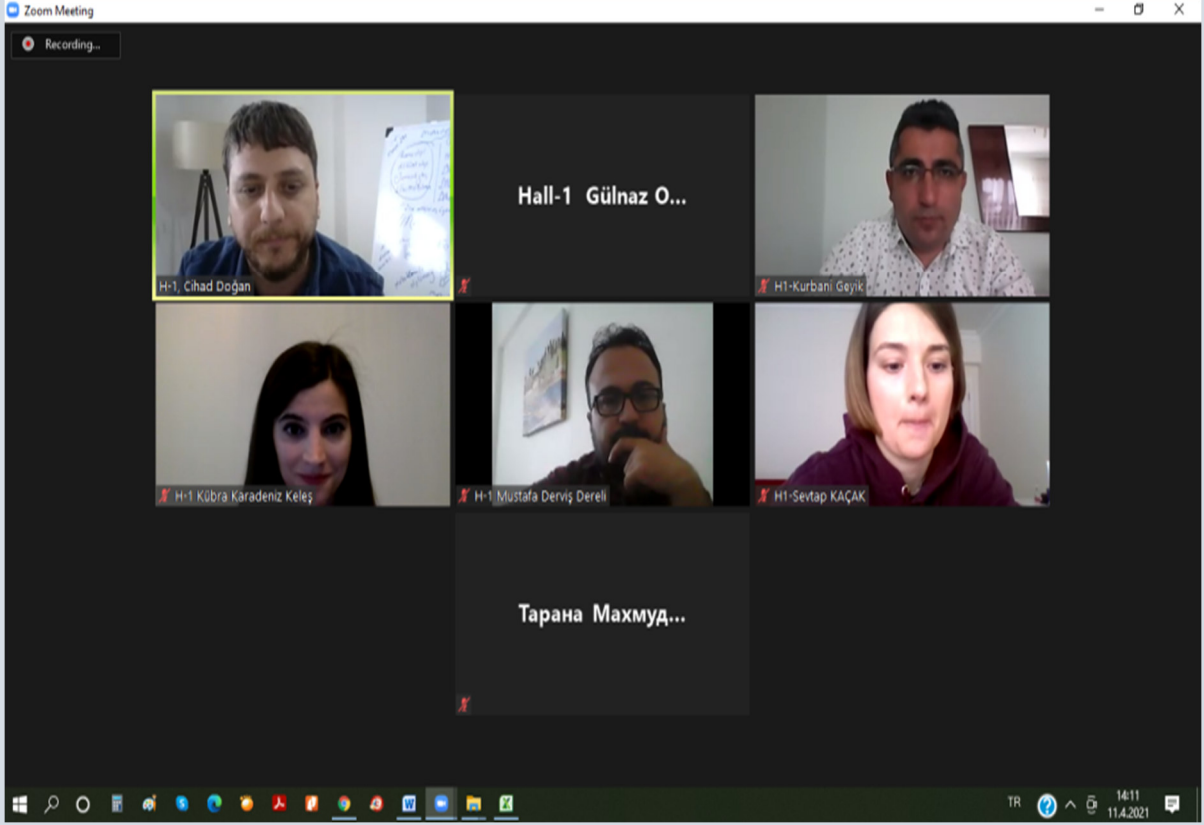
Hall-1 Observer

H1- Ayşenur Güneş
H1- Tuğçe Esentürk
H1- İskenderov Anar HÜ...
H1- Moderator-Haydar ...
H1- Güler Demir
H1- Yaşar Ünal
H1- Dr. Osman Aktaş
Mehmet ÖMÜTLÜ
Шанана Барирова
Ramile Süleymanova
H1- Sevtap KAÇAK

Atabek

Unmute Start Video Participants Chat Share Screen Record Breakout Rooms Reactions Leave Room

13:18
11.4.2021



ANKARA INTERNATIONAL CONFERENCE ON SCIENTIFIC RESEARCH-IV
April 10-11, 2021 / www.ankarakongresi.org
THE BOOK OF FULL TEXTS
(APPLIED SCIENCES)

CONTENTS

AUTHORS	PRESENTATION TITLE	NO
Melike Ruşen METİN & Mustafa KARAOĞLANOĞLU	MİDE TÜMÖRÜ HASTALARINDA CT'DE SAPTANAN EXTRAMURAL VASKÜLER İNVAZYONUN PROGNOTİK İZLEME KATKISI	1-8
Fikret ALTINDAĞ	STREPTOZOTOSİN İLE OLUŞTURULAN DENEYSEL DİYABETTE FERULA RİGİDULA EKSTRAKTININ PANKREATİK β HÜCRELERİNİN İNSÜLİN İMMÜNREAKTİVİTESİNE ETKİSİ	9-14
Vildan GÜNGÖRER	ÇOCUK ROMATOLOJİ POLİKLİNİĞİNE KAS İSKELET SİSTEMİ AĞRISI NEDENİYLE BAŞVURAN HASTALARIN DEĞERLENDİRİLMESİ: TEK MERKEZ DENEYİMİ	15-20
Sümerya Duru BİRGİ & Esra GÜMÜŞTEPE & Serap AKYÜREK & Şaban Çakır GÖKÇE	SPİNAL GLİOBLASTOM TANILI OLGUDA ADJUVAN RADYOKEMOTERAPİ	21-26
Esra GÜMÜŞTEPE & Sümerya Duru BİRGİ & Serap AKYÜREK & Şaban Çakır GÖKÇE	ÇOCUKLUK ÇAĞI EPANDİMOM HASTASINDA ÜÇÜNCÜ SERİ RADYOTERAPİ TEDAVİSİ: OLGU SUNUMU	27-32
Andaç Batur ÇOLAK & Mustafa BAYRAK	PROPOSING OF A NEW CORRELATION FOR DETERMINING THERMAL CONDUCTIVITY OF Al ₂ O ₃ - Cu//WATER HYBRID NANOFLUID	33-42
Ali SAVRAN & Ali Rıza KUL & Adnan ALDEMİR & Nilüfer ÇİRİĞ SELÇUK & Şenol KUBİLAY	ADSORPTION STUDIES WITH PALIURUS SPINA-CHRISTI MILL. FRUTIS AND SEEDS FOR REMOVAL CR (III) IONS FROM AQUEOUS SOLUTION	43-54

Tahir YAVUZ & Turgut SAŞMAZ	ABSORBSİYONLU SOĞUTMA SİSTEMLERİNDE LİTYUM BROMÜR-SU VE AMONYAK-SU ÇALIŞMA ÇİFTLERİNİN TERMODİNAMİK VE EKSERJİ ANALİZLERİ	55-68
Yıldırım ÖZÜPAK	KABLOSUZ GÜÇ AKTARIMININ TARİHÇESİ VE MEVCUT TEKNOLOJİLER	69-77
Yıldırım ÖZÜPAK	KABLOSUZ GÜÇ AKTARIMININ ANSYS-MAXWELL İLE MODELLENMESİ	78-84
Olaore Kayode.Olatunde & Danshehu Bagudu.Gwadangwaji & Usman Abdulkarim	INVESTIGATING THE OPERATIONAL PARAMETERS OF A CENTRIFUGAL PUMP USED IN REVERSE MODE AS TURBINE FOR ELECTRICITY GENERATION	85-95
Caner YALÇIN & Rabia EDİS & Ömer Emre UÇAKKUŞ & Tamer SINMAZÇELİK	DERİN ÇEKME İŞLEMİNDE ZIMBA HIZI DEĞİŞİMİNİN VE YAĞLAYICI KULLANIMININ ETKİLERİNİN NÜMERİK VE DENEYSEL OLARAK İNCELENMESİ	96-109
Mehmet Fuat GÜLHAN	KOMBU ÇAYININ BESİNSEL ÖĞELERİ VE İNSAN SAĞLIĞI ÜZERİNE ETKİLERİ	110-128
Hüseyin Baki ÇİFTÇİ & Ali AYGÜN	TAVUK GnRH-I HORMONUNUN İLK YUMURTANIN VE İLK FERTİL YUMURTANIN YUMURTLAMASI İÇİN GEREKLİ SÜREYE ETKİSİ	129-135
Ahmet AKTAR & Selim ALÇAY	DÜVELERDE SEXED SPERMA İLE YAPILAN SUNİ TOHURLAMA SIRASINDA SPERMANIN UYGULANMA BÖLGESİNİN GEBELİK BAŞARISI ÜZERİNE ETKİSİ	136-139
Sezen TOKSOY KÖSEOĞLU & Ali DOĞRU	TUZ STRESİ ALTINDAKİ HIYAR BİTKİLERİNDE DIŞSAL PROLİN UYGULAMALARININ FOTOSİSTEM II AKTİVİTESİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ	140-155
Gülşah ÜNVER	SEREBRAL PALSİ'Lİ BİREYLERDE SPOR	156-161
Ender UZABACI	SAĞLIK BİLİMLERİ ALANINDA YAPILAN LİSANSÜSTÜ ÇALIŞMALARDA META-ANALİZİ YÖNTEMİNİN KULLANIMI	162-168

Sema ÇİFTÇİ & Ümit Sami SAKALLI	DEPREM SONRASI SAĞLIK KAYNAKLARININ OPTİMİZASYON YAKLAŞIMIYLA PLANLANMASI	169-178
Selçuk KAÇIN & Halil Çağrı YILMAZ	YAPISAL SAĞLIK İZLEME SİSTEMLERİ İLE YAPILARIN PERİYOT DEĞERLERİNİN BELİRLENMESİ	179-185
Uğur DURAK	ÖN BEKLEME SÜRESİ VE MİKRODALGA KÜRÜNÜN GEOPOLİMER HARÇ NUMUNELERİN MEKANİK ÖZELLİKLERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ	186-194
Mehmet DİKİCİ	SENTETİK TAŞKIN TAHMİN YÖNTEMLERİ	195-201
Kerem KAYA & Önder KOÇYİĞİT	TAŞKIN ANALİZİNDE MODELLEME ARAÇLARININ KULLANIMI	202-208
İlhami YİĞİT	PRATİK BİR MODELDEN BAĞIMSIZ KAYAN KIPLI KONTROL	209-215
Erkan AYDINTAN & Sümeyye PERVANOĞLU	TİYATRO SAHNESİ VE AYDINLATMA TASARIMI İLİŞKİSİ ÜZERİNE BİR TESPİT	216-227
Berkan KAHVECİOĞLU & Aysu AKALIN	KENTSEL HAFIZANIN SÜREKLİLİĞİNDE ÖZGÜNLÜK VE BÜTÜNLÜK: TALAS KİLİSELERİ	228-257
Bülent BULDU	ATEX DİREKTİFLERİNİN MÜDAHALE VE KİŞİSEL KORUNMA AÇISINDAN İTFAİYE TEŞKİLATLARINDAKİ YANSIMALARI VE UYGULAMALARI	258-266
Seyit Ali KAMANLI	BAZI KABUKLULARIN TAKSONOMİK TANIMLAMALARINDA KULLANILAN İLERİ GÖRÜNTÜLEME TEKNİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI	267-282

MİDE TÜMÖRÜ HASTALARINDA CT'DE SAPTANAN EXTRAMURAL VASKÜLER İNVAZYONUN PROGNOTİK İZLEME KATKISI

Dr. Melike Ruşen METİN

Medipol Üniversitesi Pendik Hastanesi, Radyoloji bölümü
ORCID: 0000-0002-2341-4850

Dr. Mustafa KARAOĞLANOĞLU

Ankara Bilkent Şehir Hastanesi Onkoloji-Radyoloji
ORCID: 0000-0001-6715-5566

ÖZET

Tomografide (CT) ektramural vasküler invazyon (EMVI) bulgusunun pozitif ve negatif olduğu mide kanseri (ca) tanılı hasta gruplarında hastalıksız sağkalım süresini (DFS) karşılaştırmak için retrospektif araştırma yapılmıştır.

AMAÇ: 2020 yılı Ocak-Ekim ayları arasında Ankara şehir hastanesinde opere olmuş toplam 36 mide ca hastası çalışmaya dahil edildi. Her hastanın patoloji sonuçları, EMVI durumu ve 6 aylık kontrollerinde yeni metastaz gelişip gelişmediği takip edildi. EMVI midede saptanan kitlenin perigastrik alanda bulunan vasküler yapılarla ilişkisine göre belirlendi (Fig:1). EMVI-pozitif ve -negatif gruplar arasındaki DFS 'yi karşılaştırmak için Kaplan-Meier analizleri kullanıldı.

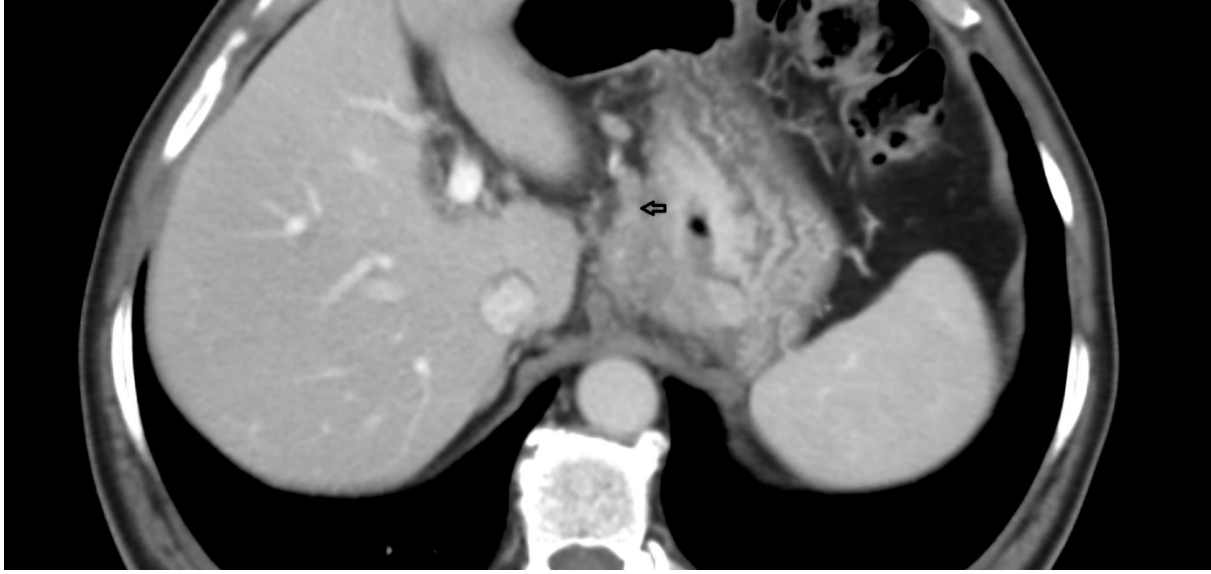
SONUÇLAR: EMVI tanı anında CT'de hastaların %30,5'inde pozitif (n=11). Operasyon sonrası takipte intraabdominal organ metastazı açısından her iki grup hasta açısından 6. ay kontrollerinde istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı. EMVI (+) 11 hastanın 2'sinde (%18,1), EMVI (-) 25 hastanın ise 3'ünde (%12) ilerleyici hastalık bulguları saptandı.

SONUÇ: CT mide ca hastalarında EMVI bulgusunun araştırılmasında rahatça kullanılabilen bir kesitsel görüntüleme yöntemidir. Bizim 6.ay takipleri tamamlanan hasta grubumuzda, ilerleyici hastalık olarak kabul edilen (karaciğer metastazı gelişen) hastalarda EMVI (+) ve EMVI (-) olanlar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı. Fakat ilerleyen takip sürelerinin de bu araştırmaya dahil edilmesinin ve bu amaçla çalışmamıza devam etmemizin gerekli olduğunu düşünmekteyiz.

Anahtar kelimeler: Mide kanseri, ektramural vasküler invazyon; hastalıksız sağ kalım süresi (disease-free survival).

ÇIKAR ÇATIŞMASI VE ETİK ONAY

Çalışmamız retrospektif çalışma olması nedeniyle etik kurul onayı gerektirmemektedir. Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.



Şekil 1 mide minör kurvaturda izlenen kitlenin komşu vasküler yapılara uzanımı ve vasküler yapılardaki dilatasyon izlenmektedir (ok işareti).

CONTRIBUTION OF EXTRAMURAL VASCULAR INVASION DETERMINED ON CT IN STOMACH TUMOR PATIENTS

ABSTRACT

A retrospective study was conducted to compare disease-free survival (DFS) in groups of patients diagnosed with gastric cancer (ca) in whom there was positive and negative findings of extramural vascular invasion (EMVI) on tomography (CT).

OBJECTIVE: A total of 36 gastric patients who were operated in Ankara City Hospital between January and October 2020 were included in the study. Pathology results, EMVI status of each patient and whether new metastasis developed or not were followed up at 6-month follow-up. EMVI was determined according to the relationship between the mass detected in the stomach and vascular structures in the peri-gastric area (Fig: 1). Kaplan-Meier's analyses were used to compare DFS between EMVI-positive and -negative groups.

RESULTS: EMVI was positive in 30.5% of patients on CT at the time of diagnosis (n = 11). There was no statistically significant difference in terms of intraabdominal organ metastasis in the postoperative follow-up in the 6th month controls of both groups. Progressive disease findings were detected in 2 (18.1%) of 11 patients with EMVI (+), and in 3 (12%) of 25 patients with EMVI (-).

CONCLUSION: CT is a cross-sectional imaging method that can be easily used in the investigation of EMVI findings in gastric patients. In our patient group whose 6th month follow-up was completed, no statistically significant difference was found between patients with EMVI (+) and EMVI (-) who were accepted as progressive disease (liver metastasis). However, we think that it is necessary to include the following follow-up periods in this study and to continue our work for this purpose.

Keywords: Stomach cancer; extramural vascular invasion; disease-free survival.

CONFLICT OF INTEREST AND ETHICAL APPROVAL

Since our study is a retrospective study, it does not require ethical approval.

There is no conflict of interest between the authors.

GİRİŞ

Mide kanseri (GK) en yüksek oranda Japonya'da görülmekte ve bunu Çin, Doğu Avrupa ülkeleri ve Güney Amerika izlemektedir. Tüm dünyada en sık görülen kanserler arasında 4. sıradadır ve hala tedaviye rağmen sağ kalım oranı düşüktür, kanserden ölümlerin ikinci en sık sebebi olarak bilinmektedir (1). Mide kanserinde 5 yıllık sağ kalım oranı %20 olup hala düşüktür (2).

Bu çalışmanın amacı mide tümörlerinde ektramural vasküler invazyonun (EMVI) hastalığın prognozundaki etkisinin araştırılmasıdır. Bilgisayarlı tomografide (BT) tanı anında metastatik olmayan ve opere edilen hastaların takibinde EMVI pozitif (+) ve negatif (-) olanlar arasındaki hastaliksız sağ kalım süresi (DFS) karşılaştırılmıştır. EMVI Amerika Kanser Komitesi evreleme sistemi (AJCC) sınıflandırmasına göre (2010) yalnız T3 ve T4a gruplarında değerlendirildi (3). Bu preliminary çalışmaya hastalara ait 6. Ay kontrol BT leri dahil edilmiştir. İlerleyen zamanlarda ise bu süreyi artırmayı ve en az iki yıla çıkarmayı planlamaktayız. Ayrıca tümör (tm) boyutu, lokalizasyonu ve operasyon şekli gibi prognozu etkileyebileceğini düşündüğümüz diğer bilgileri de araştırmamıza eklemeyi düşünmekteyiz.

MATERYAL-METOD

2020 yılı Ocak-Ekim ayları arasında Ankara şehir hastanesinde opere olmuş toplam 37 GK hastası çalışmaya dahil edildi. Her hastanın patoloji sonuçları, EMVI durumu ve 6 aylık kontrollerinde yeni metastaz gelişip gelişmediği takip edildi. Çalışmaya dahil edilme kriterleri ; Patoloji tanısı olan hastalar, BT öncesi neoadjuvan kemaoterapi almamış hastalar, 1 yıllık takip ve tedavisi hastanemizde yapılan hastalar ve senkron tm olmaması idi. EMVI midede saptanan kitlenin perigastrik alanda bulunan vasküler yapılarla ilişkisine göre belirlendi (Fig:1). Görüntüleme venöz invazyon kabul etme kriterlerimiz;

- 1- Mezenterik vasküler yapılara uzanım gösteren primer kitleye ait yumuşak doku komponenti (+)(-)
- 2- Venlerde dolun defekti (+)(-)
- 3- Venlerde dilatasyon (+)(-) ve mm
- 4- Venlerde duvar kalınlaşması (+)(-) idi.

AJCC sınıflandırmasına göre Stage IIA grubundan yalnız T3N0MO alt grubu, Stage IIB grubundan T4aNoMO ve T3N1MO alt grupları, Stage IIIB nin tüm alt grupları, Stage IIIC nin ise T4a grubu olan hastalar çalışmaya dahil edildi. Çalışmaya aldığımız hasta grubunun tümünde tümör evresi nedeni ile sistemik adjuvan kemoterapi uygulanmıştı.

İSTATİSTİK SONUÇLARI:

Araştırmada 36 kişiye ait veriler analiz edilmiştir. Katılımcıların yaş ortalamaları $61,94 \pm 12,71$ yıl olarak hesaplanmıştır. Katılımcı özellikleri Tablo 1’de görülmektedir.

Tablo 1: Katılımcı özelliklerinin dağılımı

		n	%
Cinsiyet	Erkek	25	69.4
	Kadın	11	30.6
EMVI	Negatif	25	69.4
	Pozitif	11	30.6
6. ay karaciğer metastaz	Hayır	31	86.1
	Evet	5	13.9
AJCC Stage	IIA	4	11.1
	IIB	17	47.2
	IIIA	6	16.7
	IIIC	9	25

EMVI oranları arasında fark olup olmadığı Binom Testi ile araştırılmıştır. Örneklem EMVI negatif 25(69.4%) kişi ve EMVI pozitif 11(30.6%) kişi olmak üzere 36 kişiden oluşmaktadır. Çift taraflı binom testine dayalı olarak, EMVI pozitif oranı EMVI negatif oranından istatistiksel olarak anlamlı şekilde düşüktür (30,6%). $p = 0029$.

Metastaz gelişme sıklığı arasında fark olup olmadığı Ki-Kare Testi ile araştırılmıştır. 36 katılımcıdan oluşan örneklemde 31(86.1%) kişide 6. ayda karaciğer metastazı görülmemiş, 5 (13.9%) kişide 6. ayda karaciğer metastazı görülmüştür.

Diğer taraftan, EMVI negatif olan 25 kişiden 22 (88%)’sinde 6. ayda karaciğer metastazı görülmemiş, 3 (12%)’ünde 6. ayda karaciğer metastazı görülmüştür. EMVI pozitif olan 11 kişiden 9 (81.8%)’unda 6. ayda karaciğer metastazı görülmemiş, 2 (18.2%)’sinde 6. ayda karaciğer metastazı görülmüştür (Tablo 2). EMVI pozitif olanlarla negatif olanlar arasında metastaz gelişme sıklığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır. $X^2 = 0,244, p = 0,621$.

Tablo 2: EMVI dağılımına göre 6. aydaki metastaz durumlarının karşılaştırılması

		6. ay karaciğer metastazı yok	6. ay karaciğer metastazı var	Toplam
EMVI negatif	n	22	3	25
	%	88,0%	12,0%	100,0%
EMVI pozitif	n	9	2	11
	%	81,8%	18,2%	100,0%
Toplam	n	31	5	36
	%	86,1%	13,9%	100,0%

AJCC stajelerinin görülme sıklığı arasında fark olup olmadığı Ki-Kare Testi ile araştırılmıştır. En sık %47,22 ile stage IIB görülmüştür. Grupların görülme sıklıkları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur, $X^2 = 10,889, p = 0,012$.(Tablo 3)

Tablo 3: AJJJ frekanslarının dağılımı
 AJJJ

AJJJ Grup	IIA	IIB	IIIA	IIIC
n	4	17	6	9
%	11,11%	47,22%	16,67%	25%

AJCC değişkeni ile EMVI değişkeni arasında ilişki olup olmadığı Ki-Kare Testi ile araştırılmıştır. EMVI grupları açısından AJCC stage arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır, $X^2 = 6.815$, $p = 0.078$.(Tablo 4)

Tablo 4: MVI grupları açısından AJCC stage gruplarının dağılımı

		AJCC stage				Toplam
		IIA	IIB	IIIA	IIIC	
EMVI negatif	n	4	14	3	4	25
	%	16,0%	56,0%	12,0%	16,0%	100,0%
EMVI pozitif	n	0	3	3	5	11
	%	0,0%	27,3%	27,3%	45,5%	100,0%
Toplam	n	4	17	6	9	36
	%	11,1%	47,2%	16,7%	25,0%	100,0%

AJCC ile 6. ay karaciğer metastazı değişkeni arasında ilişki olup olmadığı Ki-Kare Testi ile araştırılmıştır. AJCC stage ile 6. ay karaciğer metastazı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmamıştır ($X^2 = 1.271$, $p = 0.736$).(Tablo 5)

Tablo 5: AJCC ile 6. ay karaciğer metastazı değişkeni arasındaki ilişkinin dağılımı

		AJJJ stage				Toplam
		IIA	IIB	IIIA	IIIC	
6. ay karaciğer metastazı yok	n	4	15	5	7	31
	%	12,9%	48,4%	16,1%	22,6%	100,0%
6. ay karaciğer metastazı var	n	0	2	1	2	5
	%	0,0%	40,0%	20,0%	40,0%	100,0%
Toplam	n	4	17	6	9	36
	%	11,1%	47,2%	16,7%	25,0%	100,0%

AJCC değişkeni ile cinsiyet değişkeni arasında ilişki olup olmadığı Ki-Kare Testi ile araştırılmıştır. AJCC stage ile cinsiyet arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmamıştır, $X^2 = 4.967$, $p = 0.174$.(Tablo 6)

Tablo 6: Cinsiyet açısından AJCC değişkeninin dağılımı

		AJCC stage				Toplam
		IIA	IIB	IIIA	IIIC	
Erkek	n	4	12	5	4	25
	%	16,0%	48,0%	20,0%	16,0%	100,0%
Kadın	n	0	5	1	5	11
	%	0,0%	45,5%	9,1%	45,5%	100,0%
Toplam	n	4	17	6	9	36
	%	11,1%	47,2%	16,7%	25,0%	100,0%

25'i erkek (%69,4), 11'i ise kadındı (%30.5). 2 hastada diffuz tutulumu (%5.5), 12 hastada antrum tutulumu (%33), 10 hastada kardial tutulumu (%28), 2 hastada kardial-korpus tutulumu (%5.5), 5 hastada korpus-antrum (%14), 5 hastada ise yalnız korpus tutulumu vardı (%14).

27 hataya total (%75), 9 hastaya subtotal gastrektomi (%25) uygulanmıştır.

EMVI tanı anında CT'de hastaların %30.5'inde pozitifliği (n=11). Operasyon sonrası takipte intraabdominal organ metastazı açısından her iki grup hasta açısından 6. ay kontrollerinde istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı. EMVI (+) 11 hastanın 2'sinde (%18.1), EMVI (-) 25 hastanın ise 3'ünde (%12) ilerleyici hastalık bulguları saptandı.

TARTIŞMA

Venöz invazyon GK'li hastaların %24-37'sinde histopatolojik olarak belirlenmiştir (4.5). Vakaların çoğunda subserozal venöz invazyon vardır. EMVI ise daha az yaygındır ve vakaların %20'sinden daha azını oluşturur. EMVI T4 tümörlerinin %75 kadarında histopatolojik olarak mevcuttur (5). Ayrıca lenfatik tutulum ve / veya EMVI'li hastalarda tümör nüksü de artmıştır; peritoneal tutulum bu hasta grubunda en sık görülen nüks bölgesidir (4). Vasküler endotel büyüme faktörü (VEGF) olan biyokimyasal belirtecin EMVI ile önemli ölçüde ilişkili olduğu bildirilmiştir (6). Literatürdeki birkaç çalışma EMVI'nin artmış rekürrens ve daha kısa sağkalım süresi ile GK için önemli bir olumsuz prognostik faktör olduğunu göstermiştir (7,8).

Klinik olarak bu bulgular önemli ise de GK'deki EMVI'nin görüntüleme bulguları için aynı şey söylenemez. Perigastrik bölgenin dışındaki lenf nodu yayılımı ve komşu organların invazyonunu daha iyi tanımlayabildiğinden, ÇKBT'nin lokal olarak ilerlemiş GK'in evrelenmesinde EUS'den üstün olduğu bulunmuştur (9). Ancak EMVI tek başına AJCC evreleme sınıflandırmasında bir kriter kabul edilmemiştir (10). Dolayısı ile de literatürde evre III gibi ilerlemiş GK olan hastaları sınıflandırmak ve rektal kanser için yapıldığı gibi uygun neoadjuvan kemoterapiyi kolaylaştırmak için sınırlı veri mevcuttur.

Lokal ileri evre rektal kanser için, pozitif çevresel rezeksiyon marjı, EMVI ve 5 mm'nin ötesinde ektramural yayılma manyetik rezonans görüntüleme (MRI) ile tanımlanabilmektedir ve neoadjuvan tedavi için karar vermeyi sağlamaktadır (11). Rektal kansere benzer şekilde, BT'de EMVI'nun belirlenmesinin ilerlemiş GK'li hastalarda kötü prognozla ilişkili yüksek risk faktörlerinin belirlenmesi açısından, neoadjuvan kemoterapiye karar vermek için yardımcı olacağını ve hastalığın ekstraserozal yayılımını gösterebilir bir bulgu (T3 ve üstü) olduğunu düşünmekteyiz.

Bu yüksek risk faktörleri arasında olan EMVI, muskularis propria'nın ötesinde damarları aktif olarak istila eden tümör hücreleri olarak tanımlanır. Kontrastlı çok kesitli BT (ÇKBT), EMVI'ü mezenter damarları boyunca tümörden uzanan tübüler veya nodüler bir yumuşak doku kalınlaşması olarak tanımlamak için görüntüleme aracı olarak kullanılabilir (12). Bununla birlikte, EMVI'nun neoadjuvan kemoterapi kararının verilmesindeki belirleyici etkisi henüz literatürde kabul edilmiş bir bilgi değildir. Bunun için yeni araştırmalara ihtiyaç vardır. Çalışmamızda bu konunun araştırılması ve ileri evre (T3 ve T4a) mide kanserlerinde EMVI'nun surviyi nasıl etkilediğini belirlemeyi amaçladık. Hastaların kanser evrelerinin belirlenmesi ÇKBT'de AJCC'ye göre belirlendi.

Daha önce ÇKBT ile yapılmış iki çalışmada küratif cerrahiden önce mide adenokarsinomunun EMVI açısından değerlendirmenin faydalı olduğu belirtilmiştir. Fakat patoloji ile birlikte yapılacak daha ayrıntılı evreleme ile birlikte uzun süreli DFS'nin takibini gerektiren çalışmalara ihtiyaç vardır. Ayrıca literatürdeki çalışmalardan biri yalnız T3 evre mide kanserlerini diğeri ise T4 evre mide ca için yapılmış sınırlı çalışmalar mevcuttur.

Mide kanseri için, ÇKBT ile EMVI'nin varlığının bilinmesi surviyi etkileyen tümörün konumu, etkilenen bölgenin uzunluğu gibi bilgilerle birlikte değerlendirilmeli ve bu prognostik faktörlerin hepsi göze alınarak gerekirse neoadjuvan kemoterapi uygulanmalıdır. Neoadjuvan kemoterapi ve ardından ameliyat olabilen grup ile de bu tedaviyi almayanlar arasında da karşılaştırma yapılmalıdır. Yine EMVI ile lenf nodu pozitifliğinin de karşılaştırılması, tümör hacminin ve histopatolojik tipinin de EMVI bulgusu ile karşılaştırılması gerekmektedir.

Ayrıca EMVI'nun görüntüleme yöntemleri ile tespit oranının patolojik olarak karşılığının olup olmadığının da bilinmesi gerekmektedir.

SONUÇ

Sonuç olarak; GK'li hastalarda bilinen prognostik faktörler dışında yeni prognostik faktörlerin belirlenmesi yeni tedavi stratejilerinin belirlenmesi için önem taşımaktadır. EMVI gastrointestinal sistem kanserlerinde agresif biyolojik davranışın bir işaretidir ve kötü bir prognostik bir göstergedir.. Bu nadir olmayan bulgunun ÇKBT özellikleri kolayca gözden kaçabilir. BT'deki bu yayılma paterninin görüntüleme özelliklerine aşinalık, radyoloğa yardımcı olacağı gibi neoadjuvan kemoterapi için de yol gösterici olabilir ve dolayısıyla gelecekteki nüksü önleyebilir.

Anahtar kelimeler: Mide kanseri, ÇKBT, ektramural vasküler invazyon; hastalısız sağ kalım süresi (disease-free survival).

ÇIKAR ÇATIŞMASI VE ETİK ONAY

Çalışmamız retrospektif çalışma olması nedeniyle etik kurul onayı gerektirmemektedir. Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

LİTERATÜR

Meyers MA, McSweeney J (1972) Secondary neoplasms of the bowel. Radiology 105(1):1–11

Oliphant M, Berne AS, Meyers MA (1993) Spread of disease via the subperitoneal space: the small bowel mesentery. Abdom Imaging 18(2):109–116

Kim JW, Shin SS, Heo SH, et al. (2012) Diagnostic performance of 64-section CT using CT gastrography in preoperative T staging of gastric cancer according to 7th edition of AJCC cancer staging manual. *Eur Radiol* 22(3):654–662

Gabbert HE, Meier S, Gerharz CD, Hommel G (1991) Incidence and prognostic significance of vascular invasion in 529 gastric-cancer patients. *Int J Cancer* 49(2):203–207

Inada K, Shimokawa K, Ikeda T, Ozeki Y (1990) The clinical significance of venous invasion in cancer of the stomach. *Jpn J Surg* 20(5):545–552

Zheng HC, Li XH, Hara T, et al. (2008) Mixed-type gastric carcinomas exhibit more aggressive features and indicate the histogenesis of carcinomas. *Virchows Arch* 452(5):525–534.

Shiraishi N, Inomata M, Osawa N, Yasuda K, Adachi Y, Kitano S (2000) Early and late recurrence after gastrectomy for gastric carcinoma. Univariate and multivariate analyses. *Cancer* 89 (2):255–261.

Kim JH, Park SS, Park SH, et al. (2010) Clinical significance of immunohistochemically-identified lymphatic and/or blood vessel tumor invasion in gastric cancer. *J Surg Res* 162(2):177–183.

Kim HJ, Kim AY, Oh ST, et al. (2005) Gastric cancer staging at multi-detector row CT gastrography: comparison of transverse and volumetric ct scanning. *Radiology* 236(3):879–885.

Gastric cancer treatment (stage information for gastric cancer) (2009) National Cancer Institute.

Courtney ED, West NJ, Kaur C, Ho J, Kalber B, Hagger R, Finlayson C, Leicester RJ. Extramural vascular invasion is an adverse prognostic indicator of survival in patients with colorectal cancer. *Colorectal Dis* 2009; 11: 150-156

Betge J, Pollheimer MJ, Lindtner RA, Kornprat P, Schlemmer A, Rehak P, Vieth M, Hoefler G, Langner C. Intramural and extramural vascular invasion in colorectal cancer: prognostic significance and quality of pathology reporting. *Cancer* 2012;

Cher Heng Tan,¹ Raghunandan Vikram,² Piyaporn Boonsirikamchai,² Priya Bhosale,² Leonardo Marcal,² Silvana Faria,² Chusilp Charnsangavej² Extramural venous invasion by gastrointestinal malignancies: CT appearances *Abdom Imaging* (2011) 36:491–502

Jin Cheng¹, Jing Wu¹, Yingjiang Ye², Chunfang Zhang³, Yinli Zhang⁴ and Yi Wang¹ Extramural venous invasion detected by MDCT as an adverse imaging feature for predicting synchronous metastases in T4 gastric cancer

STREPTOZOTOSİN İLE OLUŞTURULAN DENEYSSEL DİYABETTE FERULA RİGİDULA EKSTRAKTININ PANKREATİK β HÜCRELERİNİN İNSÜLİN İMMÜNREAKTİVİTESİNE ETKİSİ

Dr. Öğr. Üyesi Fikret ALTINDAĞ

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Tıp Fakültesi
ORCID: 0000-0002-7085-623X

ÖZET

Diyabet dünyada her yıl sayıları giderek artmakla birlikte milyonlarca hastanın müzdarip olduğu kronik ve metabolik bir hastalıktır. Deneysel diyabetin oluşturulmasında kullanılan streptozotosin (STZ) spesifik olarak pankreatik β hücrelerinin dejenerasyonuna neden olmaktadır. Çalışmamızda STZ ile indükte edilen deneysel diyabetik sıçanlarda Ferrula rigidula (FR) ekstraktının pankreatik β hücrelerinde insülin immünreaktivitesine etkisinin araştırılması amaçlanmıştır. Çalışmada 200-250 g ağırlığında 49 adet erkek Wistar albino sıçan kullanılmıştır. Sıçanlar rastgele yedi gruba ayrıldı (n=7). Kontrol grubu; herhangi bir uygulama yapılmadı. Diyabetik kontrol grubu; 45 mg/kg STZ intraperitoneal (ip) uygulandı. Diyabetik+Ferula rigidula250 grubu; 45 mg/kg STZ, IP ve 250 mg/kg FR gasrtik gavaj ile verildi. Diyabetik+Ferula rigidula500 grubu; 45 mg/kg STZ, IP ve 500 mg/kg FR gasrtik gavaj ile verildi. Diyabetik+glibenklamid grubu; 45 mg/kg STZ, IP ve 5 mg/kg glibenklamid gasrtik gavaj ile verildi. Ferula rigidula250 grubu; 250 mg/kg FR gasrtik gavaj ile verildi. Ferula rigidula500 grubu; 500 mg/kg FR gasrtik gavaj ile verildi. İmmünohistokimyasal analiz ile anti-insülin antikoru kullanılarak pankreatik β hücrelerinde insülin immünreaktivitesi değerlendirildi. Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında diyabetik gruptaki pankreatik β hücrelerinde insülin immünreaktivitesi daha düşüktü. Diyabetik grup ile karşılaştırıldığında ise Diyabetik+Ferula rigidula250 ve Diyabetik+Ferula rigidula500 gruplarının pankreatik β hücrelerinde insülin immünreaktivitesi daha yüksek olduğu gözlemlendi. Diyabet+Glibenklamid grubu kontrol ile karşılaştırıldığında insülin immünreaktivitesi daha düşük iken Diyabetik+Ferula rigidula250 ve Diyabetik+Ferula rigidula500 gruplarına göre daha yüksekti. Ancak diğer gruplar arasında önemli bir fark gözlemlenmedi. Çalışmamızın bulguları, Ferula rigidulanın pankreatik β hücrelerinde insülin sekresyonunu uyarabileceğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Anti-insülin, Ferula rigidula, İmmünohistokimya, Sıçan, Streptozotosin

EFFECT OF FERULA RIGIDULA EXTRACT ON INSULIN IMMUNOREACTIVITY OF PANCREATIC β CELLS IN EXPERIMENTAL DIABETES INDUCED BY STREPTOZOTOCIN

ABSTRACT

Diabetes is a chronic and metabolic disease in which millions of patients suffer, although the number is increasing every year in the world. Streptozotocin (STZ), which is used in the induction of experimental diabetes, specifically causes degeneration of pancreatic β cells. In our study, we aimed to investigate the effect of Ferrula rigidula (FR) extract on insulin immunoreactivity in pancreatic β cells in experimental diabetic rats induced by STZ. 49 male Wistar albino rats weighing 200-250 g were used in the study. The rats were randomly divided into seven groups (n = 7). Control group; no application was made.

Diabetic control group; 45 mg / kg STZ was administered intraperitoneally (ip). Diabetic + Ferula rigidula250 group; 45 mg / kg STZ, IP and 250 mg / kg FR were administered by gastric gavage. Diabetic + Ferula rigidula500 group; 45 mg / kg STZ, IP and 500 mg / kg FR were administered by gastric gavage. Diabetic + glibenclamide group; 45 mg / kg STZ, IP and 5 mg / kg glibenclamide were administered by gastric gavage. Ferula rigidula250 group; 250 mg / kg FR was administered by gastric gavage. Ferula rigidula500 group; 500 mg / kg FR was administered by gastric gavage. Insulin immunoreactivity was evaluated in pancreatic β cells using anti-insulin antibody by immunohistochemical analysis. Insulin immunoreactivity was lower in pancreatic β cells in the diabetic group compared to the control group. When compared with the diabetic group, insulin immunoreactivity was higher in pancreatic β cells of Diabetic + Ferula rigidula250 and Diabetic + Ferula rigidula500 groups. While the Diabetes + Glibenclamide group had lower insulin immunoreactivity compared to the control, it was higher than the Diabetic + Ferula rigidula250 and Diabetic + Ferula rigidula500 groups. However, no significant difference was observed between the other groups. The findings of our study reveal that Ferula rigidula can stimulate insulin secretion in pancreatic β cells.

Keywords: Anti-insulin, Ferula rigidula, Immunohistochemistry, Rat, Streptozotocin

1. GİRİŞ

Diyabet yüksek kan glukoz değeri ile ilişkili olan ve birçok metabolik yolağı etkileyen metabolik bir hastalıktır. İnsülin sekresyonundaki eksiklik veya dokulardaki insülin duyarlılığındaki azalmanın bir sonucu olan hiperglisemi ile karakterizedir (1). Streptozotocin (STZ) pankreatik β -hücrelerinin yıkımına neden olduğu için deneysel diyabeti indükte etmede yaygın olarak kullanılan diyabetojenik bir maddedir. Pankreatik β -hücrelerinin yıkımı sonucu azalan insülin sekresyonu kan glukoz seviyesinin artmasına dolayısıyla diyabete neden olur (2). Çalışmalar hipergliseminin diyabetik komplikasyonların temel nedeni olduğunu ortaya koymaktadırlar (3). Dolayısıyla diyabetik hastaların yaşam kalitesini artırmanın ve diyabetik komplikasyonları azaltmanın en etkili yolu hiperglisemiyi kontrol altına almaktır. Diyabetik hastalıklarda kullanılan bazı antidiyabetik sentetik ilaçların diyabetik komplikasyonları azaltmasına rağmen yan etkilerinden dolayı, zararsız veya daha az zararlı alternatif tedavilere ihtiyaç duyulmaktadır (4). Bundan dolayı birçok doğal veya tıbbi bitki diyabetin komplikasyonlarını tedavi etmede kullanılmaktadır. Ferula rigidula (siyabo) özellikle Doğu Anadolu bölgesinde halk arasında diyabette ve hipertansiyonda kullanılan bir bitkidir (5). Yapılan çalışmalar Ferula rigidula'nın antioksidan ve antimikrobiyal etkilere sahip olduğu belirlenmiştir (6). Çalışmamızda streptozotocin ile oluşturulan deneysel diyabette Ferula rigidula ekstraktının pankreatik β hücrelerinin insülin salgısı üzerindeki etkisinin immünohistokimyasal yöntemle araştırılması amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Hayvanlar ve Deney Prosedürü

Çalışma Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulundan alınan etik kurul izni (etik kurul onay no: 2021/03-07) ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmada Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Deney Hayvanları Araştırma ve Uygulama Merkezinden temin 49 adet erkek Wistar albino rat (200-250 gr) kullanıldı. Deney süresi boyunca 12 saat karanlık ve 12 saat aydınlık, sıcaklığı $22 \pm 2^\circ\text{C}$ olan odalarda, ad libitum olarak beslendikleri kafeslerde barınmaları sağlanmıştır. Hayvanlar her grupta 7 tane olacak şekilde rastgele bir şekilde 7 gruba ayrılmıştır. Kontrol grubu; herhangi bir uygulama yapılmadı.

Diyabetik kontrol grubu; 45 mg/kg STZ intraperitoneal (ip) uygulandı. Diyabetik+Ferula rigidula250 grubu; 45 mg/kg STZ, IP ve 250 mg/kg FR gasrtik gavaj ile verildi. Diyabetik+Ferula rigidula500 grubu; 45 mg/kg STZ, IP ve 500 mg/kg FR gasrtik gavaj ile verildi. Diyabetik+glibenklamid grubu; 45 mg/kg STZ, IP ve 5 mg/kg glibenklamid gasrtik gavaj ile verildi. Ferula rigidula250 grubu; 250 mg/kg FR gasrtik gavaj ile verildi. Ferula rigidula500 grubu; 500 mg/kg FR gasrtik gavaj ile verildi.

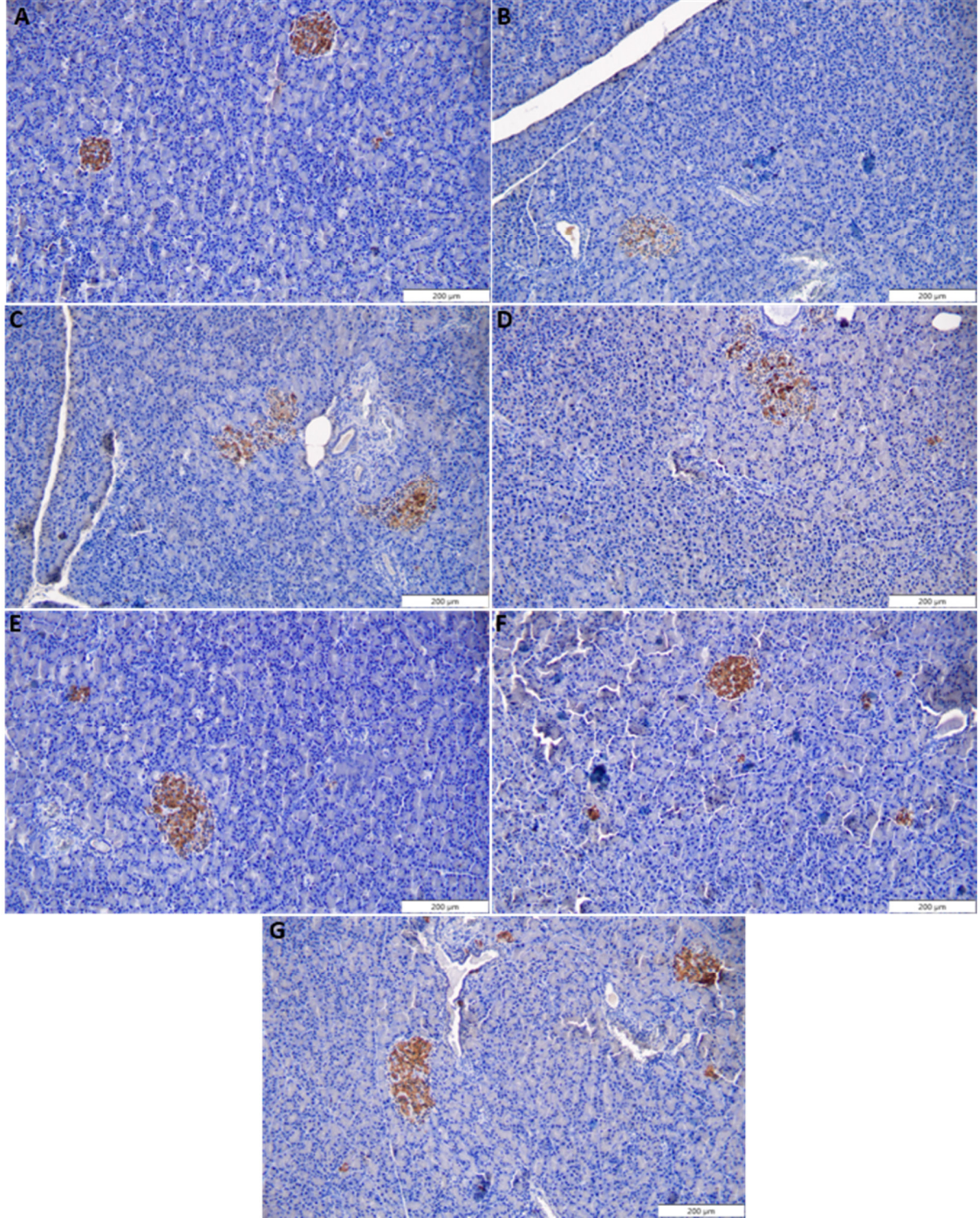
Diyabet oluşturulan gruplardaki sıçanlara, 45 mg/kg tek doz intraperitoneal (ip) olarak STZ uygulamasından 72 saat sonra kan glukoz değerleri ölçüldü. Kan glukoz düzeyi 200 mg/dl üzerinde olan sıçanlar diyabet sıçan olarak kabul edildi. Ferula rigidula ekstraktı, distile suda çözündürülerek, 28 gün boyunca FR ile tedavi edilen sıçanlara gastrik gavaj ile uygulandı. Deney sonunda sıçanlara intraperitoneal ketamin (50 mg / kg) ve ksilazin (10 mg / kg) ile anestezi uygulanarak pankreas dokuları çıkarıldı. İmmünohistokimyasal değerlendirme için çıkarılan pankreas %10 tamponlu formaldehitte fikse edildi.

2.2. İmmünohistokimya

Fiksasyondan sonra, pankreas alkol ile dehidre edildi ve ksilen ile parlatıldıktan sonra parafine gömüldü. Mikrotom ile parafin bloklarından 4 um kalınlığında kesitler alındı. İmmünohistokimyasal inceleme için alınan kesitler deparafinize ve dehidrate edildi. Endojen peroksidaz aktivitesini önlemek için %3 Hidrojen peroksit (H₂O₂) içinde 10 dk bekletildi. Çekirdekte antijen maskeleymesini önlemek için, kesitler mikrodalga fırında antijen-retrieval (sitrat tamponu, ph 6.1) çözeltisinde 5 dakikada iki kez ısıtıldı. Non-spesifik bağlanmayı önlemek için protein bloğu doku üzerine damlatıldı ve 10 dakika inkübe edildi. Primer antikor olarak anti-insülin antikoru (Santa Cruz Biotechnology, dilüsyon oranı: 1/50, sc-8033) damlatıldı ve gece boyunca humidity chamber içinde +4 °C'de inkübe edildi. Kesitler PBS ile yıkandıktan sonra sırasıyla Biotinylated Goat Anti-Polyvalent ve Streptavidin-peroxidase conjugate damlatıldı ve her ikisinde 10 dakika süreyle inkübe edildi. Kromojen olarak Diaminobenzidine (DAB) kullanımının ardından zıt boya olarak Mayer hematoksilen ile boyandı. Daha sonra ışık mikroskobu (Nikon Y-IM 7551012, Japonya) ile incelendi. Anti-insülin antikoru ile immünpozitif reaksiyon veren pankreatik β hücreleri sayılarak H skoru uygulandı ve istatistiksel olarak değerlendirildi.

3. SONUÇLAR

Anti-insülin antikoru kullanılarak yapılan immünohistokimyasal boyama yönteminde kontrol grubu ile karşılaştırıldığında diyabetik gruptaki pankreatik β-hücrelerinde insülin immünreaktivitesi daha düşük olduğu gözlemlendi. Buna karşın diyabetik grup ile karşılaştırıldığında ise Diyabetik+Ferula rigidula250 ve Diyabetik+Ferula rigidula500 gruplarının pankreatik β hücrelerinde insülin immünreaktivitesi daha yüksek olduğu saptandı. Diyabet+Glibenklamid grubu kontrol ile karşılaştırıldığında insülin immünreaktivitesi daha düşük iken Diyabetik+Ferula rigidula250 ve Diyabetik+Ferula rigidula500 gruplarına göre daha yüksekti. Diğer gruplar arasında önemli bir fark gözlenmedi (Resim 1).



Resim 1: Anti-insülin antikorü ile boyanmış pankreas dokusunun mikroskopik görüntüleri. A: Kontrol grubu, B: Diyabetik kontrol grubu, C: Diyabetik+FR250 grubu, D: Diyabetik+FR500 grubu, E: Diyabetik+Glibenklamid grubu, F: FR250 grubu, G: FR500 grubu. 200x.

4. TARTIŞMA

İnsülin salgılayan pankreatik β hücreleri, glukoz homeostezisinin düzenlenmesinde önemli rol oynar. STZ ile oluşturulan deneysel diyabette bu hücrelerin yapı ve fonksiyonel kaybı insülin sekresyonunun bozulmasına, dolayısıyla glukoz homeostazisinin sekteye uğramasına neden olur (7). Kronik ve metabolik bir hastalık olan diyabetin komplikasyonlarını azaltmanın en etkili yolu kan glukoz seviyesini kontrol altında tutmaktır. Diyabette kan glukoz seviyesini kontrol altında tutmanın en önemli yollarından biri azalan insülin sekresyonunu artırmaktır. Bunun için pankreatik- β hücrelerinde insülin sekresyonunu artırıcı ajanların kullanımının etkin bir yol olduğu düşünülmektedir. Yapılan önceki çalışmalarda STZ ile oluşturulan deneysel diyabette bazı doğal antioksidanların pankreatik β hücrelerinde azalan insülin sekresyonunu artırdığı rapor edilmiştir (1,4,8). STZ ile indüklenen deneysel diyabetik modelde, pankreatik β -hücrelerine bir glukoz taşıyıcı mekanizma ile taşındığı bilinen STZ'nin DNA alkalizasyonuna ve dolayısıyla pankreatik β -hücrelerinin dejenerasyonuna neden olduğu bildirilmiştir (8,9). Önceki çalışmalarda STZ'nin pankreatik β -hücrelerinde aşırı radikal oksijen türlerinin (ROS) birikmesine ve sonuç olarak DNA hasarına neden olarak bu hücrelerin sayısal ve fonksiyonel kayıplarına neden olduğu bildirilmiştir (4). İnsülin salgılayan pankreatik β -hücrelerinin dejenerasyonu insülin sekresyonunda azalmaya neden olmaktadır. Khamchana ve ark. (10) STZ ile oluşturdukları deneysel diyabette wax apple (*Syzygium samarangense*)'ın pankreatik β -hücrelerinin fonksiyonlarını düzelttiği ve azalan insülin ekspresyonunu artırdığını rapor etmişlerdir. Benzer şekilde yapılan önceki çalışmada STZ ile indükte edilen deneysel diyabette azalan pankreatik insülin ekspresyonunun çörek otu (*Nigella sativa*) bitkisinin tedavi ile oneli derecede arttığı rapor edilmiştir (11). Gohari ve ark. yaptıkları çalışmaya göre STZ uygulanan diyabetik sıçanlarda azalan serum insülin seviyesinin ısırgan otu (*Urtica Dioica*) bitkisinin tedavisiyle önemli derecede iyileştirildiği rapor edilmiştir (12). Bizim çalışmamızda STZ ile oluşturulan deneysel diyabette *Ferula rigidula* tedavisinin hem 250 mg/kg/gün hem de 500 mg/kg/gün dozlarının diyabetik gruplarda azalan pankreatik insülin ekspresyonunu önemli derecede artırdığı gözlemlendi. Sonuç olarak, çalışmamızın bulguları STZ ile oluşturulan deneysel diyabette *Ferula rigidula* bitkisinin azalan pankreatik insülin ekspresyonunu artırdığı ve dolayısıyla diyabetik hastalarda insülin sekresyonunu uyarıcı bir ajan olarak kullanılabileceğini ortaya koymuştur. Bununla birlikte bulgularımızı destekleyecek ileri çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

KAYNAKLAR

Noor, A., Gunasekaran, S., Vijayalakshmi, M.A. (2017). Improvement of insulin secretion and pancreatic β -cell function in streptozotocin-induced diabetic rats treated with Aloe vera extract. *Pharmacognosy Res.* 9(5):S99–104.

Wang, H., Wu, Y., Ojcius, D.M., Yang, X.F., Zhang, C., Ding, S. et al. (2012). Leptospiral hemolysins induce proinflammatory cytokines through toll-like receptor 2-and 4-mediated JNK and NF- κ B signaling pathways. *PLoS One.* 7(8):e42266.

El Rabey, H.A., Al-Seeni, M.N., Bakhawain, A.S. (2017). The antidiabetic activity of nigella sativa and propolis on streptozotocin-induced diabetes and diabetic nephropathy in male rats. *Evidence-based Complement Altern Med.* 2017: Article ID 5439645.

Nurdiana, S., Goh, Y.M., Ahmad, H., Dom, S.M., Syimal'ain Azmi, N., Noor Mohamad Zin, N.S., et al. (2017). Changes in pancreatic histology, insulin secretion and oxidative status in diabetic rats following treatment with *Ficus deltoidea* and vitexin. *BMC Complement Altern Med.* 17:290.

Altundag, E., Ozturk, M. (2011). Ethnomedicinal studies on the plant resources of east Anatolia, Turkey. In: *Procedia - Social and Behavioral Sciences*.19: 756–77.

Köse, Ş., Ocak, E. (2018). Antimicrobial and Antioxiant Properties of Sirmo (*Allium vineale* L.), Mendi (*Chaerophyllum macropodium* Boiss.) and Siyabo (*Ferula rigidula* DC.). *Gıda / J Food*. 8: 294–302.

Matveyenko, A.V., Butler, P.C. (2008). Relationship between β -cell mass and diabetes onset. *Diabetes, Obes Metab*. 10: 23-31

Ramadan, B.K., Schaalán, M.F., Tolba, A.M. (2021). Hypoglycemic and pancreatic protective effects of *Portulaca oleracea* extract in alloxan induced diabetic rats. *BMC Complement Altern Med*. 17: 37

Jaiswal, Y.S., Tatke, P.A., Gabhe, S.Y., Vaidya, A.B. (2017). Antidiabetic activity of extracts of *Anacardium occidentale* Linn. leaves on n-streptozotocin diabetic rats. *J Tradit Complement Med*. 7:421–7.

Khamchan, A., Paseephol, T., Hanchang, W. (2018). Protective effect of wax apple (*Syzygium samarangense* (Blume) Merr. & L.M. Perry) against streptozotocin-induced pancreatic β -cell damage in diabetic rats. *Biomed Pharmacother*. 108:634–45.

Abdelrazek, H.M.A., Kilany O.E., Muhammad, M.A.A., Tag, H.M., Abdelazim, A.M. (2018). Black seed thymoquinone improved insulin secretion, hepatic glycogen storage, and oxidative stress in streptozotocin-induced diabetic male Wistar rats. *Oxid Med Cell Longev*. 2018: Article ID 8104165.

Gohari, A., Noorafshan, A., Akmalı, M., Zamani-Garmsiri, F., Seghatoleslam, A. (2018). *Urtica Dioica* Distillate Regenerates Pancreatic Beta Cells in Streptozotocin-Induced Diabetic Rats. *Iran J Med Sci*. 43:174–83.

ÇOCUK ROMATOLOJİ POLİKLİNİĞİNE KAS İSKELET SİSTEMİ AĞRISI NEDENİYLE BAŞVURAN HASTALARIN DEĞERLENDİRİLMESİ: TEK MERKEZ DENEYİMİ

Arş. Gör. Uzm. Dr. Vildan GÜNGÖRER

Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi, Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Ana Bilim Dalı, Çocuk Romatolojisi Bilim Dalı
ORCID: 0000-0002-9838-2603

ÖZET

Kas-iskelet sistemi ağrısı çocukluk çağında sık görülen ve ailelerde endişeye yol açan bir durumdur. Çoğu zaman çocuk sağlığı ve hastalıkları polikliniklerince tekrarlayan ya da devam eden kas-iskelet sistemi ağrıları ve özellikle de eklem ve bacak ağrıları çocuk romatoloji polikliniklerine yönlendirilmektedir. Çocukluk çağında kas-iskelet sistemi ağrısının birçok nedeni bulunmaktadır. Bu nedenler inflamatuvar ve non inflamatuvar olarak iki gruba ayrılabilir. Bu çalışmadaki amacımız kas iskelet sistemi ağrısı şikayetiyle çocuk romatoloji polikliniğine başvuran veya sevk edilen hastaların etyolojilerini araştırmak, sık görülen nedenleri belirlemektir. Bu amaçla Selçuk Üniversitesi Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi Çocuk Romatoloji polikliniğine Ocak 2017 – Ocak 2021 yılları arasında eklem ağrısı tanısı girilmiş 18 yaş altı 1668 hasta hastane bilgi işlem sisteminden tarandı. Bu hastaların dosyaları tek tek tarandı ve 1486'sının kas iskelet sistemi ağrısı ile başvurduğu görüldü. Hastaların 1102'sinin bacak ağrısı ile başvurduğu saptandı. Kas-iskelet sistemi veya bacak ağrısı yapabilecek herhangi bir kronik hastalık tanısı olan, doğumsal kas iskelet sistemi bozukluğu olan veya ilaç kullanımı olan hastalar çalışmaya dahil edilmedi. Hastalara ait yaş, cinsiyet ve konulan son tanılar değerlendirildi.

Hastaların 978'i (%58,6) kızdı. Hastaların ortalama yaşları 8,21±3,82 yaş idi. Ortalama yakınma süresi 1,34± 1, 19 yıl idi. Kas iskelet sistemi ağrısının en sık sebebi 295 hasta ile büyüme ağrısı idi. Bunu 151 hasta ile juvenil idiyopatik artrit, 102 hastayla Osgood Schlatter, 85 hastayla hipermobilité sendromu ve 72 hastayla toksik sinovit izliyordu. Diğer sık görülen tanılar viral enfeksiyon ilişkili artralji, viral myozit, Ailevi Akdeniz ateşi, akut romatizmal ateş, Serum sickness like disease, travmatik ağrı, obezite, vitamin eksikliği ve fibromyalji idi. Nadir nedenler arasında malignite, femur başı avasküler nekroz, mukopolisakkaridoz, osteomyelit, spondiloepifizyel displazi bulunuyordu. Hastaların 232'sinde eklem ağrısını açıklayabilecek bir neden tespit edilemedi.

Çocuklarda kas iskelet ağrısı yapabilecek olası nedenler iyi bilinmeli, öncelikle sık görülen nedenlere yönelik anamnez, fizik muayene, tetkik ve görüntüleme işlemleri yapılmalı, gereksiz ve, hasta ve ailesi için yorucu işlemlerden kaçınılmalı, kas iskelet ağrısı için sebep saptanamayan hastalar da izlemde ortaya çıkabilecek hastalıklar açısından takip edilmelidir.

Anahtar Kelimeler: Çocuk, kas iskelet ağrısı, romatoloji

THE EVALUATION OF PATIENTS WHO APPLY TO THE CHILDREN'S RHEUMATOLOGY CLINIC DUE TO MUSCULOSULETAL PAIN: A SINGLE CENTER EXPERIENCE

ABSTRACT

Musculoskeletal pain is common in childhood and causes anxiety in families. Most of the time, recurrent or ongoing musculoskeletal pain and especially joint and leg pains are referred to pediatric rheumatology outpatient clinics by pediatric health and disease outpatient clinics. There are many causes of musculoskeletal pain in childhood. These reasons can be divided into two groups as inflammatory and non-inflammatory. Our aim in this study is to investigate the etiology of patients who were referred to the pediatric rheumatology outpatient clinic with musculoskeletal pain complaints and to determine the common causes. For this purpose, 1486 patients under the age of 18 who were diagnosed with joint pain between January 2017 and January 2021 to the Selcuk University Faculty of Medicine Pediatric Rheumatology outpatient clinic were scanned through the hospital information processing system. It was found that 1102 of the patients applied with leg pain. Patients with any chronic disease that could cause musculoskeletal or leg pain, congenital musculoskeletal disorders, or drug use were excluded from the study. The age, gender and the last diagnoses of the patients were evaluated.

978 of the patients (58.6%) were girls. The mean age of the patients was 8.21 ± 3.82 years. The mean duration of complaints was $1.34 \pm 1, 19$ years. Growth pain was the most common cause of musculoskeletal pain with 295 patients. Juvenile idiopathic arthritis with 151 patients, Osgood Schlatter with 102 patients, hypermobility syndrome with 85 patients and toxic synovitis with 72 patients followed. Other common diagnoses were viral infection-related arthralgia, viral myositis, Familial Mediterranean fever, acute rheumatic fever, Serum sickness like disease, traumatic pain, obesity, vitamin deficiency, and fibromyalgia. Rare causes included malignancy, femoral head avascular necrosis, mucopolysaccharidosis, osteomyelitis, and spondyloepiphyseal dysplasia. No reason could be found to explain the joint pain in 232 of the patients.

Possible causes of musculoskeletal pain in children should be well known, first of all, anamnesis, physical examination, laboratory and imaging procedures should be performed for common causes, unnecessary and tiring procedures for the patient and their family should be avoided, patients who hadn't a cause for musculoskeletal pain should be observed in terms of diseases that may occur during follow-up.

Keywords: Child, musculoskeletal pain, rheumatology

GİRİŞ

Kas- iskelet sistemi ağrısı çocukluk çağında sık görülen ve ailelerde endişeye yol açan bir durumdur. Çoğu zaman çocuk sağlığı ve hastalıkları polikliniklerince tekrarlayan ya da devam eden kas-iskelet sistemi ağrıları ve özellikle de eklem ve bacak ağrıları çocuk romatoloji polikliniklerine yönlendirilmektedir. Çocukluk çağında kas-iskelet sistemi ağrısının birçok nedeni bulunmaktadır ve bunların büyük çoğunluğu inflamatuvar sebeplere bağlı değildir.

Büyüme ağrısı, hipermobilitate sendromu, pes planus, Osgood-Schlatter hastalığı, fibromiyalji, meniskopatiler, obezite, vitamin eksiklikleri, mekanik hasar gibi inflamatuvar olmayan nedenlerle akut romatizmal ateş, juvenil idiyopatik artrit, sakroileit, malign ve otoimmün hastalıklar, post infeksiyöz durumlar gibi inflamatuvar nedenler bacak ağrısına neden olabilir (1). Hastalarda eklem ve bacak ağrısına yönelik ayırıcı tanıların dikkatli yapılması, gereksiz tetkiklerden kaçınmak, aileyi bu tedirginlik verici durum açısından rahatlatmak önem arz etmektedir (2). Nitekim aileleri endişeye sevk eden bu durum çoğu zaman ciddi bir hastalığın işareti değildir. Bu çalışmadaki amacımız kas iskelet sistemi ağrısı şikayetiyle çocuk romatoloji polikliniğine başvuran veya sevk edilen hastaların etyolojilerini araştırmak, sık görülen nedenleri belirlemektir.

METODLAR

Selçuk Üniversitesi tıp Fakültesi Çocuk Romatoloji polikliniğine Ocak 2017 – Ocak 2021 yılları arasında eklem ağrısı tanısı girilmiş 18 yaş altı 1668 hasta hastane bilgi işlem sisteminden tarandı. Bu hastaların dosyaları tek tek tarandı ve 1486'sının kas iskelet sistemi ağrısı ile başvurduğu görüldü, bunun dışında eklem ağrısı tanısı girilen hastalar çalışmaya dahil edilmedi. Hastaların 1102'sinin bacak ağrısı ile başvurduğu saptandı. Eklem ağrısı ile başvuran hastaların retrospektif olarak dosyaları incelendi. Hastalara ait yaş, cinsiyet ve konulan son tanılar kaydedildi.

Tüm değerlendirmeler sonucunda Peterson kriterlerine göre büyüme ağrısı tanısı (3), Beighton kriterlerine göre hipermobilitate sendromu tanısı (4), American College of Rheumatology 1990 kriterlerine göre fibromiyalji tanısı (5), ILAR sınıflamasına göre Juvenil idiyopatik artrit tanısı (6), Eurofever/Printo 2019 (7) kriterlerine göre Ailevi akdeniz ateşi tanısı, modifiye Jones kriterlerine (8) göre ise akut romatizmal ateş tanısı konuldu.

Hastalar yaş gruplarına göre iki gruba ayrıldı. Grup 1: 0-10 yaş grubu çocukluk dönemi, Grup 2: 11 yaş ve üstü adolesan dönemini içeriyordu. Bu yaş gruplarındaki en sık tanıları değerlendirildi.

Kas-iskelet sistemi veya bacak ağrısı yapabilecek herhangi bir kronik hastalık tanısı olan, doğumsal kas iskelet sistemi bozukluğu olan veya ilaç kullanımı olan hastalar çalışmaya dahil edilmedi.

İstatistiksel yöntem olarak çalışmada kullanılan tüm istatistiksel hesaplamalar ve analizler için SPSS yazılım sürümü 20.0 (Statistical Packages for Social Sciences: SPSS Inc, Chicago, IL, ABD) kullanılmıştır. Demografik veriler ve tanı dağılımları deskriptif yöntemle analiz edilmiştir. Tanımlayıcı analizlerde, normal dağılıma uyan değişkenler için ortalama \pm standart sapma kullanılmıştır.

BULGULAR

Hastaların 978'i (%58,6) kızdı. Hastaların ortalama yaşları $8,21 \pm 3,82$ yaş idi. Ortalama yakınma süresi $1,34 \pm 1,19$ yıl idi. Bu hastaların dosyaları tek tek tarandı ve 1102'sinin bacak ağrısı ile başvurduğu saptandı. Eklem ağrısının en sık sebebi 295 hasta ile büyüme ağrısı idi. Bunu 151 hasta ile juvenil idiyopatik artrit, 102 hastayla Osgood Schlatter, 85 hastayla hipermobilitate sendromu ve 72 hastayla toksik sinovit izliyordu. Hastalara ait tanıları Tablo 1'de özetlenmiştir.

Tablo 1: Hastaların Tanı Dağılımları

Tanı	N (%)
Büyüme ağrısı	295 (19,8)
Juvenil idiyopatik artrit	151 (10,16)
Osgood Schlatter	102 (6,86)
Hipermobilite sendromu	85 (5,72)
Toksik sinovit	72 (4,84)
Viral enfeksiyon ilişkili artralji	68 (4,57)
Viral myozit	65 (4,37)
Ailevi akdeniz ateşi	52 (3,49)
Akut romatizmal ateş	48 (3,23)
Serum sickness like reaksiyon	47 (3,16)
Travmatik ağrı	35 (2,35)
Obezite	28 (1,88)
Vitamin eksikliği	26 (1,74)
Fibromyalji	24 (1,61)
Pes planus	23 (1,54)
A grubu beta hemolitik streptokok enfeksiyonu	20 (1,34)
Meniskopati	19 (1,27)
Sakroilet	19 (1,27)
Skolyoz	18 (1,21)
Lumbal disk hernisi	10 (0,67)
Bağ doku hastalığı	8 (0,53)
İnflamatuvar bağırsak hastalığı	7 (0,47)
Benign kemik tm/kist	6 (0,40)
Bruselloz	5 (0,33)
Kronik rekürren multifokal osteomyelit	5 (0,33)
Malignite (lösemi)	4 (0,26)
Rickets	2 (0,13)
Spondilo epifizyel displazi	2 (0,13)
Avasküler nekroz	2 (0,13)
Mukopolisakkaridoz	2 (0,13)
Osteomyelit	2 (0,13)
Hashimoto tiroiditi	2 (0,13)
Neneni saptanamayan	232 (15,6)
Toplam	1486 (100)

Hastaların 232'sinde eklem ağrısını açıklayabilecek bir neden tespit edilemedi.

Grup 1' de 863 hasta varken, Grup 2'de 623 hasta vardı. Grup 1'de en sık eklem ağrısı nedeni büyüme ağrısı iken, Grup 2'de Osgood Schlatter idi.

TARTIŞMA ve SONUÇ

Kas iskelet sistemi ağrıları çeşitli nedenlerle oluşan ve günlük yaşamı olumsuz etkileyen önemli bir semptomdur. Çocuklarda kas ve iskelet sistemi ağrıları sıktır ve çocuk romatoloji kliniklerinin önemli bir hasta kısmını oluşturur. Bacak ağrıları çocuklarda en sık görülen kas iskelet ağrısı nedenidir. Altta yatan etyolojik nedenler çok geniş bir yelpazeye sahiptir.

Ancak ileri laboratuvar ve görüntüleme tekniklerine rağmen kas iskelet sistemi ağrılarının ¼ 'lük bir kısmının nedeni saptanamamaktadır.

Kas iskelet ağrıları özellikle de sık görülmesi nedeniyle bacak ağrıları, altta çok çeşitli sebepler yatabileceğinden aileleri çok huzursuz eder. Bu nedenle polikliniklere kas iskelet ağrısı yakınması ile başvuran hastalar dikkatli değerlendirilmeli, etyolojik neden saptanmaya çalışılmalı saptanamayan hastalar da ağrının devam etmesi halinde belli aralıklarla tekrar değerlendirilmelidir. Bu özellikle çocukluk çağında sinsi bulgularla başlayıp ileride klinik tablosu tam oturacak olan hastalıklar açısından önem arz eder. Burada önemli olan aileyi tedirgin etmeden bilgi vermek, kırmızı bayrak sayılabilecek (gece ağrısı, ağrı şiddeti, kilo kaybı, eklemde şişlik, sabah tutukluluğu, ek klinik semptomlar..vs) semptomlar açısından aileleri eğitmektir. Bu şekilde hem gereksiz incelemeden hem de sık hastane vizitlerinden kaçınılmış olur. Ayrıca tanı koymadan ağrıyı kesmeye çalışmak, gereksiz antibiyotik kullanımı gibi amaçsız ve hastaya faydadan çok zarar getirecek ve ülke ekonomisine zarar verecek uygulamalardan da kaçınmak önemlidir.

Büyüme ağrısı çocukluk çağında en sık görülen ağrı nedenlerindedir. Özellikle 3-10 yaş grubunda görülür. Genellikle bacaklarda (dizin arkası, uyluk ve baldırlarda), daha az sıklıkla bacaklara ek olarak kollarda da görülebilen, akşamları ve gece vakti ortaya çıkan, uykudan uyandırabilen, birkaç dakikadan birkaç saate kadar sürebilen ve nedeni bilinmeyen iyi huylu ağrılar olarak tanımlanmaktadır (9). Büyüme ağrısına sabah tutukluğu, topallama eşlik etmez. Çocuklar genellikle günlük aktivitelerinde sıkıntı yaşamazlar. Çalışmamızda etyolojisi saptanan en sık ağrı nedeni büyüme ağrısı olarak saptanmıştır.

Benzer çalışmalardan farklı olarak çalışmamızda juvenil idiyopatik artrit oranı yüksek saptanmıştır. Bunu geniş bir bölgenin tek çocuk romatoloji kliniği olmamıza ve bu nedenle eklem ağrısı, topallama gibi şikayetleri olan çocuklarda genellikle bu tanıdan şüphe edilerek tarafımıza hastaların yönlendirilmiş olmasına bağladık.

Hipermobilite sendromu ilk kez 1967 yılında tanımlanmış, herhangi bir ikincil hastalık (konjenital sendrom veya konnektif doku hastalığı gibi) olmadan görülen eklemlerin normalin üzerinde hareket genişliğine sahip olması ile karakterize olan bir sendromdur. Yaygın kas-iskelet sistemi ağrısı yapabildiği iyi bilinmektedir. Özellikle kızlarda sık görülmektedir (10,11). Çalışmamızda 4. sıklıkta saptanan kas iskelet sistemi ağrısı nedeni olarak saptanmıştır.

Osgood-Schlatter hastalığı tuberositas tibianın traksiyon apofizitidir. Patellar tendon çekme kuvvetleri nedeniyle mikro avülsiyon kırığı oluşur. Tipik olarak büyüme çağındaki kızlarda 8-13 yaş, erkeklerde ise 10-15 yaşları arasında görülür (12). Diz ağrısının geç çocukluk ve erken ergenlik döneminde en sık görülen nedenlerinden birisidir. Aktif spor yapan çocuklarda daha sık görülür ve zaman içinde kendiliğinden iyileşir. Spesifik bir tedavisi yoktur. İstirahat, analjezik ve soğuk uygulama hastaları rahatlatır. Nadiren ortopedik girişim ihtiyacı olabilir (13). Yan diz grafisi ile çok kolay şekilde tanı konulabilecek ve çok sık karşılaştığımız bu hastalık maalesef çoğu zaman atlanmakta ve hastalar gereksiz birçok tahlil ve görüntülemeye maruz kalmaktadır.

Malign hastalıklar, osteomyelit, avasküler nekroz gibi nadir görülen ancak ciddi olan nedenlerle de hastalarda kas iskelet sistemi ağrıları olabilir. Bu açıdan dikkatli olmak hastayı sistemik bir şekilde değerlendirip doğru tanıya ulaşmaya çalışmak önem arz eder.

Sonuç olarak çocuklarda kas iskelet ağrısı yapabilecek olası nedenler iyi bilinmeli, öncelikle sık görülen nedenlere yönelik anamnez, fizik muayene, tetkik ve görüntüleme işlemleri yapılmalı, gereksiz ve hasta ve ailesi için yorucu işlemlerden kaçınılmalı, kas iskelet ağrısı için sebep saptanamayan hastalar da izlemde ortaya çıkabilecek hastalıklar açısından takip edilmelidir.

KAYNAKÇA

Goodman JE, McGrath PJ. The epidemiology of pain in children and adolescents: a review. *Pain* 1991; 46:247-64.

Gunz AC, Canizares M, Mackay C, Badley EM. Magnitude of impact and healthcare use for musculoskeletal disorders in the paediatric: a population-based study. *BMC Musculoskeletal Disord* 2012; 13:98.

Petersen HA. Leg aches. *Pediatr Clin North Am* 1977; 24: 731-6.

Beighton P, Solomon L, Soskolne CL. Articular mobility in an African population. *Ann Rheum Dis* 1973; 32:413-8.

Wolfe F, Smythe HA, Yunus MB, Bennett RM, Bombardier C, Goldenberg DL, et al. The American College of Rheumatology 1990 criteria for the classification of fibromyalgia. Report of the multicenter criteria committee. *Arthritis Rheum* 1990; 33:160-72.

Goldenberg J, et al; International League of Associations for Rheumatology. International League of Associations for Rheumatology classification of juvenile idiopathic arthritis: second revision, Edmonton, 2001. *J Rheumatol* 2004;31:390-2.

Gattorno M, Hofer M, Federici S, Vanoni F, Bovis F, Aksentijevich I, et al. Classification criteria for autoinflammatory recurrent fevers. *Ann Rheum Dis* 2019;78:1025–32

Markowitz M, Gerber MA. The Jones Criteria for Guidance in the Diagnosis of Rheumatic Fever. *Arch Pediatr Adolesc Med* 1995; 149: 725- 726.

Kaspiris A, Zafropoulou C. Growing pains in children: epidemiological analysis in a Mediterranean population. *Joint Bone Spine* 2009; 76:486-90.

17. Baxter MP, Dulberg C. Growing pains" in childhood--a proposal for treatment. *J Pediatr Orthop* 1988; 8:402-6.

18. Scheper MC, Engelbert RH, Rameckers EA, ve ark. Children with generalized joint hypermobility and musculoskeletal complaints: state of the art on diagnostics, clinical characteristics, and treatment. *Biomed Res Int* 2013; 2013:121054.

Achar S, Yamanaka J. Apophysitis and Osteochondrosis: Common Causes of Pain in Growing Bones. *Am Fam Physician* 2019; 99:610-8.

12. Circi E, Atalay Y, Beyzadeoğlu T. Treatment of Osgood-Schlatter disease: review of the literature. *Musculoskelet Surg* 2017; 101:195-200.

SPİNAL GLİOBLASTOM TANILI OLGUDA ADJUVAN RADYOKEMOTERAPİ

Uzman Doktor Sümerya Duru BİRGİ

Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyasyon Onkolojisi Anabilimdalı
ORCID: 0000-0003-4260-1018

Uzman Doktor Esra GÜMÜŞTEPE

Gülhane Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Radyasyon Onkolojisi Anabilimdalı
ORCID: 0000-0002-3664-4663

Prof. Doktor Serap AKYÜREK

Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyasyon Onkolojisi Anabilimdalı
ORCID: 0000-0001-8840-0233

Prof. Doktor Şaban Çakır GÖKÇE

Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyasyon Onkolojisi Anabilimdalı
ORCID: 0000-0003-2586-3243

ÖZET

GİRİŞ: Primer spinal glioblastoma multiforme (GBM) medyan 14 ay sağkalım oranları ile oldukça kötü huylu bir tümördür. Tüm intramedüller gliomların yaklaşık %7.5 ve tüm omurilik tümörlerinin sadece % 1.5'ünü oluşturur. Primer spinal GBM'nin servikal ve torasik bölgelerde gelişme eğilimi vardır; ancak seyrek olarak conus medullariste de ortaya çıkar. Primer spinal GBM için tedavi protokolü seçimleri tartışmalıdır ancak genellikle intrakraniyal GBM için tedavi stratejisine benzer şekilde genellikle cerrahi, RT ve KT'yi içermektedir.

OLGU: 36 yaşında kadın hasta progresif artan bel ağrısı, idrarını tutamama ve her iki bacakta güçsüzlük şikayetleri ile üzerine Temmuz 2020'de hastaneye başvurmuş ve o dönemde çekilen Torakolomber Spinal MRG'da T8-12 düzeyinde postkontrast serilerde intradural intramedüller yerleşimli ekspansil lezyon saptanmıştır. Hastaya Temmuz 2020'de T9-12 total laminektomi ve intradural intramedüller yerleşimli glial kitle eksizyonu yapılmıştır. Patoloji sonucu İDH 1 ve İDH 2 Mutasyonsuz Glioblastom olarak raporlamıştır. Postoperatif MRG'da T8-12 düzeyinde spinal kordda ekspansiyona neden intradural intramedüller rezidü kitle ile uyumlu bulgular saptanmış. Hastanın çekilen tüm kraniospinal MRG da ek odak saptanmaması üzerine hastaya eylül- kasım 2020 tarihleri arasında T8- T12 arasında yerleşim gösteren tümör lojuna yönelik 180 cGy fraksiyon dozunda 45 Gy sonrası rezidü tümöre 30 fraksiyonda toplam 54 Gy İMRT ile eş zamanlı TMZ 75 mg/m² uygulandı. Hasta 2 kür 150 mg/m² TMZ sonrası grad 3 trombositopeni nedeni ile 2 kür 100mg/m² olacak şekilde toplam 4 kür adjuvan TMZ aldı. Nüks bulgusu olmaksızın adjuvan KT altında takiptedir.

TARTIŞMA VE SONUÇ: Spinal GBM oldukça nadir görüldüğünden tedavi yaklaşımı ile ilgili standart bir öneri bulunmamaktadır. Ancak intrakraniyal GBM' e benzer şekilde yapılabilen maksimum cerrahi sonrası adjuvan RT ile TMZ uygulanması hastalık kontrolünü arttırmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Spinal Glioblastom, radyoterapi, kemoterapi

ADJUVANT RADIOCEMOTHERAPY IN A CASE DIAGNOSED OF SPINAL GLIOBLASTOM

ABSTRACT

INTRODUCTION: Primary spinal glioblastoma multiforme (GBM) is a highly malignant tumor with a median survival rate of 14 months. It constitutes approximately 7.5% of all intramedullary gliomas and only 1.5% of all spinal cord tumors. Primary spinal GBM has a tendency to develop in the cervical and thoracic regions; However, it rarely occurs in the conus medullaris. Treatment protocol choices for primary spinal GBM are controversial, but often include surgery, RT and CT, similar to the treatment strategy for intracranial GBM.

CASE: A 36-year-old female patient was admitted to the hospital in July 2020 with the complaints of progressively increasing low back pain, incontinence and weakness in both legs, and an intradural intramedullary lesion was detected in the post-contrast series at T8-12 level in the Thoracolumbar Spinal MRI. The patient underwent T9-12 total laminectomy and intradural intramedullary glial mass excision in July 2020. Pathology result reported IDH 1 and IDH 2 Mutation Free Glioblastoma. Postoperative MRI revealed findings compatible with intradural intramedullary residual mass causing expansion of the spinal cord at T8-12 level. Since no additional focus was detected in the whole craniospinal MRI of the patient, TMZ 75 mg/m² was applied simultaneously with IMRT in 30 fractions with a total of 54 Gy to the residual tumor at daily 180 cGy fraction dose after 45 Gy between t8 and t12 between September and November 2020. The patient received a total of 4 courses of adjuvant TMZ, including 2 courses of 150 mg/m² and 2 courses of 100mg/m², due to grade 3 thrombocytopenia. Without signs of recurrence, patient is followed under chemotherapy.

DISCUSSION AND CONCLUSION: Since spinal GBM is rarely seen, there is no standard recommendation regarding the treatment approach. However, the application of TMZ mostly with adjuvant RT after maximum surgery increases disease control.

Keywords: Spinal Glioblastoma, radiotherapy, chemotherapy

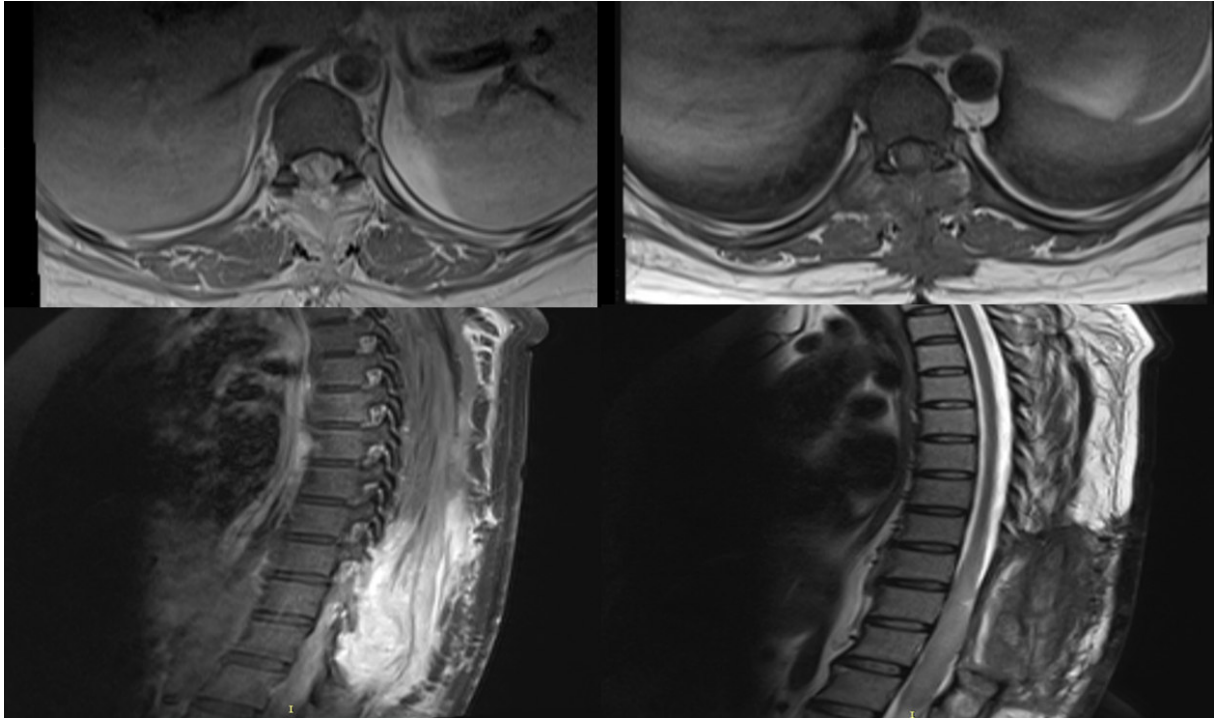
1.GİRİŞ

Primer spinal glioblastoma multiforme (GBM), Dünya Sağlık Örgütü (WHO) sınıflandırma derecesi IV, kapsamlı tedavi ile tanıdan sonra medyan 14 ay sağkalım oranları ile oldukça kötü huylu bir tümördür (1,2). Bu malign tümör tipi tüm intramedüller gliomların yaklaşık %7.5 ve tüm omurilik tümörlerinin sadece % 1.5'ünü oluşturur (3-5). Primer spinal GBM'in servikal ve torasik bölgelerde gelişme eğilimi vardır; ancak seyrek olarak conus medullariste de ortaya çıkar. Primer spinal GBM için tedavi protokolü seçimleri tartışmalıdır ancak genellikle intrakraniyal GBM için tedavi stratejisine benzer şekilde genellikle cerrahi, radyoterapi (RT) ve kemoterapi(KT) 'yi içermektedir. Cerrahi seçenekler arasında gros total rezeksiyon (GTR), subtotal rezeksiyon (STR) ve biyopsi bulunmaktadır. Cerrahi rezeksiyonun kapsamı ile sağkalım arasındaki ilişki henüz net olarak kurulamamıştır (6). Burada da adjuvan RT ve KT ile tedavi ettiğimiz spinal GBM tanılı bir olgumuz değerledirilecektir.

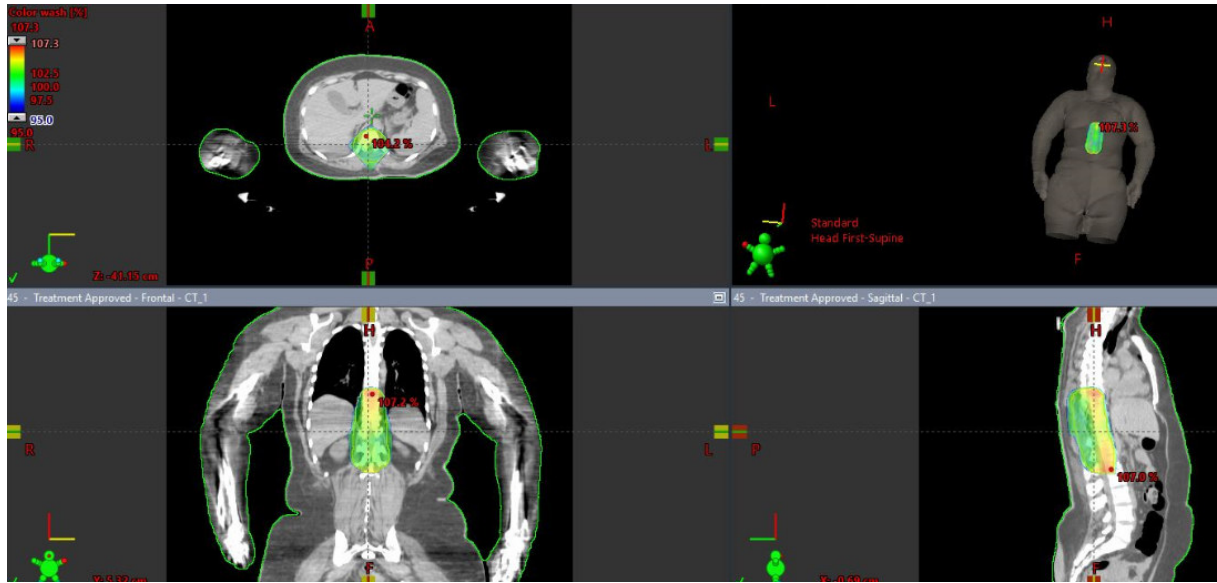
2.OLGU SUNUMU

36 yaşında kadın hasta bel ağrısı, idrarını tutamama ve her iki bacakta güçsüzlük şikayetleri ile birkaç gün içinde şikayetlerinin progresif artması üzerine temmuz 2020'de hastaneye başvurmuş ve o dönemde çekilen Torakolomber Spinal MRG'da T8-12 düzeyinde postkontrast serilerde intradural intramedüller yerleşimli ekspansil lezyon saptanmıştır.

(Resim-1). Hastaya 16.7.2020 tarihinde T9-12 total laminektomi ve intradural intramedullar yerleşimli gliyal kitle eksizyonu yapılmış. Patoloji sonucu Glioblastom olarak bildirilmiş ve İDH-1 VE İDH-2 Mutasyonu saptanmamıştır. Postoperatif MRG’ da T8-12 düzeyinde spinal kordda ekspansiyona neden olan T2 ağırlıklı serilerde hiperintens sinyal özelliğinde intradural intramedullar rezidü kitle ve T8-T10 vertebra korpusu düzeyinde kitlede T2 ağırlıklı serilerde hiperintens sinyal özelliğinde postoperatif defekt ile uyumlu bulgular saptanmıştır. Hastanın çekilen kranial veya tüm spinal MRG görüntülemesinde ek başka odak saptanmaması üzerine hastaya 14.09.2020-05.11.2020 tarihleri arasında T8- T12 arasında yerleşim gösteren tümör lojuna yönelik gros tümöre (GTV) 2.5 cm emniyet marjı ile klinik hedef hacim (CTV) tanımlanarak 180 cGy fraksiyon dozunda 45 Gy sonrası rezidü tümöre GTV’ye 1 cm emniyet marjı ile CTV boost tanımlanarak faz 2’de 30 fraksiyonda toplam 54 Gy Yoğunluk Ayarlı Radyoterapi (YART) ile eş zamanlı temozolamid (TMZ) 75 mg/m² uygulandı (Resim-2). Radyokemoterapi esnasında grad 2 trombositopeni, halsizlik ve iştahsızlık dışında ek akut toksisite izlenmedi. Hastanın RT planlama görüntü ve doz dağılımları Resim-2 ‘ de izlenmektedir. Hastamız adjuvan 2 kür 150 mg/m² den ve sonraki 2 kürü de grad 3 trombositopeni nedeni ile 100mg/m² den olmak üzere toplam 4 kür TMZ aldı. Ancak son dozu esnasında Covid şüphesi ile tetkik edilmektedir. Hastanın bu esnada RT sonrası 3. ay takip tüm kranial ve spinal MRG’da nüks veya başkabir odakta metastaz bulgusu izlenmemiştir.



Resim.1: Torakal 8-12 vertebra düzeyinde yerleşen spinal lezyonun aksiyal (üst) ve sagittal (alt) planlarda T1 kontrastlı (sol) ve T1 kontrastsız (sağ) serilerdeki MRG görüntüsü



Resim-2: Hastanın aksiyal, sagittal ve koronal planda faz 1 %95 izodoz ile sarılan hedef hacmi tanımlayan RT planlama görüntüsü

3.TARTIŞMA VE SONUÇ

Primer spinal GBM oldukça nadir görülmekte olup literatürde bildirilen vaka sayısı 200 civarındadır. Literatürde bildirilen vakalarda genellikle genç yaş grubunda ve erkeklerde daha sık görüldüğü izlenmektedir (7-8). Prognozu oldukça kötü seyreden bu tümörlerin literatürde bildirilen ortalama sağkalımları 14.3 ay olup hastaların sadece %14' ünün tanıdan 24 ay sonra hala hayatta olduğu izlenmiştir (9). Tanıda altın standart kontrastlı MRG'dır. Primer spinal GBM lezyonları T2 ağırlıklı serilerde ve kontrastlı T1 ağırlıklı serilerde infiltratif ve ekspansil olarak izlenir ancak yine de bazı durumlarda transvers myelit veya diğer intramedüller tümörlerden ayırmak zordur (10,11). Tedavisi tıpkı intrakranial GBM'de olduğu gibi cerrahi ve sonrasında adjuvan tedavi uygulanması şeklindedir. Ancak oldukça nadir görülmesi nedeniyle standardize bir yaklaşımdan söz edilememektedir. Primer spinal GBM'de cerrahi müdahale ile kesin tanının sağlanması ve mümkünse kitlenin tamamen çıkarılması amaçlanır (12-14). Ancak GTR'un sağkalıma fayda sağladığına dair veriler çelişkilidir. Bunun yanı sıra GTR'un mortaliteyi arttırdığına ilişkin veriler de mevcuttur (4,15). Literatürde de sıklıkla subtotal rezeksiyon uygulandığı izlenmektedir (9). Shen ve ark. larının yaptığı derlemede STR vakaların % 57.6'sında, GTR hastaların % 12.7'sinde ve sadece biyopsi ise vakaların % 13,3'ünde yapılmıştır. Bu derlemede Kaplan – Meier eğrisine göre rezeksiyon genişliği genel medyan sağkalımı etkilememiştir. Kordektomi uygulanan vakaların da % 50'si ortalama 11.5 ay ile iyi sonuçlar göstermiştir ancak nihai kararı vermek için vaka sayısı oldukça azdır (9). Adjuvan RT uygulanması gerek tümör nüksünü önlemek için gerekse de yayılım riskini azaltmak için önerilmektedir (16,17). Ancak optimum tedavi hacmi ve tedavi dozu spinal GBM için netlik kazanmamıştır. Spinal kord tolerans sınırlarında 50-55 Gy tutulmasına dikkat edilmelidir (18). RT ile eş zamanlı TMZ kullanımı ise primer spinal GBM tanılı hastaların oldukça nadir olması nedeniyle intrakranial GBM hastalarındaki sonuçlara dayanmaktadır. Ancak Hernandez-Duran ve arkadaşları da TMZ ile tedavi edilen primer spinal GBM tanılı hastaların TMZ kullanılmayanlara göre istatistiksel anlamlı olmasa da daha uzun sağkalım gösterdiğini belirtmiştir (19). Primer spinal yüksek dereceli glial tümörlerde adjuvan Bevasizumab' ın etkinliğini araştıran yayınlar da bulunmaktadır (20).

Sonuç olarak primer spinal GBM oldukça nadir görüldüğünden tedavi yaklaşımı ile ilgili standart bir öneri bulunmamaktadır. Ancak intrakranial GBM'e benzer şekilde yapılabilen maksimum cerrahi sonrası adjuvan RT ve TMZ uygulanması hastalık kontrolünü arttırmaktadır. Bizim olgumuz da STR sonrası adjuvan radyokemoterapi ve takiben TMZ uygulaması ile izlenmekte olup şauana kadar hastalık kontrol altında seyretmiştir.

REFERANS

Iwata K, Nakagawa H, Hashizume Y. Significance of MIB-1, PCNA indices, and p53 protein over-expression in intramedullary tumors of the spinal cord. *Noshuyo Byori* 1996;13:73–8.

Strik HM, Effenberger O, Schafer O, et al. A case of spinal glioblastoma multiforme: immunohistochemical study and review of the literature. *J Neurooncol* 2000;50:239–43.

Ciappetta P, Salvati M, Capoccia G, et al. Spinal glioblastomas: report of seven cases and review of the literature. *Neurosurgery* 1991;28:302–6.

Raco A, Esposito V, Lenzi J, et al. Long-term follow-up of intramedullary spinal cord tumors: a series of 202 cases. *Neurosurgery* 2005;56:972–81.

Miller DC. Surgical pathology of intramedullary spinal cord neoplasms. *J Neurooncol* 2000;47:189–94.

McGirt MJ, Goldstein IM, Chaichana KL, et al. Extent of surgical resection of malignant astrocytomas of the spinal cord: outcome analysis of 35 patients. *Neurosurgery* 2008;63:55–60.

Ononiwu C, Mehta V, Bettgowda C, et al. Pediatric spinal glioblastoma multiforme: current treatment strategies and possible predictors of survival. *Childs Nerv Syst* 2012;28:715–20.

Stecco A, Quirico C, Giampietro A, et al. Glioblastoma multiforme of the conus medullaris in a child: description of a case and literature review. *AJNR Am J Neuroradiol* 2005;26:2157–60.

Shen, Jian-Feng Wu, Wei Zhao, et al. Primary spinal glioblastoma multiforme A case report and review of the literature *Chao-Xiong Medicine* (2017) 96:16

Bonde V, Balasubramaniam S, Goel A. Glioblastoma multiforme of the conus medullaris with holocordal spread. *J Clin Neurosci* 2008; 15:601–3.

Choi WC, Lee JH, Lee SH. Spinal cord glioblastoma multiforme of conus medullaris masquerading as high lumbar disk herniation. *Surg Neurol* 2009;71:234–237

Engelhard HH, Villano JL, Porter KR, et al. Clinical presentation, histology, and treatment in 430 patients with primary tumors of the spinal cord, spinal meninges, or cauda equina. *J Neurosurg Spine* 2010; 13:67–77.

Waters JD, Peran EM, Ciacci J. Malignancies of the spinal cord. *Adv Exp Med Biol* 2012;760:101–13.

Mechtler LL, Nandigam K. Spinal cord tumors: new views and future directions. *Neurol Clin* 2013;31:241–68.

Wolff B, Ng A, Roth D, et al. Pediatric high grade glioma of the spinal cord: results of the HIT-GBM database. *J Neurooncol* 2012;107: 139–46

Mayer RR, Warmouth GM, Troxell M, et al. Glioblastoma multiforme of the conus medullaris in a 28-year-old female: a case report and review of the literature. *Clin Neurol Neurosurg* 2012;114:275–7

O'Halloran PJ, Farrell M, Caird J, et al. Paediatric spinal glioblastoma: case report and review of therapeutic strategies. *Childs Nerv Syst* 2013;29:367–74

Newton HB. Chapter 5—overview of pathology and treatment of primary spinal cord tumors. *Handbook of Neuro-Oncology Neuroimaging* (2nd ed) 2016;Academic Press, San Diego:41–53.

Engelhard HH, Villano JL, Porter KR, et al. Clinical presentation, histology, and treatment in 430 patients with primary tumors of the spinal cord, spinal meninges, or cauda equina. *J Neurosurg Spine* 2010; 13:67–77.

Kaley TJ, Mondesire-Crump I, Gavrilovic IT. Temozolomide or bevacizumab for spinal cord high-grade gliomas. *J Neurooncol* 2012; 109:385–9

ÇOCUKLUK ÇAĞI EPANDİMOM HASTASINDA ÜÇÜNCÜ SERİ RADYOTERAPİ TEDAVİSİ: OLGU SUNUMU

Uzman Doktor Esra GÜMÜŞTEPE

Gülhane Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Radyasyon Onkolojisi Anabilimdalı
ORCID: 0000-0002-3664-4663

Uzman Doktor Sümerya Duru BİRGİ

Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyasyon Onkolojisi Anabilimdalı
ORCID: 0000-0003-4260-1018

Prof. Doktor Serap AKYÜREK

Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyasyon Onkolojisi Anabilimdalı
ORCID: 0000-0001-8840-0233

Prof. Doktor Şaban Çakır GÖKÇE

Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyasyon Onkolojisi Anabilimdalı
ORCID: 0000-0003-2586-3243

ÖZET

Giriş: Çocukluk çağı tümörlerinden santral sinir sistemi tümörleri 3. sıklıkta görülmekte ve pediatrik tümörlerin yaklaşık %20- 25'ini oluşturmaktadır. Ependimomlar santral sinir sistemi (SSS) tümörlerinin %5-8'ini oluşturmaktadır. Tekrarlayan ependimoma yönetimi standardize edilmemiştir. İkincil radyoterapi(RT) tedavisi kemoterapi ile karşılaştırıldığında sağ kalımda önemli ölçüde iyileşme göstermiştir.

Vaka raporu: Dört yaşında erkek hasta tanı anında posterior fossada 51 x 43 mm kitle ile baş ağrısı şikayeti ile başvuruyor. Mart 2017 tarihinde gross total rezeksiyon yapılan hastanın histopatolojik raporu klasik ependimom yer yer anaplastik ependimom ile uyumludur. Hastaya operasyon sonrası posterior fossaya 45 Gy, tümör yatağına 54 Gy RT uygulanıyor. Altı siklus temozalamid alan hastanın RT'den sonra 1. yılında serebellomedüller köşe yerleşimli 7-8. sinire komşu 23x22 mm boyutunda nüks lezyon olması üzerine 5 fraksiyonda 25 Gy SBRT uygulanıyor. İkinci seri RT sonrası kitlede tümör kontrastlanması azalmıştır. İkinci seri RT'den 6 ay sonra kitle tekrar progresyon olmaya başlamıştır. Sisplatin altında progresyonu devam eden hastanın kitle boyutları 52x47 mm ölçülmüş olup pons ve medulla sağ yarısına invazedir. Hastaya cerrahi planlanmamaktadır. Hastanın ataksi, dispne, disfaji gibi hayatı tehlike eden semptomların gelişmesi üzerine kitleye günlük 1,8 Gy'den 12 fraksiyonda toplam 21,6 Gy external RT Haziran 2019'da uygulanmıştır. Radyoterapi'den sonra semptomlarda gerilme olmasına rağmen kitlenin progrese olmaya devam etmesi üzerine hasta nisan 2020'de exitus olmuştur.

Literatür ve sonuç: Çocukluk çağı tümörlerinde üçüncü seri ışınlama ile ilgili veriler sınırlıdır. Kranial 3. Seri ışınlama beyin ve beyinsapında nekroz riski nedeniyle tehlikeli olmakla birlikte tümörün hayatı tehdit etmesi nedeniyle hasta özelinde karar verilerek uygulanabilir. Bizim vakamızda RT uygulaması erken dönemde güvenli olması yanında tümöre bağlı semptomları azaltmış fakat yüksek dozlarda uygulanamaması nedeni ile kitlenin progrese olmasına engel olamamıştır.

Anahtar Kelime: Ependimom, üçüncü seri radyoterapi, çocukluk çağı tümörleri

THIRD SERIES OF RADIOTHERAPY TREATMENT IN CHILDHOOD EPENDYMOMA PATIENT: CASE REPORT

ABSTRACT

Introduction: Central nervous system (CNS) tumors are the third most common childhood tumors and constitute approximately 20-25% of pediatric tumors. Ependymomas are 5-8% of CNS tumors. Management of recurrent ependymoma has not been standardized yet. Secondary radiotherapy (RT) showed a significant improvement in disease control compared to chemotherapy.

Case report: A four-year-old male patient presented with a 51 x 43 mm mass in the posterior fossa at the time of diagnosis with the complaint of headache. The histopathological report of the patient, who underwent gross total resection in March 2017, was compatible with the classical ependymoma including an anaplastic ependymoma in a small area. Post-operatively 45 Gy RT was applied to the posterior fossa and 54 Gy to the tumor bed. In the first year of the follow-up after RT, 25 Gy in 5 fractions SBRT was administered due to the recurrent lesion with a 23x22 mm size adjacent to the 7-8th nerve located in the cerebellomedullary corner. Tumor enhancement of the mass decreased after the second series of RT. The tumor started to progress again 6 months after the second line RT. The tumor progressed under cisplatin to 52x47 mm and was invading the pons and right half of the medulla. Surgery was not planned for the patient. Upon life-threatening symptoms such as ataxia, dyspnea, and dysphagia, a total of 21.6 Gy RT with 1.8 Gy fraction size was applied to the gross tumor in June 2019. Despite the regression of symptoms after RT, the tumor continued to progressed and the patient died in April 2020.

Literature and conclusion: Data on third-series irradiation in childhood tumors are quite limited. Although cranial 3rd series irradiation is dangerous due to the risk of necrosis in brain and brainstem, it can be applied individually in patient basis because of the tumor's life-threatening behaviour. In our case, third series RT reduced the symptoms of the tumor, besides being safe in early period, it was not successful at preventing tumor progression since high doses were not available in third line reirradiation.

Keywords: Ependymoma, third series radiotherapy, childhood tumors

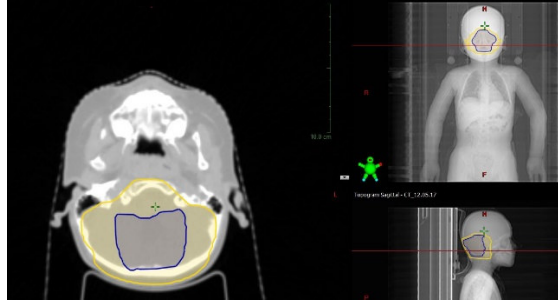
GİRİŞ

Çocukluk çağı tümörlerinden santral sinir sistemi tümörleri (SSS) lösemi ve lenfomadan sonra 3. sıklıkta görülmekte ve pediatrik tümörlerin yaklaşık %20- 25'ini oluşturmaktadır. Ventriküler sistemi kaplayan ependimal hücrelerin neoplastik transformasyonu ile oluşan ependimomlar santral sinir sistemi (SSS) tümörlerinin %5-8'ini oluşturmaktadır. Üçte ikisi dördüncü ventrikülde meydana gelir; geri kalanı beynin supratentorial bölmelerinde meydana gelir [1]. Ependimomlarının histopatolojisi, Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ)'nün derecelendirmesine göre klasik derece II veya anaplastik derece III tümörler olarak sınıflandırılır [2]. İlk tedavi cerrahi olarak tümörün rezeksiyonudur. Cerrahi sonrası radyoterapi üç yaşın üzerindeki çocuklarda güvenle kullanılmaktadır [3]. Posterior fossa tümörlerinde tek başına kemoterapi (KT) etkinliği %5-15 arası değişmektedir [4]. Bununla birlikte, St. Jude's Çocuk Hastanesinden prospektif bir çalışmada bir yaş altı çocuklarda tümör yatağına RT'nin eklenmesinin güvenli bir şekilde verilebileceğini gösterir [5]. Hastaların yaklaşık %20'sinde nüks meydana gelir ve kurtarma tedavisine ihtiyaç duyar [5].

Tekrarlayan ependimoma hastalarının yönetimi standardize edilmemiş olmasına rağmen KT ile karşılaştırıldığında hayatta kalma yeniden ışınlama ile önemli ölçüde iyileşmiştir [6]. Ependimomların KT'ye yanıt oranlarının sınırlı olması en etkin tedavinin cerrahi sonrası RT olması nedeniyle nüks hastalarda ikincil RT uygulamaları mevcuttur. Cerrahiye uygun olmayan, KT modaliteleri ile yeterli yanıt alanamayan hastalarda tümörün hayatı tehdit etmesi durumunda normal dokunun da toksitesisi dikkate alınarak üçüncü seri RT son seçenek olabilir. Üçüncü RT uygulamaları ile ilgili literatürde veriler oldukça sınırlıdır. Bizim vakamızda tedaviye dirençli üçüncü seri RT uygulanan ependimom hastası sunulmuştur.

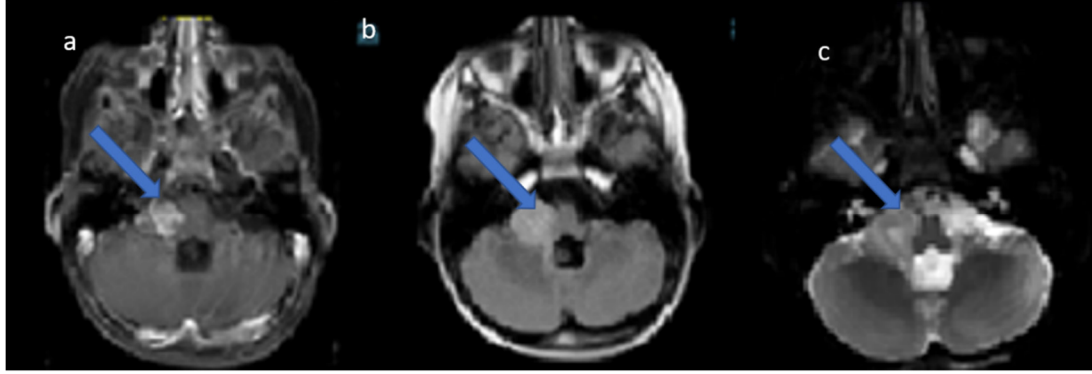
VAKA RAPORU

Dört yaşında erkek hasta 10 gündür geçmeyen baş ağrısı şikayeti ile hastaneye başvuruyor. Magnetik rezonanz görüntüleme (MRG)'da posterior fossada orta hatta en geniş yerinde 51*43 mm ölçülen vertikal uzunluğu 54 mm kitle 4. ventriküle bası oluşturmakta olup 3. ventriküllerde hidrosefalik dilatasyona neden olmaktadır. Mart 2017 tarihinde gross total rezekasyon yapılan hastanın histopatolojik raporu klasik ependimom fakat küçük bir bölgede anaplastik ependimom ile uyumludur. Hastaya operasyondan sonra yapılan MRG tetkikinde rezidü lezyona rastlanmıyor. Beyin omurilik sıvısı (BOS) değerlendirmesinde malignite tespit edilmiyor. Operasyondan sonra altıncı haftada yara yeri iyileşmesine takiben yoğunluk ayarlı radyoterapi (YART) tekniği ile günlük 180 cGy fraksiyon/ gün ile posterior fossaya 4500Gy, tümör yatağına 5400 Gy RT uygulanıyor (Şekil 1). Radyoterapi ile eş zamanlı 75mg/m²'den temozolamid alan hastanın adjuvan altı siklus temozolamid tedavisi devam ediyor. Üç ay aralıklarla klinik ve radyolojik takipleri yapılıyor. RT'den sonra 1. yıl kontrolünde haziran 2018'de serebellomedüller köşe yerleşimli 7-8. kranial sinire komşu 23x22 mm boyutunda nüks lezyon saptanıyor (Şekil 2). Cerrahi planlanmayan hastaya 2. Seri RT planlanıyor. Hastanın RT öncesinde çekilmiş olan MRG görüntüleri ile planlama BT görüntüleri füzyon yapıldı. Kranial MRG'sinde T1 kontrastlı incelemede görünen lezyon gros tümör volüm (GTV) olarak konturlandı ve GTV'e 3 mm emniyet sınırı verilerek planlanan hedef volüm (PTV) oluşturuldu ve 5 fraksiyonda 2500Gy sterotaktik radyoterapi (SRT) gün aşırı uygulandı (Şekil 3). İkinci seri RT'den sonra 1. ayda çekilen kranial MR'da nüks kitlede tümör kontrastlanması azalmış olmakla birlikte boyutları stabildir. İkinci seri RT'den 6 ay sonra kitle tekrar progresyon olmaya başlamıştır. Cerrahi eksizyon açısından hasta uygun bulunmaması nedeniyle KT ile tedavisine devam edilmiştir. Sisplatin altında progresyonu devam eden hastanın mart 2019 MRG'da serebellopontin köşe yerleşimli, 7-8. Siniri çevreleyen, IV. ventriküle uzanan, pons ve medulla sağ yarısına invaze, sağda sisternal mesafeleri oblitere eden, inferiorda krainoservikal bileşke düzeyine dek en geniş aksiyel boyutları 52x47 mm ölçülmüş olup önceki incelemeye göre belirgin boyut artışı görülmektedir. Hastada ataksi, dispne, disfaji gibi hayatı tehlike eden semptomların gelişmesi üzerine temmuz 2019'da kitleye günlük 1,8 Gy'den 12 fraksiyonda toplam 21,6 Gy external RT uygulanmıştır (Şekil 4). Radyoterapi'den sonra semptomlarda gerilme olmasına rağmen kitle progrese olmaya devam etmiştir. Üçüncü seri RT'den dokuz ay sonra disfaji dispne semptomları tekrar meydana gelmiş ve entübe edilen hasta yoğun bakımda takibe alınmıştır. Hasta nisan 2020'de exitus olmuştur.

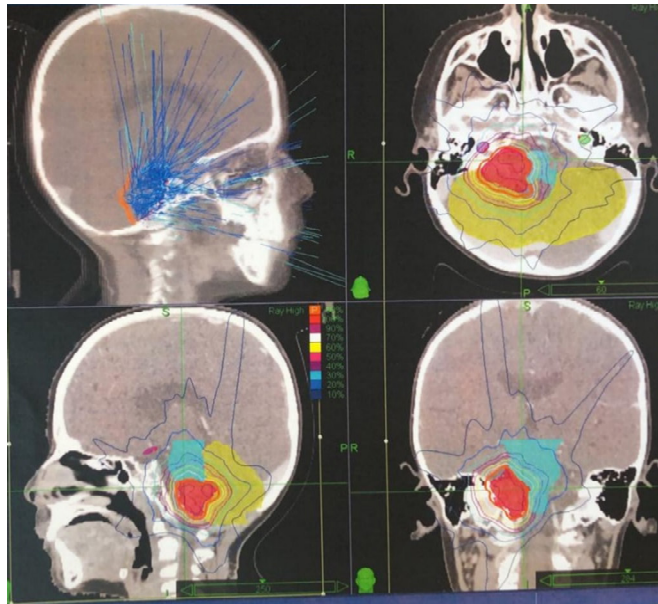


Şekil 1. Kontürlenene tümör volüm tanımlamaları. Sarı: Posterior fossaya 45 Gy Lacivert: Tümör yatağına 54 Gy

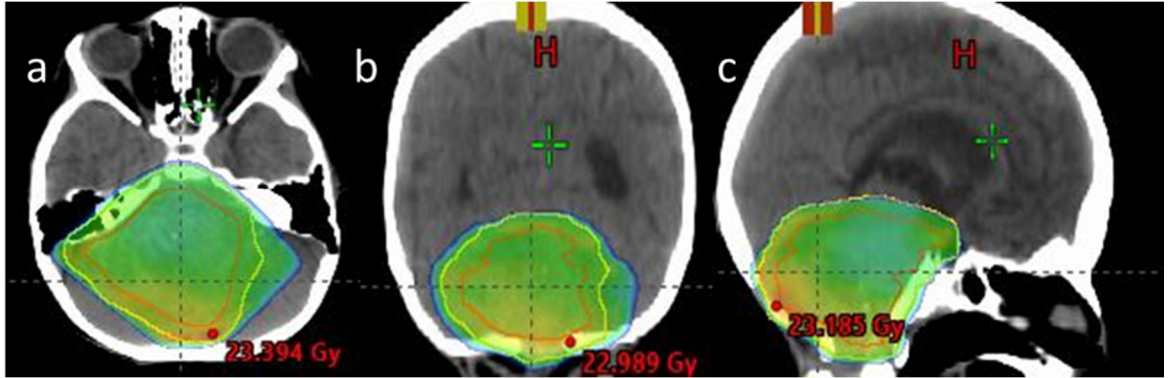
Şekil 2. Haziran 2018 tarihli magnetik rezonans görüntüleme T1 faz(a ve b) ve T2 fazında



(c) nüks kitle görüntüleri



Şekil 3. Sterotaktik radyoterapi planı (kırmızı: %100 doz alan volüm, sarı: %60 doz alan volüm, mavi: %30 doz alan volüm)



Şekil 4. Temmuz 2019 tarihli RT planı (a: axial, b: coronal, c: sagittal görüntüleri)

LİTERATÜR ve SONUÇ

Çocukluk çağı ependimomlarda standart tedavi maksimum güvenli eksizyon ve ardından adjuvan lokal RT'dir. Hastaların yaklaşık %20'sinde nüks meydana gelir ve kurtarma tedavisine ihtiyaç duyar [5]. Çocuklarda ependimomların yaklaşık üçte ikisi posterior fossada olması nedeniyle RT sırasında risk altındaki normal dokulardan beyin sapı dozları önemlidir. Nüks hastalıkla 2. Seri RT ile ilgili veriler RT'de gelişen teknoloji ile beraber son on beş yılda hızla oluşmaya başlamıştır. Radyoterapi tedavileri arasındaki süre 6 aydan kısa olması durumunda nekroz riskini arttırdığı yaklaşık %20 oranında görüldüğü raporlanmıştır [7, 8]. Uygulanan RT arasındaki zaman aralığının 9 aydan uzun olması güvenli bulunmuştur [9]. Radyoterapi tekniklerinden SRT'nin fraksiyone veya tek doz uygulanmasını Murai ve arkadaşları karşılaştırdığında fraksiyone rejimler arasında fark olmadığını gösterirken 3 yıllık lokal kontrol oranları %76, grad 2 ve üzeri yan etki ise gözlenmemiştir [10]. Nüks ependimom hastalarında 2. Seri RT uygulamalarına yönelik etkili ve güvenilir literatür sonuçları olmasına rağmen 3. Seri RT uygulamaları ile veriler oldukça sınırlıdır. Çocukluk çağı SSS tümörlerinde üçüncü seri ışınlama ile ilgili vaka raporları olmasına rağmen ependimoma hastalarında 3. Seri ışınlama ile ilgili literatürde veriye rastlamadık [11, 12]. Kranial 3. seri ışınlama beyin ve beyin sapında nekroz riski nedeniyle tehlikeli olmakla birlikte tümörün hayatı tehdit etmesi nedeniyle klinisyenin ve riskleri anlatılarak hasta ve hasta yakınlarının kararı ile hasta özelinde uygulanabilir. Bizim vakamızda RT uygulaması güvenli olmakla birlikte tümöre bağlı semptomları azaltmış ama yüksek ve etkili dozlarda uygulanamaması nedeni ile kitlenin progrese olmasına engel olamamıştır.

KAYNAKÇA

- [1]Ries, L.A.G., Cancer incidence and survival among children and adolescents: United States SEER program, 1975-1995. 1999: National Cancer Institute.
- [2]Louis, D.N., et al., The 2016 World Health Organization classification of tumors of the central nervous system: a summary. *Acta neuropathologica*, 2016. 131(6): p. 803-820.
- [3]Merchant, T.E., Current clinical challenges in childhood ependymoma: a focused review. *Journal of Clinical Oncology*, 2017. 35(21): p. 2364-2369.
- [4]Rudà, R., et al., EANO guidelines for the diagnosis and treatment of ependymal tumors. *Neuro Oncol*, 2018. 20(4): p. 445-456.
- [5]Merchant, T.E., et al., Conformal radiotherapy after surgery for paediatric ependymoma: a prospective study. *Lancet Oncol*, 2009. 10(3): p. 258-66.

- [6] Bouffet, E., et al., Survival benefit for pediatric patients with recurrent ependymoma treated with reirradiation. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2012. **83**(5): p. 1541-8.
- [7] Nieder, C., et al., Update of human spinal cord reirradiation tolerance based on additional data from 38 patients. *International Journal of Radiation Oncology* Biology* Physics*, 2006. **66**(5): p. 1446-1449.
- [8] Merchant, T.E., et al., A Retrospective Study of Surgery and Reirradiation for Recurrent Ependymoma. *International Journal of Radiation Oncology* Biology* Physics*, 2008. **71**(1): p. 87-97.
- [9] Tsang, D.S., et al., Outcomes After Reirradiation for Recurrent Pediatric Intracranial Ependymoma. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2018. **100**(2): p. 507-515.
- [10] Murai, T., et al., Re-irradiation of recurrent anaplastic ependymoma using radiosurgery or fractionated stereotactic radiotherapy. *Jpn J Radiol*, 2016. **34**(3): p. 211-8.
- [11] Ermoian, R., et al., Reirradiation in Pediatric Patients With Recurrent Brain Tumors: A Last Hope, But One With Greatly Feared Consequences. *International Journal of Radiation Oncology• Biology• Physics*, 2019. **103**(1): p. 1-4.
- [12] Tsang, D.S. and N.J. Laperriere, Re-irradiation for Paediatric Tumours. *Clin Oncol (R Coll Radiol)*, 2019. **31**(3): p. 191-198.

PROPOSING OF A NEW CORRELATION FOR DETERMINING THERMAL CONDUCTIVITY OF Al_2O_3 -Cu//WATER HYBRID NANOFLUID

Dr. Andaç Batur ÇOLAK

Niğde Ömer Halisdemir University, Engineering Faculty, Mechanical Engineering Department

ORCID: 0000-0001-9297-8134

Prof. Dr. Mustafa BAYRAK

Niğde Ömer Halisdemir University, Engineering Faculty, Mechanical Engineering Department

ORCID: 0000-0002-2443-0502

ABSTRACT

In this study, Al_2O_3 -Cu/Water hybrid nanofluid has been prepared in five different volumetric concentrations of 0.0125%, 0.025%, 0.05%, 0.1% and 0.2%. The thermal conductivity values of five different concentrations of Al_2O_3 -Cu/Water hybrid nanofluid prepared by the two-step method have been experimentally measured in the temperature range of 10 - 65 °C. Using the obtained experimental data, a new mathematical correlation has been developed in order to calculate the thermal conductivity of the Al_2O_3 -Cu/Water hybrid nanofluid depending on the temperature and volumetric concentration. The results obtained from the developed mathematical correlation have been compared with the experimental data. The R^2 value for the new mathematical correlation has been calculated as 0.9982. The newly developed correlation has been able to calculate the thermal conductivity of the Al_2O_3 -Cu/Water hybrid nanofluid with an average error of 0.001%. The results show that the newly developed mathematical correlation is an ideal tool to calculate the thermal conductivity of the Al_2O_3 -Cu/Water hybrid nanofluid.

Keywords: Al_2O_3 -Cu/Water, hybrid nanofluid, thermal conductivity, correlation

Introduction

The need for high heating and cooling has prompted scientists to seek an alternative solution; Different options for both cooling liquids and cooling surfaces have been investigated. In this context, one of the points that science has reached today is that it can engineer the micro and nano-sized characteristics of fluids in a millionth, one-billionth of a meter. The liquid fluid obtained by adding nanoparticles with dimensions of less than 100 nm into a base fluid is called nanofluid [1-5]. Nanoparticles used for nanofluids can be metal oxide, metal, carbon, and nitrite. As base fluids, water, ethylene, glycol are commonly preferred, and mineral and mineral oils can also be used. It can be used by mixing more than one base fluid [6-8]. Particle geometries can be spherical, tubular or rod-shaped. Nanoparticles can take place in the substrate in complex shapes, as well as in aggregated or individual particles. Nanofluids can be transparent, translucent or opaque, depending on the volumetric concentration and properties of the added particles. Nanofluids are prepared using two basic methods, one-step and two-step. The method of preparing nanofluid by obtaining particles at the same time and adding them to the fluid is called the One Step Method [9-11]. The method of mixing the base fluid with nanoparticles obtained by chemical means such as different mechanical, physical, grinding, forging and vapor phase methods is called the Two Step Method [12-14].

The most important thermophysical properties of fluids according to the flow and heat transfer performance of thermal systems; thermal conductivity, density, viscosity and specific heat. For this reason, the determination of thermophysical properties of nanofluids is of great importance in determining their heat transfer performance and is a subject that has been frequently studied by researchers in the literature. The density and specific heat of nanofluids can be obtained according to the mixing model applicable to conventional solid-liquid mixtures. However, the determination of thermal conductivity and viscosity values, which are other important thermophysical properties, is a bit more comprehensive than density and specific heat. For this reason, more detailed studies have been conducted in the literature to evaluate these two important thermophysical properties.

In this study, a new mathematical model has been developed to calculate the thermal conductivity of Al_2O_3 -Cu/Water hybrid nanofluid depending on temperature and concentration. The results obtained from the developed mathematical model have been compared with the experimental results and the accuracy of the model has been analyzed.

2. Preparation of Al_2O_3 -Cu/Water hybrid nanofluid

As the nanoparticle for the hybrid nanofluid used in the study, 46 nm particle size and 99.15% purity alumina (Al_2O_3) and 65 nm particle size and 99.95% purity have been used as the nanoparticle and pure water has been chosen as the base fluid. Arabic Gum has been added as a surfactant at a ratio of 1:1 to ensure the stability of the prepared hybrid nanofluid and to prevent agglomeration and precipitation. In the preparation of five different Al_2O_3 -Cu/water hybrid nanofluids prepared in volumetric concentrations of 0.0125, 0.025, 0.05, 0.1 and 0.2, the frequently preferred and easiest two-step method has been used. Hybrid nanofluid is prepared by adding two or more quantities of nanoparticles to the chosen liquid as the base fluid. In this study, pure water has been used as base fluid, and Al_2O_3 and Cu have been used as nanoparticles. According to the calculations made, nanoparticles and surfactants weighed on a precision scale have been added to pure water selected as the base fluid and mixed in a magnetic stirrer for half an hour. Hybrid nanofluid mixed in magnetic stirrer has been homogenized at 20 kHz 200 W power for 6 hours in Ultrasonic Homogenizer.

3. Measurement of thermal conductivity

Thermal conductivity measurements of hybrid nanofluids were performed with the KD2 Pro thermal analyzer device. KD2 Pro is a battery-operated, 16-bit micro-controller, composed of needle sensors, and a display menu device. The sensor needle contains a thermistor with a heat element. Made of stainless steel material in the device, KS-1 sensor has a length of 60 mm and a diameter of 1.3 mm. The KD2 Pro measuring device with an accuracy of $\pm 5\%$ can be used to measure thermal conductivity in the range of 0.2 - 2 W/mK. Measurements consist of 90 second intervals. After the device calibrates itself in the first 30 seconds, it collects data at 1 second intervals by performing heating in the second 30 seconds and cooling in the last 30 seconds. Thermal conductivity is calculated with the last 20 points in the heating and cooling process. At the end of the 90-second period, the microcontroller calculates the thermal conductivity through a correlation of temperature and time changes. Thermal conductivity values of hybrid nanofluids prepared in five different volumetric densities were measured in temperature ranges of 10 to 65 °C. The hybrid nanofluids placed in glass tubes were brought to the desired temperature, in a chamber made of plexiglass, with water circulated by a cooling chiller unit.

4. Development of new mathematical correlation

Using the experimental results obtained, a correlation with the small squares method was developed in order to predict the thermal conductivity of the Al₂O₃-Cu/Water hybrid nanofluid. The correlation developed in order to calculate the thermal conductivity of Al₂O₃-Cu/Water hybrid nanofluid according to volumetric concentration and temperature is given below:

$$k = A \exp(-B \varphi) + C \exp(-D T) \quad (1)$$

The correlation constants in Table 1, the $R^2 = 0.9982$ value obtained to evaluate the compatibility with the experimental data, is an ideal value to calculate the thermal conductivity of the derived correlation, Al₂O₃-Cu/Water hybrid nanofluid. confirms that there is a correlation.

Table 1. Correlation constants

Nanofluid	Correlation constants			
	A	B	C	D
Al ₂ O ₃ -Cu/Water	0.7553	-0.1155	-0.1958	0.0121

5. Results and discussion

The experimental thermal conductivity data of the hybrid nanofluids were compared with the values obtained from the four correlations that were used most in the literature. These correlations are given below.

Maxwell correlations [12]:

$$k_{hnf} = k_{bf} \left[\frac{(\varphi_{np1} k_{np1} + \varphi_{np2} k_{np2}) + 2k_{bf} + 2(\varphi_{np1} k_{np1} + \varphi_{np2} k_{np2}) - 2\varphi k_{bf}}{\frac{\varphi_{hnf}}{(\varphi_{np1} k_{np1} + \varphi_{np2} k_{np2}) + 2k_{bf} - 2(\varphi_{np1} k_{np1} + \varphi_{np2} k_{np2}) + \varphi k_{bf}}} \right] \quad (2)$$

Yu – Choi correlations [13]:

$$\left[\frac{k_{hnf}}{k_{bf}} \right] = \left[\frac{k_p + 2k_{bf} + 2\varphi(k_p - k_{bf})(1 + \beta)^3}{k_p + 2k_{bf} - \varphi(k_p - k_{bf})(1 + \beta)^3} \right] \quad (3)$$

Where β is the ratio of the thickness of the nanoparticle to the diameter of the nanoparticle, 0.1 is taken.

Hamilton – Crosser correlations [14]:

$$k_{hnf} = k_{bf} \left[\frac{k_p + 2k_{bf} - 2\varphi(k_{bf} - k_p)}{k_p + 2k_{bf} + \varphi(k_{bf} - k_p)} \right] \quad (4)$$

Bruggeman correlations [15]:

$$k_{hnf} = \frac{1}{4} [(3\varphi - 1)k_p + (2 - 3\varphi)k_{bf}] + \frac{k_{bf}}{4} \sqrt{\Delta} \quad (5)$$

$$\Delta = [(3\varphi - 1)^2 (k_p/k_{bf})^2 + (2 - 3\varphi)^2 + 2(2 + 9\varphi^2)(k_p/k_{bf})] \quad (6)$$

Thermal conductivity values obtained as a result of experimental studies have been compared with reference values of pure water. Thermal conductivity values in all five volumetric densities were higher than pure water. According to the experimental results, thermal conductivity values of the hybrid nanofluid increased with the increase in temperature. With the increase in temperature, the increase in molecular movements in the hybrid nanofluid also causes a significant increase in the heat transfer rate. This upward trend is due to the increased speed of collision between particles due to Brownian motion causing an increase in thermal conductivity of the hybrid nanofluid. Figure 1 shows the change in thermal conductivity depending on the temperature.

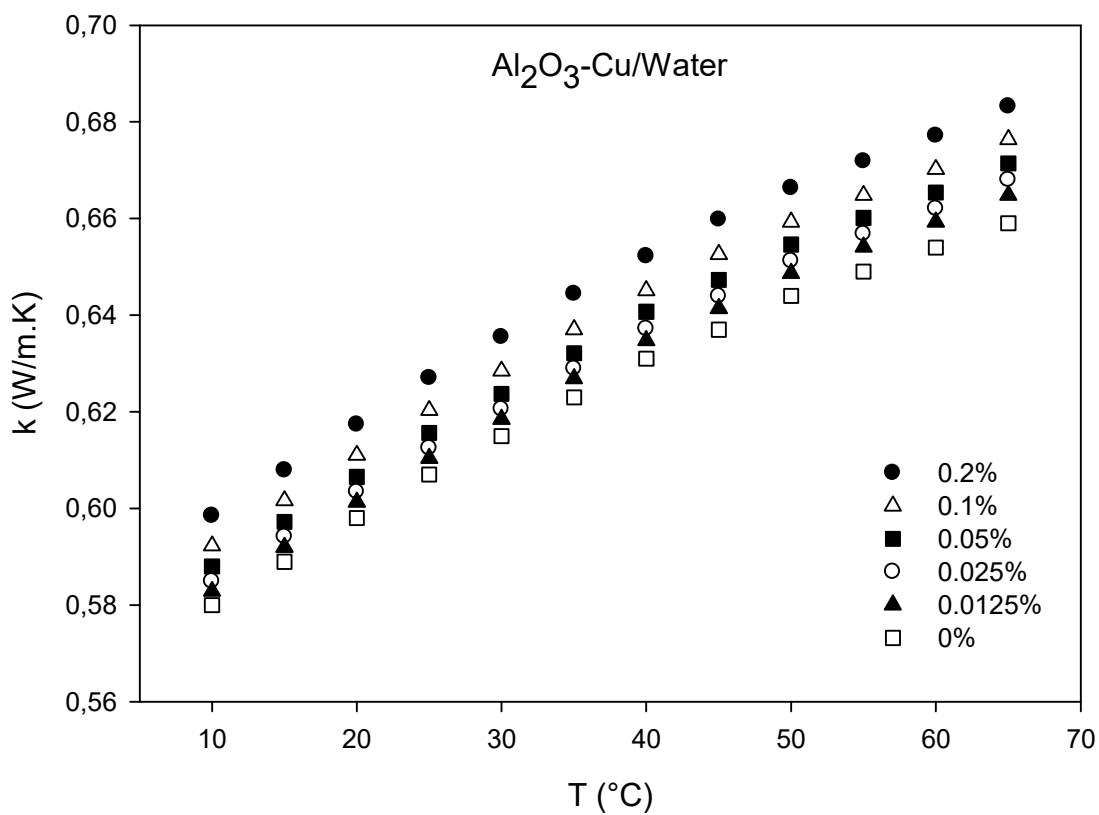
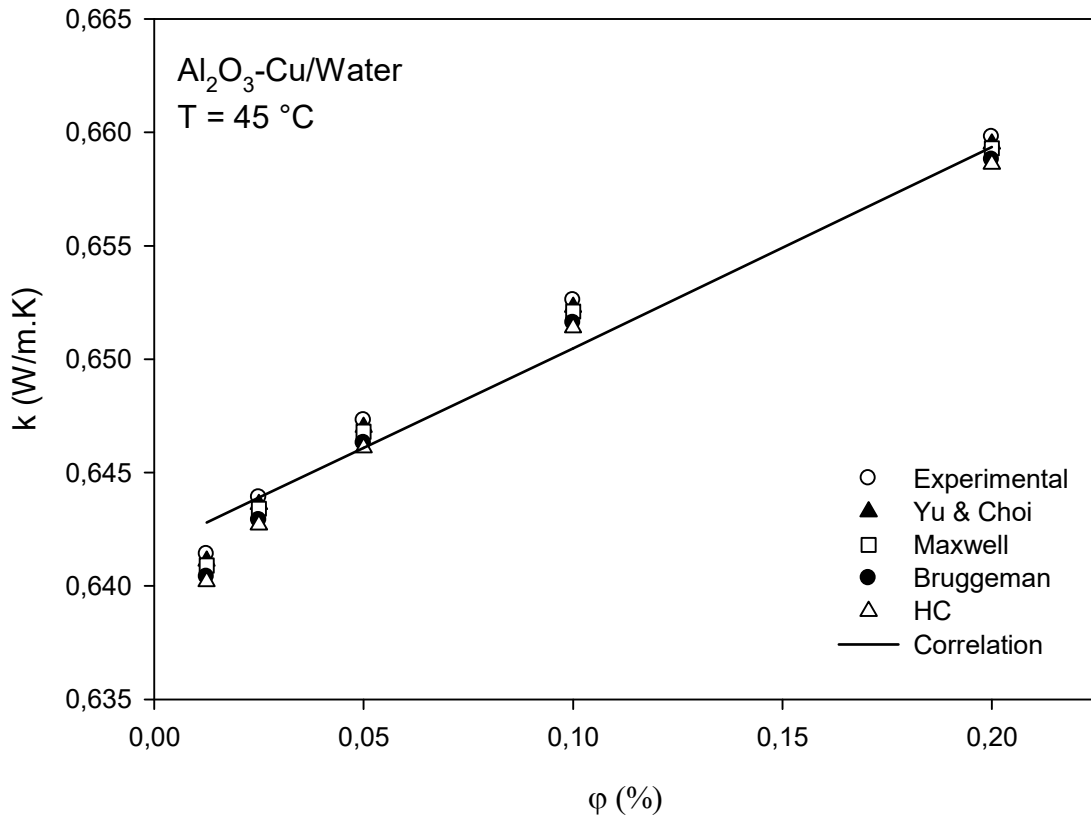
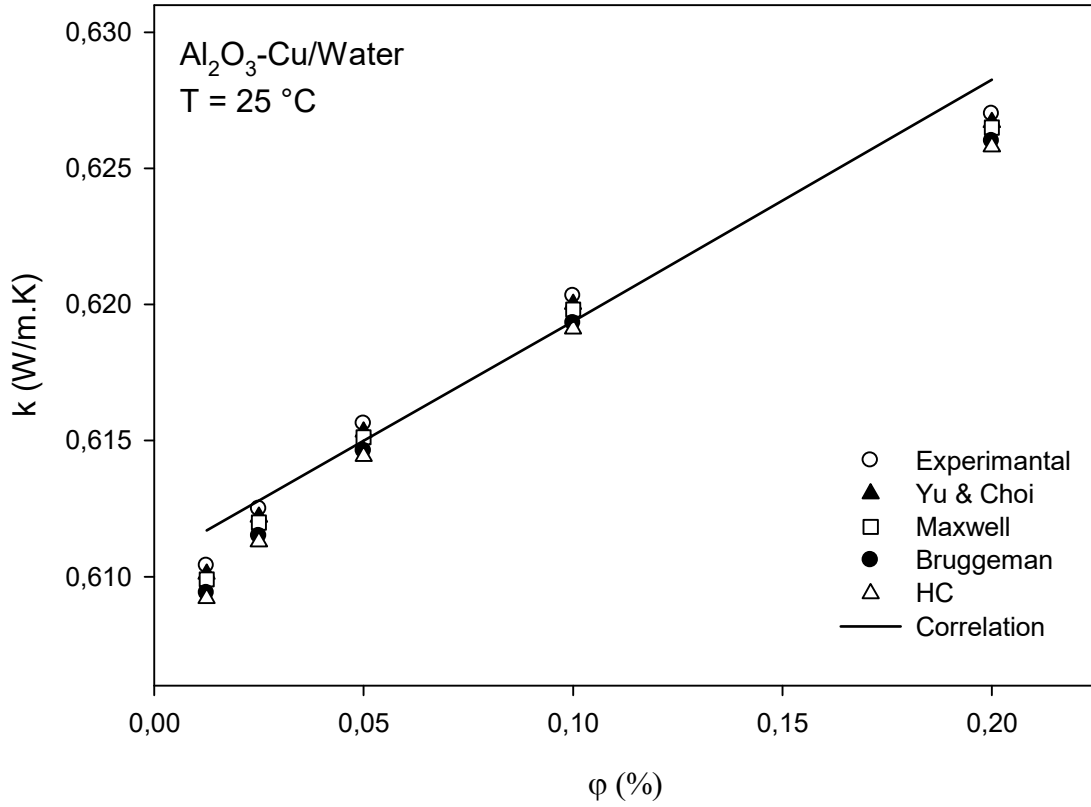


Figure 1. Change of thermal conductivity according to temperature

In Figure 2, changes of thermal conductivity according to volumetric concentration at constant temperature are given. When the graphics are examined, it is seen that the thermal conductivity values obtained from the developed mathematical model are compatible with the mathematical models obtained from the experimental data and the literature. In Figure 3, changes of thermal conductivity according to temperature at constant volumetric concentration are given. When the graphs are examined, it is seen that the thermal conductivity increases with the increase in temperature and the values obtained from the mathematical model are in perfect harmony with the experimental data. These results show that the newly developed correlation is an ideal tool to calculate the thermal conductivity of Al₂O₃-Cu/Water hybrid nanofluid with high accuracy depending on temperature and concentration.



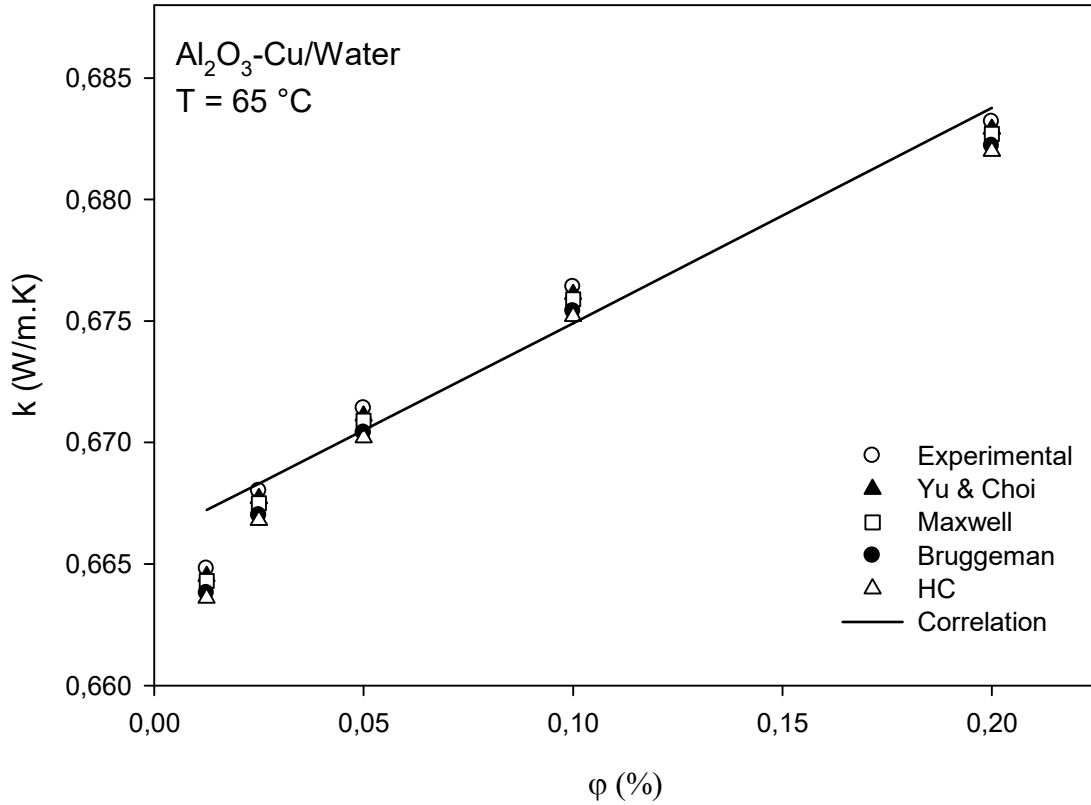
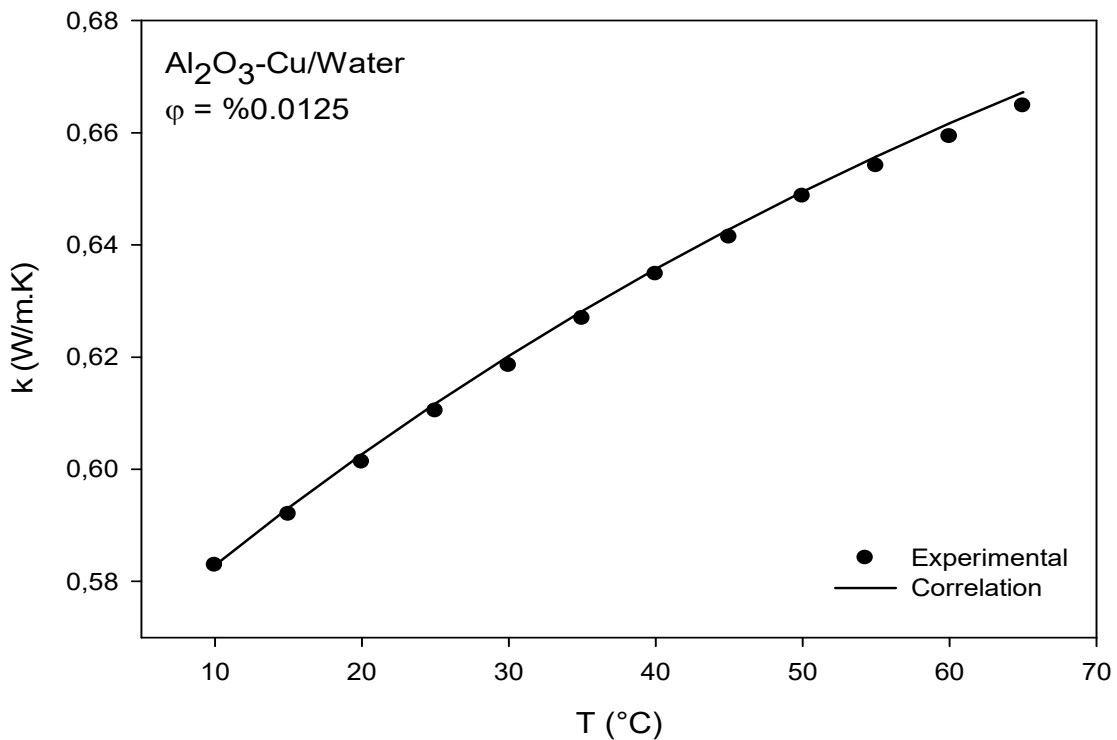
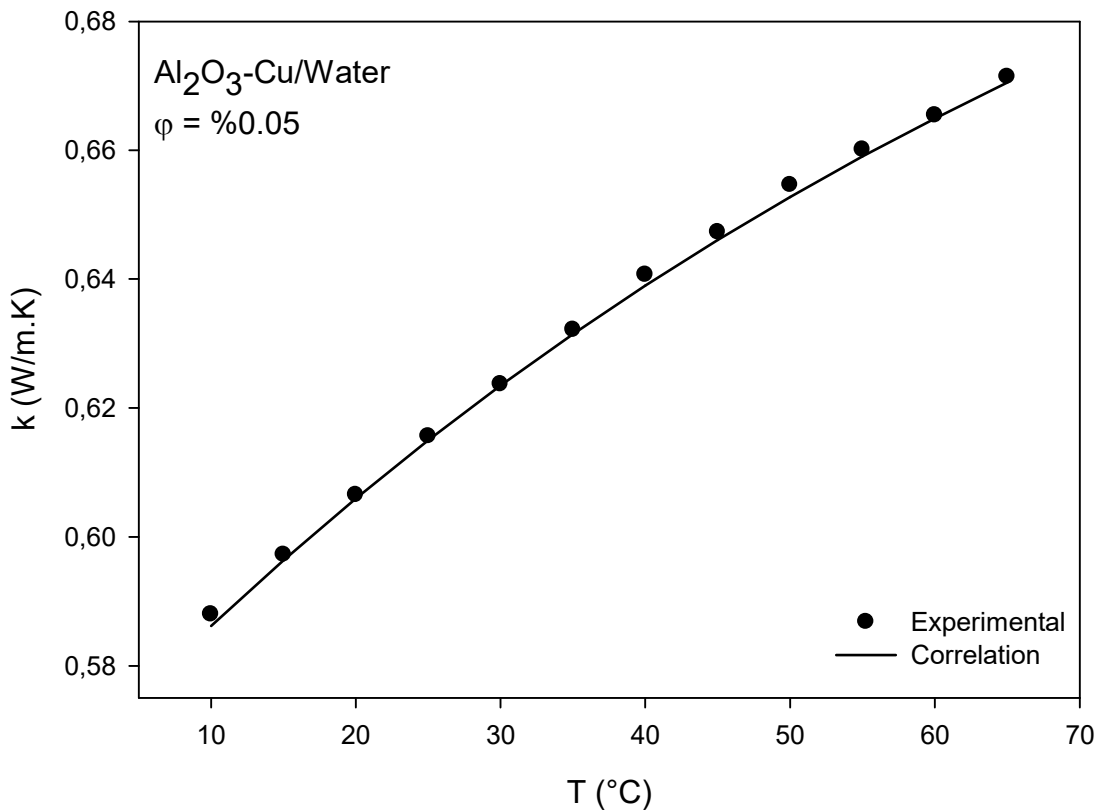
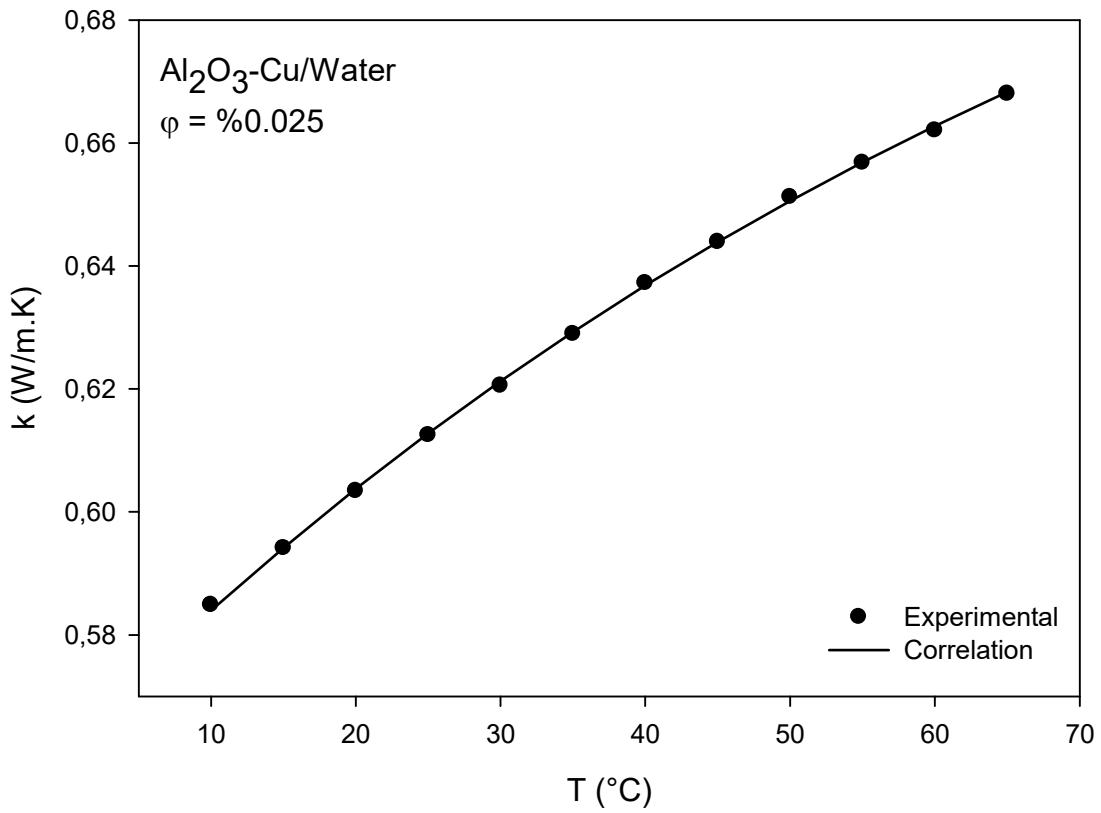


Figure 2. Changes of thermal conductivity according to volumetric concentration at constant temperature





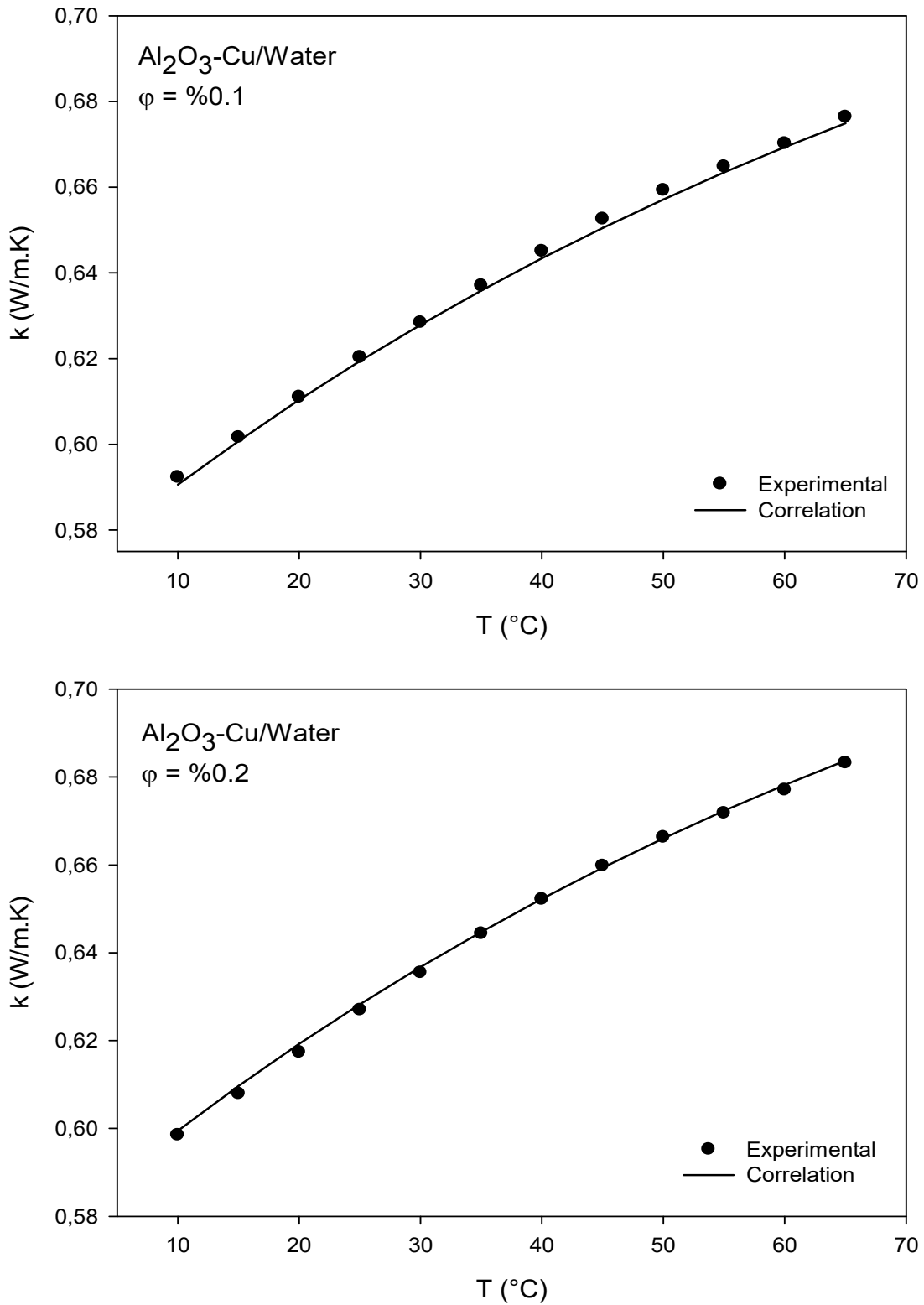


Figure 3. Changes of thermal conductivity according to temperature at constant volumetric concentration

6. Conclusion

In this study, the thermal conductivity of the Al₂O₃-Cu/Water hybrid nanofluid prepared at five different volumetric concentrations has been experimentally measured. The nanofluids prepared by the two-step method have been prepared in the ratios of 0.0125%, 0.025%, 0.05%, 0.1% and 0.2%. The thermal conductivity values of the hybrid nanofluids prepared have been experimentally measured in the temperature range of 10 - 65 °C. The results obtained show that the thermal conductivity increases with the increase in temperature and concentration. Using experimental data, a new mathematical correlation has been developed to calculate the thermal conductivity of Al₂O₃-Cu/Water hybrid nanofluid depending on temperature and concentration. The new mathematical correlation with a value of 0.9982 R² has been able to calculate the thermal conductivity of the Al₂O₃-Cu/Water hybrid nanofluid with an average error rate of 0.001%. The results show that the newly developed mathematical correlation is an ideal tool for calculating the thermal conductivity of the Al₂O₃-Cu/Water hybrid nanofluid.

Acknowledgement

This study has been supported by the Scientific Research Projects Coordination Unit of Niğde Ömer Halisdemir University within the scope of the project no FEB2018/17-BAGEP.

References

- [1] [1] S. Zainal, C. Tan, C. Sian, T. Siang, ANSYS simulation for Ag/HEG hybrid nanofluid in turbulent circular pipe, *J. Adv. Res. Appl. Mech.* 23 (2016) 20–35.
- [2] R.S. Vajjha, D.K. Das, D.P. Kulkarni, Development of new correlations for convective heat transfer and friction factor in turbulent regime for nanofluids, *Int. J. Heat Mass Transf.* 53 (2010) 4607–4618.
- [3] H. Mohammed, O. Alawi, N.C. Sidik, Mixed convective nanofluids flow in channel having forward-facing step with baffle, *J. Adv. Res. Appl. Mech.* 24 (2016) 1–21.
- [4] M. Asadi, A. Asadi, Dynamic viscosity of MWCNT/ZnO–engine oil hybrid nanofluid: an experimental investigation and new correlation in different temperatures and solid concentrations, *Int. Commun. Heat Mass Transf.* 76 (2016) 41–45.
- [5] Y. Lee, The use of nanofluids in domestic water heat exchanger, *J. Adv. Res. Appl. Mech.* 3 (2014) 9–24.
- [6] P.K. Das, A.K. Mallik, R. Ganguly, A.K. Santra, Synthesis and characterization of TiO₂-water nanofluids with different surfactants, *Int. Commun. Heat Mass Transf.* 75 (2016) 341–348.
- [7] H.A. Mintsa, G. Roy, C.T. Nguyen, D. Doucet, New temperature dependent thermal conductivity data for water-based nanofluids, *Int. J. Therm. Sci.* 48 (2009) 363–371.
- [8] H. Zhu, C. Zhang, S. Liu, Y. Tang, Y. Yin, Effects of nanoparticle clustering and alignment on thermal conductivities of Fe₃O₄ aqueous nanofluids, *Appl. Phys. Lett.* 89 (2006) 87–90.
- [9] J.A. Eastman, S.U.S. Choi, S. Li, W. Yu, L.J. Thompson, Anomalously increased effective thermal conductivities of ethylene glycol based nanofluids containing copper nanoparticles, *Appl. Phys. Lett.* 78 (2001) 718–720.

- [10] C.H. Lo, T.T. Tsung, L.C. Chen, C.H. Su, H.M. Lin, Fabrication of copper oxide nanofluid using submerged arc nanoparticle synthesis system (SANSS), *J. Nanoparticle Res.* 7 (2005) 313–320.
- [11] T.-P. Teng, C.-M. Cheng, F.-Y. Pai, Preparation and characterization of carbon nanofluid by a plasma arc nanoparticles synthesis system, *Nanoscale Res. Lett.* 6 (2011) 293.
- [12] Maxwell J., *A treatise on electricity and magnetism*, Clarendon Press, 1873.
- [13] Yu, W. and Choi, S.U.S., “The role of interfacial layers in the enhanced thermal conductivity of nanofluids: a renovated Maxwell model”, *J. Nanopart. Res.* 5, 167–171, 2003.
- [14] Hamilton, R.L. and Crosser, O.K., “Thermal conductivity of heterogeneous two component systems”, *Ind. Eng. Chem. Fundam.* 1, 187–191, 1962.
- [15] Bruggeman, D.A.G., “Berechnung verschiedener physikalischer Konstanten von heterogenen Substanzen, I. Dielektrizitätskonstanten und Leitfähigkeiten der Mischkörper aus isotropen Substanzen”, *Ann. Phys.* 24, 636–679, 1935.

ADSORPTION STUDIES WITH PALIURUS SPINA-CHRISTI MILL. FRUTIS AND SEEDS FOR REMOVAL CR (III) IONS FROM AQUEOUS SOLUTION

Ali SAVRAN

Van Yüzüncü Yıl University, Chemistry Department, Faculty of Science
ORCID: 0000-0003-2099-7277

Ali Rıza KUL

Van Yüzüncü Yıl University, Chemistry Department, Faculty of Science
ORCID: 0000-0001-9331-775X

Adnan ALDEMİR

Van Yüzüncü Yıl University, Chemical Engineering Department, Faculty of Engineering
ORCID: 0000-0001-9884-0961

Nilüfer ÇİRİĞ SELÇUK

Van Yüzüncü Yıl University, Biology Department, Faculty of Science
ORCID: 0000-0002-8596-5711

Şenol KUBİLAY

Van Yüzüncü Yıl University, Chemistry Department, Faculty of Science
ORCID: 0000-0002-3537-6505

ABSTRACT

This study aimed to investigate the removal Cr(III) by cost effective, ecofriendly, efficiency sorbent from Paliurus spina-christi Mill. frutis and seeds (PSCFS). The adsorption process was carried out under operational conditions by varying temperature, initial concentration of Cr(III) and contact time at pH 4.3. Results show that a temperature value of 45 °C is favorable for the adsorption of Cr(III) ions. The experimental data could be well described by the Freundlich isotherm equation. The adsorption kinetics could be very well described using the pseudo second order model. The adsorption capacity of PSCFS was found to be 11.6931 mg/g at 45 °C according to DKR isotherm data. The thermodynamic parameters show that adsorption process is endothermic and spontaneous. The results indicate that PSCFS could be employed as low-cost materials for removal from water of Cr(III) ions.

Keywords: Adsorption, kinetics, thermodynamic, isotherms, Cr(III)

1. INTRODUCTION

With rapid industrialization, the rate of heavy metals to water increases. Pollution of water with toxic heavy metals have been one of the environmental problems in our world [1]. Chrome containing compounds are generally used in steel fabrication, chemical industries, ceramics and wood processing units [2]. With chrome exposure health problems such as headache, diarrhoea, nausea, vomiting, lung tumour, haemorrhage and digestive tract cancer may arise [3]. According to WHO and FAO the permissible limit of Cr(III) ions for drinking water is less 5 mg/L [4].

Many methods are used to removal of heavy metals from wastewater including ion exchange, coagulation-flocculation, electro-dialytic method, chemical precipitation, membran filtration, electrocoagulation [5]. Since adsorption is a simple, clean, fast and inexpensive method, it is one of the most effective technologies used to removal of heavy metal ions from aqueous solutions [6]. Studies have been carried out to remove Cr (III) ion from the aqueous solution using adsorbents, such as bentonite [7], natural sepiolite [8], modified and nonmodified carbon nanotubes [9], activated alumina [10], groundnut shell [11], clay from Kono-bowe, Nigeria [12], borax sludge [13], modified *Anacardium occidentale* L. [14], calcium carbonate coated bacterial magnetosomes [15], vesicular basalt rock [16], cactus powder [17], *Phyllostachys pubescens* biomass loaded Cu-S nanospheres [18].

Paliurus spina-christi mill. is Mediterranean and Asiatic medicinal plant commonly used as diuretic and against diarrhoea and rheumatism [19]. It blossoms at the beginning of summer. While the plant's bark and fruit contain amino acids, alkaloids and sterols [20], other parts contain flavonoid glycosides and tannins [21]. A study on adsorption of Pb ions has been conducted to examine the metal binding capacity of the natural PSCFS material [22]. However, there is no study of using this material to remove Cr(III) ion. In this study, we are investigate the performance of PSCFS material for removal of Cr(III) from water solutions; isotherms, kinetics and thermodynamics calculations, and effects of initial concentrations, temperature and contact time in Cr(III) ions adsorptions.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. Preparation of PSCFS Powder

The adsorbent used in this study was collected from Manyas region Balikesir city, Turkey and washed distilled water to remove dust particle and impurities. After drying this materials in the oven at 55 °C for 24 h, it was cut into pieces and ground by using a crusher. The powder were passed through sieves and particles were collected under 0.06 mm [23]. The prepared PSCFS was stored in plastic bags to avoid the effects of moisture.

2.2. Preparation of Cr (III) Solutions

Chrome (III) nitrate was purchased from Merck and used without further purification. 500 mg/L Cr(III) stock solutions were prepared in 500 mL volumetric flask by dissolving 1.923 g of $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ and this solutions were diluted to prepare the desired concentrations. The pH of aqueous solutions were adjusted using 0.1 M NaOH and 0.1 M HCl solutions.

2.3. Characterization Studies

FTIR spectrum of PSCFS was obtained using Shimadzu model spectrometer measuring in the range of 400-4000 cm^{-1} wavelength. The cation exchange capacity (CEC) and surface area of PSCFS were determined by the methylene blue method [24]. With this method, CEC and surface area are calculated as 67.82 mmol/kg and 53.07 m^2/g , respectively. The elemental analysis of PSCFS was determined using an organic elemental analyzer (Thermo Scientific Flahs 2000).

2.4. Adsorption Studies

The effect of temperature, initial Cr(III) concentrations and contact time at certain pH (4.3) on the removal of Cr(III) onto PSCFS was determined using batch adsorption technique.

These experiments were carried out by adding 4 g PSCFS in 1 L of the adsorbate solutions (40, 60, 80 and 100 mg/dm³) at pH 4.3. The solutions were equilibrium using a magnetic stirrer in a temperature controlled shaker. At certain intervals, 10 ml samples were taken from the solutions and centrifuged for 10 minutes. Cr(III) concentrations in the supernatant were measured by atomic absorption spectrophotometer (Thermo Scientific ICE-3000). The removal percentage (%) of the amount of Cr(III) adsorbed by the adsorbent was calculated according to Eq. (1);

$$\% \text{ removal percentage} = \left(\frac{C_0 - C_t}{C_0} \right) \cdot 100 \quad (1)$$

where C_0 and C_t are initial and final Cr(III) concentrations (mg/dm³). The amount of Cr(III) adsorbed by adsorbent was calculated using Eq. (2);

$$q_e = \frac{(C_0 - C_e)V}{m} \quad (2)$$

where q_e is adsorption capacity (mg/g), C_e is equilibrium concentration of Cr(III) in solution in mg dm⁻³, V is volume of Cr(III) in solution (dm³) and m is mass of adsorbent (g).

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Characterization of Adsorbent

In order to identify the chemical functional groups present on native PSCFS, FTIR spectra were recorded in the region 400-4000 cm⁻¹ (Figure 1). According to Figure 1, the broad and strong band observed at 3421.72 cm⁻¹ can be assigned to O-H stretching vibration. The peaks observed at 2924.09 cm⁻¹ and 2854.65 cm⁻¹ can be shown asymmetric and symmetric stretching vibration of -CH₂ groups. The peak 1743.65 cm⁻¹ is due to esterification of hydroxyl groups, which results in an increased stretching vibration of carbonyl (C=O) group present in the ester bonds. The peaks located 1631.78 cm⁻¹ and 1516.05 cm⁻¹ can be due to carbonyl group stretching. The peak at 1377.17 cm⁻¹ can be bending vibration of C-H of methyl groups. The peak 1053.13 cm⁻¹ was due to C-O-C stretching vibration in the lignin structure of PSCFS. The peak at 1319.31 cm⁻¹ are confirmed the presence -C—O and -C-N bonds. The C-O stretching bands at 1246.02 cm⁻¹ and 594.08 cm⁻¹ confirms the lignin structure of the adsorbent. The band at 1099.43 cm⁻¹ might be caused by vibration of C-O bond primary and secondary alcoholic groups. The peaks around fingerprint region (594.08 and 528.50 cm⁻¹) are out of plane bending vibrations for -C-H, -C-C- and -HC=CH- in aromatic compounds [23].

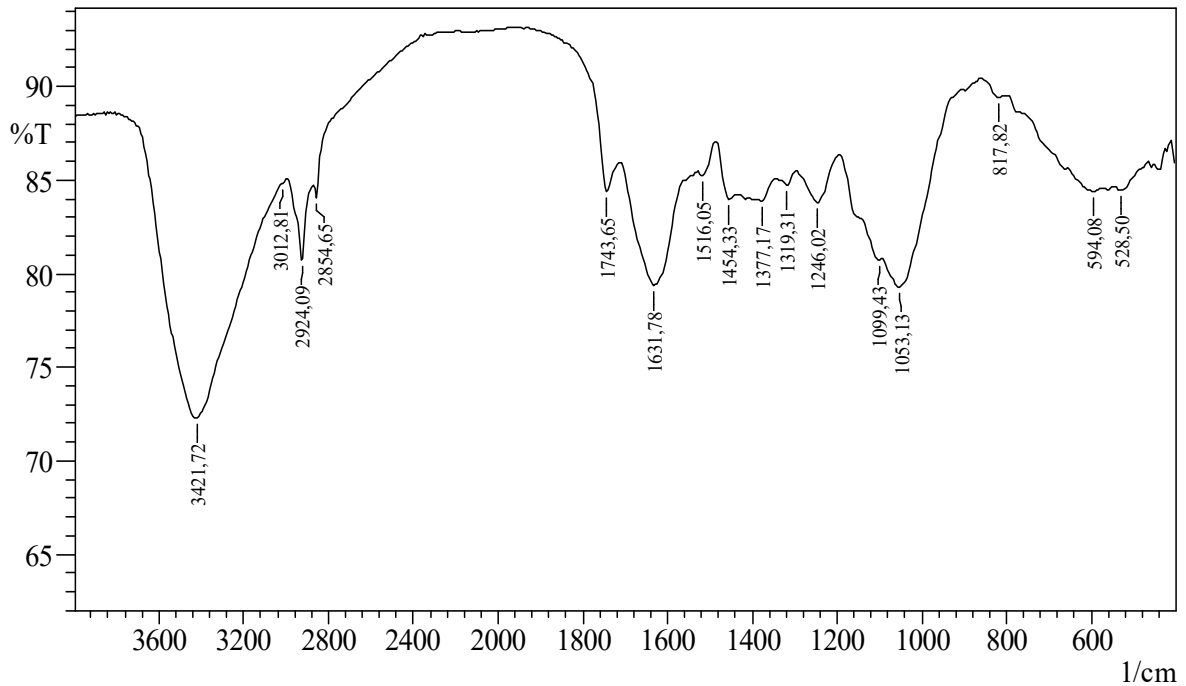


Figure 1. FTIR spectrum of PSCFS [23].

3.2. The Effect of Contact Time And Adsorption Kinetics Investigations

The effect of contact time on the Cr(III) ions adsorption process is shown in Figure 2. As can be seen, the adsorption process occurs quite rapidly at the beginning of the experiment. When approaching equilibrium time, the increase in the amount of adsorption is decreased. Maximum adsorption of Cr(III) ions onto PSCFS was observed at 180 min. Considering the general trend in adsorption, the rapid occurrence of adsorption process in the initial stages is due to the fact that there are many places to be attached on the adsorbent surface [25]. With time, due to the formation of repulsive forces between the metal ions on the adsorbent and the aqueous solution, it is difficult to fill the empty spaces on the adsorbent and the system tends to equilibrium [26].

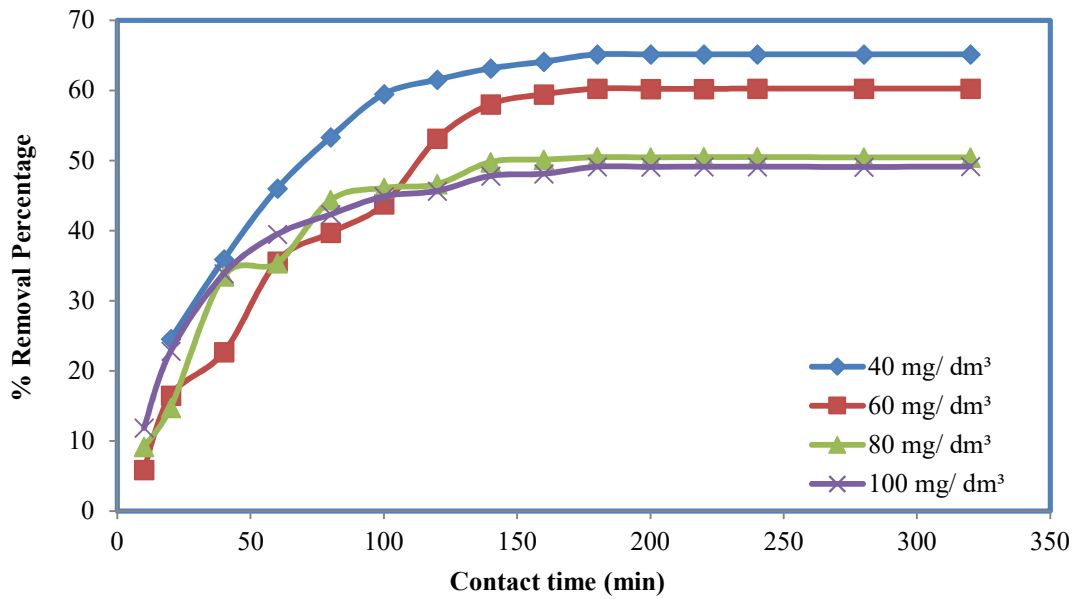


Figure 2. The effect of contact time on adsorption of Cr(III) ions onto PSCFS at various initial concentrations at 25 °C and pH 4.3.

The rate of controlling step of Cr(III) ions adsorption process onto PSCFS can be explained with the aid of the kinetic models. The pseudo-first model [27], pseudo-second model [28], intraparticle diffusion model [29], and liquid film diffusion model [30] are generally used to investigate the adsorption mechanism. The pseudo first order model and pseudo second order model are given by Eq. (3) and Eq. (4), respectively.

$$\log(q_m - q_t) = \log q_m - \frac{k_1 t}{2.303} \quad (3)$$

$$\frac{t}{q_t} = \frac{1}{k_2 q_m^2} + \frac{1}{q_m} t \quad (4)$$

where k_1 (min^{-1}) and k_2 ($\text{g mg}^{-1} \text{min}^{-1}$) is the rate constants of kinetic models, q_t and q_m show the amount of solute adsorbed onto adsorbent surface at time (mg/g) and at equilibrium (mg g^{-1}), respectively. The intraparticle diffusion model and liquid film diffusion model equations are given with Eq. (5) and Eq. (6), respectively.

$$q_t = k_i t^{1/2} + C \quad (5)$$

$$\ln(1-F) = -k_{fd} t \quad (6)$$

where C is intercept of intraparticle diffusion model (mg/g), k_i is the intraparticle diffusion rate constant ($\text{mg g}^{-1} \text{min}^{-1/2}$), F is fractional attainment of equilibrium (q_t/q_m) and k_{fd} is the film diffusion adsorption rate constant (min^{-1}). Determined parameters of these four kinetic models were summarized in Table 1 and Table 2, respectively.

Table 1. Kinetic model parameters of Cr(III) adsorption onto PSCFS at 25 °C

Concentration (mg dm ⁻³)	Pseudo first order			Pseudo second order			Experimental q _m (mg g ⁻¹)
	k ₁ (min ⁻¹)	q _m (mg g ⁻¹)	R ²	k ₂ (g mg ⁻¹ min ⁻¹)	q _m (mg g ⁻¹)	R ²	
40	0.0410	18.8321	0.8492	0.00184	8.4104	0.8964	6.5150
60	0.0389	32.2924	0.8545	0.00094	12.3762	0.9547	9.0400
80	0.0442	30.6902	0.8693	0.00231	11.7371	0.9865	10.0950
100	0.0316	15.5848	0.8750	0.00324	13.4228	0.9965	12.2850

Table 2. Kinetic model parameters of Cr(III) adsorption onto PSCFS at 25 °C

Concentration (mg dm ⁻³)	Intraparticle diffusion model		Liquid film diffusion model	
	k _i (mg g ⁻¹ min ^{-1/2})	R ²	k _{fd} (min ⁻¹)	R ²
40	0.3689	0.7841	0.0410	0.8493
60	0.5901	0.8793	0.0388	0.8545
80	0.5361	0.7679	0.0441	0.8688
100	0.5569	0.7771	0.0375	0.8910

According to the results, correlation coefficient values obtained from pseudo-second-order model are closer to one than values obtained from other models. Similarly, a better match was observed between the calculated and experimental adsorption capacity values compared to other kinetic models. This model is based that chemisorption is the rate-limiting step [5]. Therefore, it can be suggested, adsorption of Cr(III) onto PSCFS obey the pseudo-second-order model suggesting rate-limiting step could be chemisorption. The plot of this model is given in Figure 3.

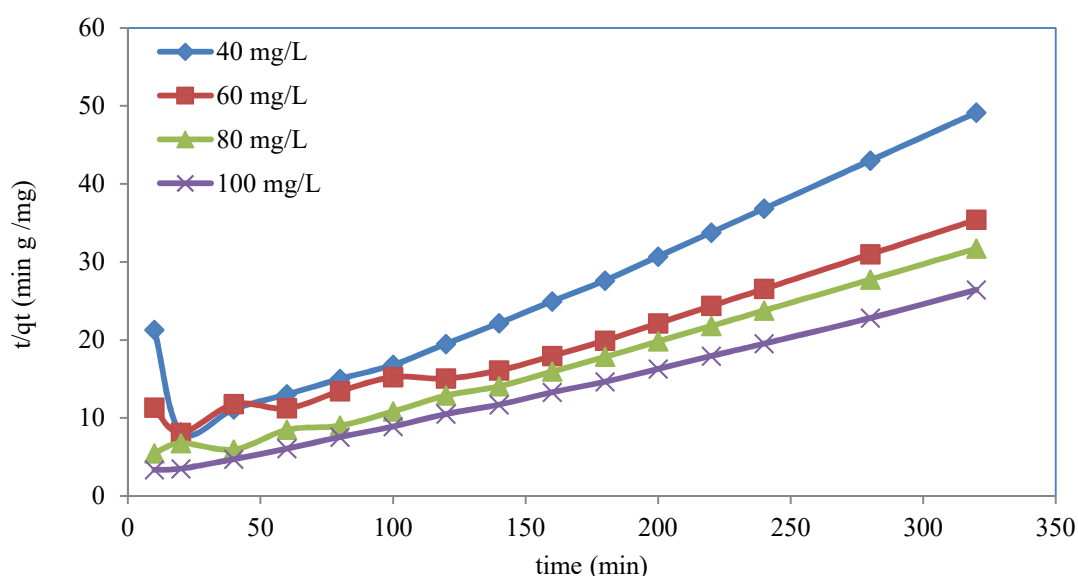


Figure 3. Pseudo second order graph for Cr(III) ions adsorption onto PSCFS at 25 °C.

3.3. Adsorption Isotherm Studies

The isotherm models explain the interaction of Cr(III) between the solid phase (PSCFS) and liquid phase at constant temperature (25 °C) at equilibrium. In this study, adsorption data obtained from batch experiments were fitted to Freundlich [31], Langmuir [32], and Dubinin-Kaganer-Radushkevich (DKR) [33] which are shown by Eq. (7), Eq. (8) and Eq. (9), respectively. The results from the isotherms are summarized in Table 3.

$$\ln q_e = \ln K_F + \frac{1}{n} \ln C_e \quad (7)$$

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{C_e}{q_m} + \frac{1}{q_m K_L} \quad (8)$$

$$\ln q_e = \ln q_m - K_{DKR} \varepsilon^2 \quad (9)$$

where q_e denotes the amount of solute adsorbed per unit mass of adsorbent (mg g^{-1}), C_e is the residual concentration in liquid phase (mg dm^{-3}), $1/n$ and K_F are Freundlich constants, q_m is the maximum adsorption capacity in solid phase, K_L is the adsorption coefficient, ε is the Polanyi potential, K_{DKR} is DKR constant, and β is a constant related to the mean free energy of adsorption ($\text{mol}^2 \text{J}^{-2}$). ε value in DKR isotherm is given as follows;

$$\varepsilon = RT \ln\left(1 + \frac{1}{C_e}\right) \quad (10)$$

where R is the universal gas constant ($\text{J mol}^{-1} \text{K}^{-1}$) and T is absolute temperature (K).

Table 3. Parameters of Cr(III) adsorption onto PSCFS from three isotherms at 25 °C

Freunlich isotherm			Langmuir isotherm			DKR isotherm		
K_F	$1/n$	R^2	K_L ($\text{dm}^3 \text{mg}^{-1}$)	q_m (mg g^{-1})	R^2	q_m (mg g^{-1})	β ($\text{mol}^2 \text{J}^{-2}$)	R^2
2.0168	0.4540	0.9607	-0.8433	1.6178	0.8197	11.6931	4.48×10^{-9}	0.9217

Based on results, the best explanation to experimental data were made by Freundlich isotherm within investigated concentration range with a correlation coefficient (R^2) of 0.9607 (Figure 4). As shown in Table 3, Langmuir isotherm did not show a satisfactory fit to the experimental data. The fact that Freundlich isotherm fits experimental data may be due to heterogenous distribution of active sites on the PSCFS surface. In this case, it can be thought that there is multilayer adsorption. The calculated maximum adsorption capacity for this process was $11.6931 \text{ mg g}^{-1}$ from DKR equation at 25 °C.

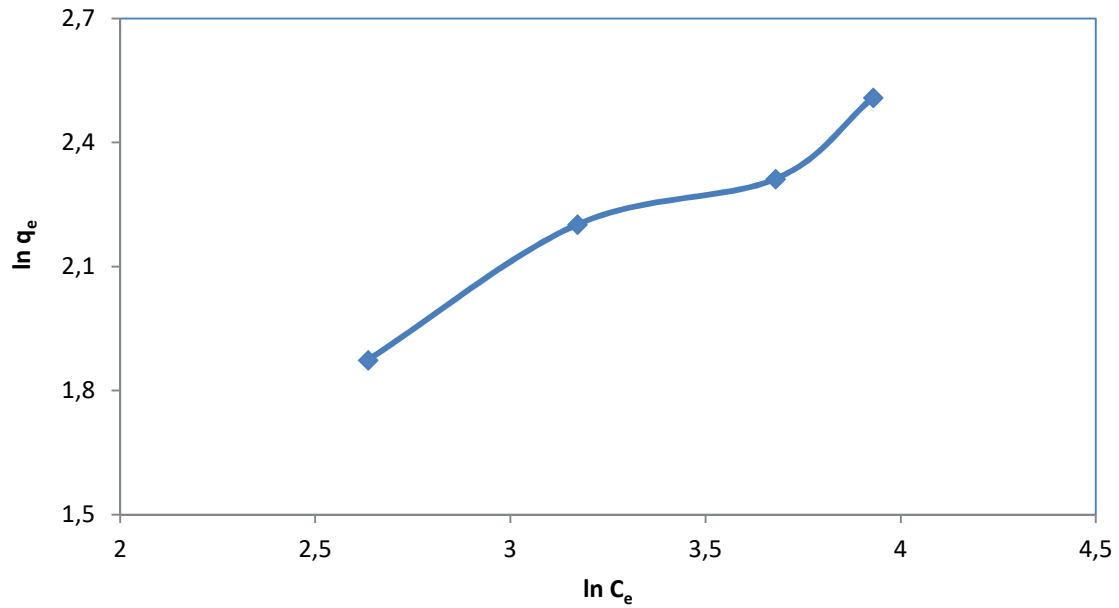


Figure 4. Freundlich isotherm plot for Cr(III) adsorption onto PSCFS at 25 °C.

3.4. Thermodynamic Studies and Effect of Temperature

The effect of temperature on the adsorption of Cr(III) onto PSCFS was investigated at 25 °C, 35 °C and 45 °C and results were given in Figure 5. As can be seen, the removal percentage values are increase as the temperature increases from 25 °C to 45 °C. This result was indicated that interaction of Cr(III) with active sites at the surface of adsorbent is an endothermic process which was considered as chemical adsorption process [34].

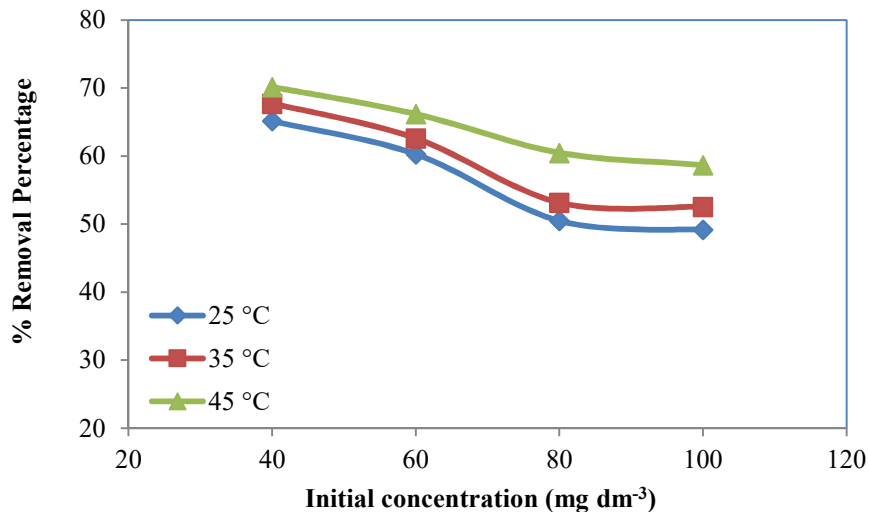


Figure 5. The effect of temperature on percentage removal of Cr(III) by PSCFS

In order to describe the spontaneity of adsorption process by thermodynamic parameters, temperature was varied from 25 °C to 45 °C. These parameters such as change in Gibbs free energy (ΔG^0), enthalpy (ΔH^0), and entropy (ΔS^0) values were determined by using the following equations. The obtained results from these equations are summarized in Table 4.

$$K_e = \frac{C_{Ads}}{C_e} \quad (11)$$

$$\Delta G^0 = \Delta H^0 - T\Delta S^0 \quad (12)$$

$$\ln K_e = \frac{\Delta S^0}{R} - \frac{\Delta H^0}{RT} \quad (13)$$

where K_e is the equilibrium constant, C_{Ads} and C_e are the amount of Cr(III) adsorbed on the adsorbent in the solution at equilibrium (mg/dm^3). T is the temperature (K) and R is gas constant. K_e values were calculated by taking the results of adsorption experiments into consideration. ΔH^0 and ΔS^0 were determined from the slope and intercept of $\ln K_e$ vs $1/T$ plot (Figure 6). The positive values of ΔH^0 indicate that adsorption was endothermic in nature, while the positive values of ΔS^0 show the affinity of adsorbent for Cr(III), indicating an increase in adsorbate concentration in the solid-liquid interface [34].

Table 4. Thermodynamic parameters of Cr(III) adsorption on PSCFS for 40 mg/dm^3 concentration

T (°C)	K_e	ΔG^0 (kJ mol ⁻¹)	ΔH^0 (kJ mol ⁻¹)	ΔS^0 (J K ⁻¹ mol ⁻¹)
25	1.8694	-1.5584	8.9666	35.3187
35	2.0488	-1.9116		
45	2.3001	-2.2648		

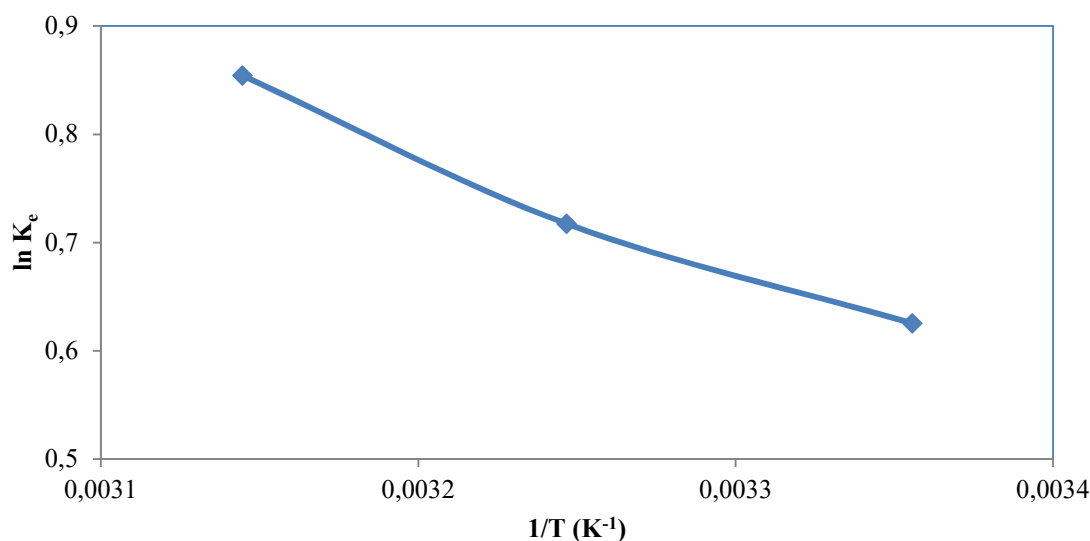


Figure 6. $\ln K_e$ versus $1/T$ plot of Cr(III) adsorption at 40 mg/dm^3 concentration.

4. CONCLUSION

In this study, the removal performance of PSCFS for Cr(III) from aqueous solutions was investigated. The maximum removal of Cr(III) by PSCFS were found to be 4 g in 1000 ml of solution at pH 4.3 for 220 min contact time at the temperature of 45 °C. The maximum removal of Cr(III) was found to be at the 40 mg/dm³ dye concentration and the maximum adsorption capacity of PSCFS for Cr(III) was determined to be 11.6931 mg/g. The experimental data fitted well to the Freundlich isotherm model for Cr(III) adsorption by the PSCFS. The kinetic studies were revealed that pseudo second order model suitable for the adsorption of Cr(III) by the adsorbent indicating that process followed chemisorption. The thermodynamic calculations were indicated that process have feasible, spontaneous and endothermic nature.

REFERENCES

- [1] N. Gandhi, D.Sirisha, K.C. Shekar, Bioremediation of wastewater by using strychnos potatorum seeds (clearing nuts) as bio adsorbent and natural coagulant for removal of fluoride and chromium, *Journal of International Academic Research for Multidisciplinary*, 3(1), 2014, 253-272.
- [2] A.K. Bhattacharya, T.K. Naiya, S.N. Mandal, S.K. Das, Adsorption, kinetics and equilibrium studies on removal of Cr(IV) from aqueous solutions using different low-cost adsorbents, *Chemical Engineering Journal*, 137(3), 2008, 529-541.
- [3] V.G. Georgieva, M.P. Tavlieva, S.D. Genieva, L.T. Vlaev, L.T. Adsorption kinetics of Cr (VI) ions from aqueous solutions onto black rice husk ash, *Journal of Molecular Liquids*, 208, 2015, 219-226.
- [4] S. Tamjidi, H. Esmaeili, Chemically modified CaO/Fe₃O₄ nanocomposite by sodium dodecyl sulfate for Cr(III) removal from water, *Chemical Engineering Technology*, 42, 2019, 607-616.
- [5] K.H. Ranaweera, P.H. Godakumbara, B.A. Perera, Adsorptive removal of Co(II) in aqueous solutions using clearing nut seed powder, *Heliyon*, 6, 2020, 1-9.
- [6] I. Ali, V.K. Gupta, Advances in water treatment by adsorption technology, *Nature protocol*, 1(6), 2006, 2661-2667.
- [7] T.S.S. Malik, N.Rauf, Removal of Cr(III) from tannery wastewater by adsorption onto bentonite clay, *Separation & Purification Technology*, 53(3), 2006, 312-321.
- [8] S. Kocaoba, Adsorption of Cd(II), Cr(III) and Mn(II) on natural sepiolite, *Desalination* 244, 2009, 24-30.
- [9] M.A. Atieh, O.Y. Bakather, B.S. Tawabini, A.A. Bukhari, M. Khaled, M. Alharthi, M. Fettouhi, F.A. Abuilawi, Removal of chromium (III) from water by using modified and nonmodified carbon nanotubes, *Journal of Nanomaterials*, 2010(11), 2010, 1-9.
- [10] N.S.Rajurkar, A.N. Gokarn, K. Dimya, Adsorption of chromium (III), nickel (II), and copper (II) from aqueous solution by activated alumina, *Clean*, 39(8), 2011, 767-773.
- [11] T.R. Choudhury, K.M. Pathan, Md. Nurul Amin, M. Ali, S.B. Quraishi, A.I. Mustafa, Adsorption of Cr (III) from aqueous solution by groundnut Shell, *Journal of Environmental Science & Water Resources*, 1(6), 2012, 144-150.
- [12] R.O. Ajemba, Kinetics and equilibrium modeling of lead (II) and chromium (III) ions' adsorption onto clay from Kono-bowe, Nigeria, *Turkish Journal of Engineering & Environmental Sciences*, 38, 2014, 455-479.

- [13] F.T. Senberber, M. Yildirim, N. Karamahmut Mermer, E. Moroydor Derun, Adsorption of Cr (III) from aqueous solution using borax sludge, *Acta Chimica Slovenica*, 64, 2017, 654-660.
- [14] G. F. Coelho, A. C. Gonçalves Jr., D. Schwantes, E. A. Rodriguez, C. R.T. Tarley, D. Dragunski, E. C. Junior, Removal of Cd (II), Pb (II) and Cr (III) from water using modified residues of *Anacardium occidentale* L., *Applied Water Science*, 8(96), 2018, 1-21.
- [15] J.J. Jacab, R. Varalakshmi, S. Gargi, M.A. Jayasri, K. Suthindhiran, Removal of Cr (III) and Ni (II) from tannery effluent using calcium carbonate coated bacterial magnetosomes, *Clean Water*, 1(1), 2018, 1-10.
- [16] A. Alemu, B. Lemma, N. Gabbiye, Adsorption of chromium (III) from aqueous solution using vesicular basalt rock, *Cogent Environmental Science*, 5, 2019, 1-18.
- [17] W.H. Rimawi, S. Shaheen, H. Salim, Removal of chromium ions from tannery wastewater using cactus powder, *Oriental Journal of Chemistry*, 36(1), 2020, 132-138.
- [18] T. Ai, X. Jiang, Q. Liu, Chromium removal from industrial wastewater using *Phyllostachys pubescens* biomass loaded Cu-S nanospheres, 16, 2018, 842-852.
- [19] Lj. Grlić, Enciklopedija Samoniklog Bilja, August Cesarec, Zagreb, 1986, P.165.
- [20] M.P. Velcheva, Constituents of *P. spina-christi*, *Fitoterapia*, 64, 1993, 284-285.
- [21] A.H. Brantner, Z. Males, Quality assessment of *P.spina-christi* extracts, *Journal of Ethnopharmacology*, 66, 1999, 175-179.
- [22] A. Savran, A.R. Kul, S. Kubilay, N. Cirig Selcuk, Adsorption of Pb (II) ions from aqueous solutions onto *Paliurus spina-christi* Mill. Frutis and seeds, *Fresenius Environmental Bulletin*, 29, 2020, 6576-6583.
- [23] N. Çiriğ Selçuk, Ş. Kubilay, A. Savran, A. R. Kul, Kinetics and Thermodynamic Studies of Adsorption of Methylene Blue from Aqueous Solutions onto *Paliurus spina-christi* Mill. Frutis and Seeds, *IOSR Journal of Applied Chemistry*, 10(5), 2017, 53-63.
- [24] Y. Yükselen, A. Kaya, Suitability of the methylene blue test for surface area, cation exchange capacity and swell potential determination of clayey soils. *Engineering Geology*, 102, 2008, 38-45.
- [25] S. H. Mohamed, N.K. Soliman, D.A. Abdelrheem, A.A. Ramadan, A.H. Elghandour, S.A. Ahmed, Adsorption of Cd⁺² and Cr⁺³ ions from aqueous solutions by using residue of *Padina gymnospora* waste as promising low-cost adsorbent, *Heliyon*, 5(3), 2019, 1-32.
- [26] B.M.W.P.K. Amarasinghe, R.A. Williams, Tea waste as a low cost adsorbent for the removal of Cu and Pb from wastewater, *Chemical Engineering Journal*, 132 (1-3), 2007, 299-309.
- [27] Y.S. Ho, Citation review of Lagergren kinetic rate equation on adsorption reaction, *Scientometrics* 59, 2004, 171-177.
- [28] Y.S. Ho, Review of second-order models for adsorption systems, *Journal of Hazardous Materials*, 136(3), 2006, 681-689.
- [29] T.W. Weber, R.K.Chakravorti, Pore and solid diffusion models for fixed-bed adsorbers, *AIChE Journal*, 20(2), 1974, 228-238.
- [30] G.E. Boyd, A.W. Adamson, L.S. Myers, The exchange adsorption of ions from aqueous solutions by organic zeolites. II. Kinetics, *Journal of American Chemical Society*, 69, 1947, 2836-2848.
- [31] H.M.F. Freundlich, Over the adsorption in solution, *The Journal of Physical Chemistry*, 57,1906, 385-471.

[32] I. Langmuir, The adsorption of gases on plane surfaces of glass, mica and platinum, *Journal of American Chemical Society*, 40(9), 1918, 1361-1403.

[33] M.M. Dubinin, L.V. Radushkevich, The equation of the characteristic curve of the activated charcoal. *Proceeding of Union of USSR Academy of Science*, (55), 1947, 331–337.

[34] S. Mustapha, D.T.Shuaib, M.M. Ndamitso, M.B. Etsuyankpa, A. Sumaila, U.M. Mohammed, Adsorption isotherm, kinetic, and thermodynamic studies for the removal of Pb (II), Cd (II) and Cu (II) ions from aqueous solutions using Albizia lebbeck pods, *Applied waterScience*, 9(142), 2019, 1-11.

ABSORBSİYONLU SOĞUTMA SİSTEMLERİNDE LİTYUM BROMÜR-SU VE AMONYAK-SU ÇALIŞMA ÇİFTLERİNİN TERMODİNAMİK VE EKSERJİ ANALİZLERİ

Turgut SAŞMAZ

Başkent Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü
ORCID: 0000-0002-9179-5106

Prof. Dr. Tahir YAVUZ

Başkent Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü
ORCID: 0000-0003-3371-6120

ÖZET

Bu çalışmanın amacı güneş enerjisi destekli absorpsiyon yataklı bir soğutma sisteminin termodinamik ve ekserji analizlerinin yapılmasıdır. Akışkan çiftlerinin ekserji analizi ile hangisinin daha verimli olduğunu anlaşılmasına çalışılmış olup, çalışmada alternatif olarak sunulacak olan tek etkili sistemin çift etkili sisteme rakip olabileceği anlaşılmak istenmiştir. Güneş enerjisi ile çalıştırılan sistemler konvansiyonel tip ve buhar sıkıştırımlı tip soğutma sistemlerine göre daha az enerji sarfiyatı sağlayabilirler. Dünyada iklimlendirme ve soğutma sistemleri genel olarak ve çoğunlukla buhar sıkıştırımlı veya buhar emme sistemleri ile yapılmaktadır. Bu sistemler yüksek oranda enerji çekmektedirler. Sistemin performans açısından performans katsayısı (COP) emici sıcaklığı, jeneratör sıcaklığı ve konsantrasyon farkları göz önünde bulundurularak performans analizleri ve ekserji analizleri yapılmıştır. Bu çalışmada absorpsiyonlu soğutma sistemlerinin termodinamik ve ekserji analizleri yapılmış ve ekserji yıkımları elde edilmiştir. Bu yazıda sunulan çalışmalarda atıl enerji olarak güneş enerjisinin kullanımına odaklanmış olup aynı zamanda absorpsiyon yatakları konvansiyonel buhar sıkıştırma kompresörlerinin yerini almıştır. Bu çalışmada tek kademeli soğutmalı soğutma sistemlerinin yetersiz kaldığı durumlar için alternatif tek kademeli bir çevrim önerilmiş ve çevrimde bulunan solüsyon ısı değiştiricisi aynı kademede bulunan ikinci bir eş solüsyon ısı değiştiricisi ile kuvvetlendirilerek alternatif bir çevrim önerilmiştir. Önerilmiş olan alternatif çevrim ile tek kademeli soğutmalı soğutma sistemlerinde COP ve ekserji verimi artışı, entropi üretimi ve ekserji yıkımında düşüş yakalanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Güneş Enerjisi; Güneş Paneli; Soğutma Sistemi; İklimlendirme Sistemi; Absorpsiyon; entropi üretimi; ekserji analizi

THERMODYNAMIC AND EXERGY ANALYSIS OF LITHIUM BROMIDE-WATER AND AMMONIA-WATER WORKING PAIRS IN ABSORPTION COOLING SYSTEMS

ABSTRACT

The aim of this study is to perform thermodynamic and exergy analysis of a solar energy supported absorption bed cooling system. The exergy analysis of the basic working fluid pairs has been done and tried to understand which one is more efficient. Solar powered systems can provide less energy consumption than conventional type and vapor compression type cooling systems. Air conditioning and cooling systems in the world are generally made with vapor compression or vapor absorption systems. These systems draw high amounts of energy.

Performance analysis and exergy analysis were performed by considering the performance coefficient (COP) of the system in terms of performance, absorber temperature, generator temperature and concentration differences. In this study, thermodynamic and exergy analysis of absorption cooling systems were made and exergy destructions were obtained. The studies presented in this paper focused on the use of solar energy as inert energy and at the same time, absorption beds replaced conventional vapor compression compressors. In this study, an alternative single-stage cycle is proposed for situations where single-stage absorption cooling systems are insufficient, and an alternative cycle is proposed by strengthening the solution heat exchanger in the cycle with a second co-solution heat exchanger in the same stage. With the proposed alternative cycle, an increase in COP and exergy efficiency, a decrease in entropy generation and exergy destruction have been achieved in single stage absorption cooling systems.

Keywords: Solar Energy; Cooling system; Air Conditioning System; Absorbtion; entropy production; exergy analysis

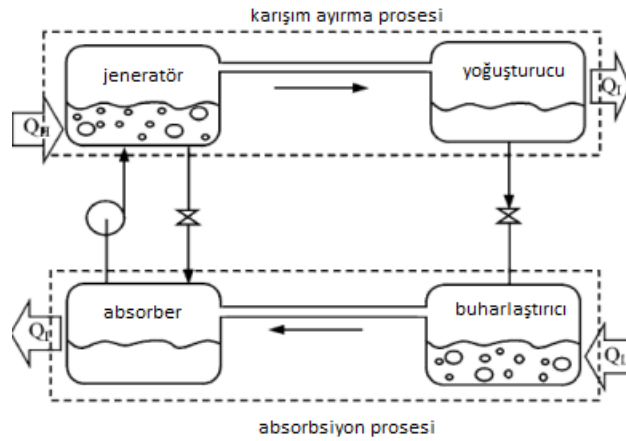
1.GİRİŞ

Bu çalışma, absorpsiyonlu soğutma sistemlerinde çoklu karışım çalışma çiftlerinin ve güneş destekli absorpsiyonlu soğutmanın termodinamik ve ekserji analizleri ile ilgili olacaktır. Bu çalışmada, çalışma çiftinin değişmesi ile performans COP ve entropi katsayılarındaki eğilim ve ısı değiştirici etkinlikleri sunulacaktır. Çalışmada karşılaştırılacak olan çalışma sıvısı çiftleri Su-Lityum-bromür ve Amonyak-Su olarak seçilmiştir. Yapılacak olan hesaplamalar termodinamik kanunlara dayanır ve bu termodinamik ilkeler temel olarak termodinamiğin birinci ve ikinci yasalarıdır. Bu çalışmada termodinamik verim, ek olarak ekserji verimliliği ve performans katsayıları (COP) bulguları ortaya konulmuştur. Bu çalışmada bu termodinamik ilkelere sadık kalınmıştır. Bu çalışmada ekserji yıkımları termodinamik hesaplara ek olarak elde edilmiştir. Çalışmada tek etkili absorpsiyonlu sistemlerinde literatürde standart olarak bulunan genişleme valfi, solüsyon ısı pompası ve solüsyon ısı değiştiricisine ek olarak, literatürde tek kademeli sistemlerde bulunmayan birer adet daha solüsyon ısı değiştiricisi, genişleme valfi ve solüsyon pompası eklenmek istenmektedir. Bu şekilde soğurmalı soğutma sistemleri için literature alternatif bir çevrim daha eklenmek istenmekte olup, bu alternatif ve optimize edilmiş sistemin tek kademeli sistemlerden daha performanslı olduğu gösterilmek istenmektedir. Absorpsiyonlu soğutma sistemlerinin soğutma performans katsayısı kompresyonlu soğutma sistemlerine göre oldukça düşüktür. Özellikle bu çalışmada kullanılan tek etkili bir absorpsiyonlu soğutma sisteminin COP değeri 0,60 üzerine çıkamaz. Bu çalışmada tek etkili bir absorpsiyonlu soğutma sistemi ve iki adet çalışma çifti için enerji ve ekserji analizi yapılmıştır. Literatürdeki mevcut tek kademeli sisteme ikinci birer adet daha solüsyon ısı değiştiricisi, genişleme valfi ve solüsyon pompası eklenmiştir. Optimize edilmiş ve absorpsiyonlu bir soğutma sisteminde, kompresyonlu bir çevrimde kompresör görevini gören absorber, jeneratör ve solüsyon ısı değiştiricisi üçlüsü arasında iyileştirme yoluna gidilmiştir. Çalışmada elde edilmek istenen sonuç; literatürdeki tek kademeli soğurmalı sistemlerde COP artışı, Toplam entropi üretimi düşüşü, toplam ekserji kaybı düşüşü ve ekserji veriminde artış sağlamaktır. Bu durum istediğimiz bir durum olup sistemin en önemli ekipmanları olan Absorber ve Jeneratör ekipmanlarında yapılan iyileştirmenin olumlu yönde olduğunu göstermektedir.

Ayrıca geleneksel tek kademeli sisteme eklenecek olan ikinci bir solüsyon ısı değiştiricisi ile elde edilecek olan yeni çevrim, başlıca $\text{NH}_3\text{-H}_2\text{O}$ ve $\text{LiBr-H}_2\text{O}$ akışkanları ile en etkin çalışma çiftinin seçilmesi istenmektedir.

2.SİSTEMİN TANIMLANMASI

Soğurmalı (absorbsiyonlu) soğutma sistemlerinin çevriminde iki farklı akışkan yer alır. Çevrimde dolaşan bu iki farklı akışkandan birisine soğutucu akışkan denmektedir ve bu akışkan aynı mekanik soğutma sistemlerinde olduğu gibi buharlaştırıcıda buharlaşarak soğutma yükünün soğutulacak ortamdaki çekilmesini sağlamaktadır. Diğer akışkana ise yutucu, soğurucu (absorbent) akışkan denir. Bu soğurucu akışkan, şekil 1 de de görüldüğü gibi soğutma çevriminin belirli kısımlarında soğutucu akışkan ile çözelti oluşturup, çözelti şeklinde soğutucu akışkanı taşımaktadır. Son yıllarda soğurma sistemli soğutma çevrimlerinde lityum bromür-su ve amonyak – su çalışma çiftleri çok yaygın olarak kullanılan akışkan çiftlerini oluşturmaktadır.



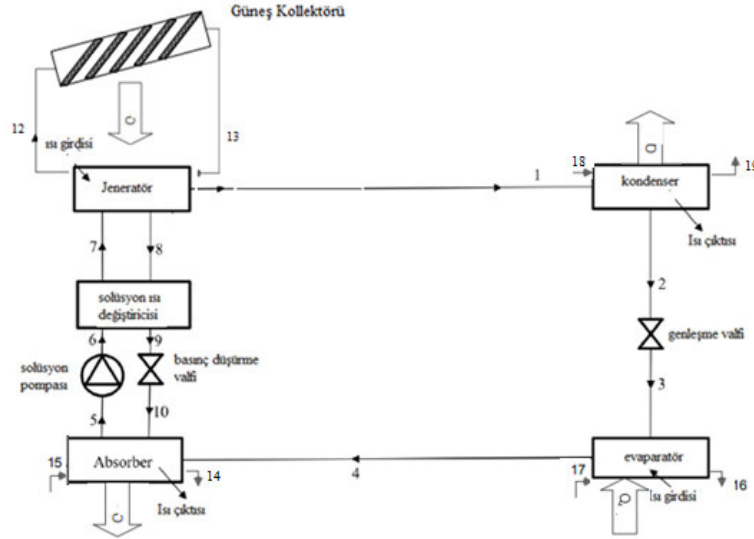
Şekil 1 Sürekli soğurmalı bir soğutma çevriminin iki aşaması [3]

Soğurma sistemli soğutma sistemleri genel olarak atık ısıların çıktıkları ile kullanılmaktadır. Bu tip soğutma sistemleri tek kademeli ve birden çok kademeli olarak çalışabilirler. Bu tip soğutma sistemlerinde soğutma sistemlerinin performans göstergesi olan “Soğutma Tesir Katsayısı” faktörü daha çok kullanılmaktadır. “Soğutma Tesir Katsayısı tek kademeli bir soğutma sisteminde sınırlı kalabileceğinden sistemdeki kademe sayısı birden çok kademeye çıkartılabilir. Absorbsiyonlu soğutma sistemlerinin soğutma etkinlik katsayıları (COP) buhar sıkıştırmalı sistemlere kıyasla çok düşük elde edilmektedir. Tek etkili bir absorbsiyonlu soğutma sisteminin COP’si tam yük koşullarında 0,7 yi geçmez iken buhar sıkıştırmalı bir sistemin COP’si 4,5-5 civarında elde edilmektedir. Aynı zamanda performans artırımına gidilmesi gerektiğinde artan güneş ışınımını değerlendirmek makul olacaktır. Tek etkili sistemlerde jeneratör sıcaklığı yaklaşık 100°C civarındadır. Tek etkili absorbsiyon sistemlerinde panel tipi güneş kolektörleri yeterli olurken çift etkili bir sistemde jeneratör sıcaklığı yaklaşık 145°C civarında olacağı için vakum borulu ya da parabolik tip kolektörlerin kullanılması tavsiye edilir. “Basınç kayıpları düşünülmezse, kaynatıcı, yoğuşturucu basıncında, absorber ise buharlaştırıcı basıncındadır” [2].

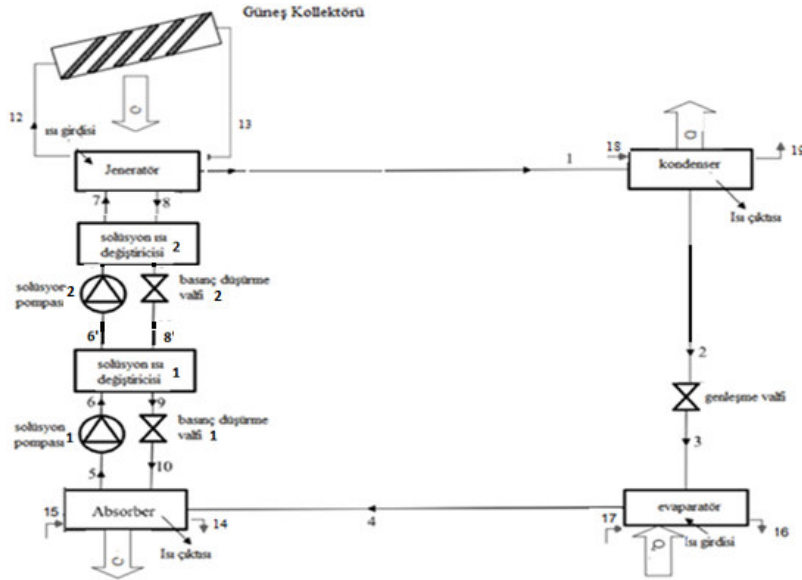
Sistemin genel olarak çalışma prensibine baktığımızda, yoğuşturucudan doymuş sıvı olarak çıkan soğutucu akışkan, kısılma vanasına akar ve buharlaştırıcı basıncı yoğuşturucu basıncından daha ufak olduğu için genleşme vanasında buharlaştırıcı basıncına kadar genişletilir. Soğutucu akışkan buharlaştırıcıda soğutulacak olan ortamdan ısı çekerek buharlaşır. Buharlaştırıcıdan çıkan soğutucu akışkan genelde doymuş buhar veya kızgın buhar fazındadır ve soğutucu akışkan yoluna absorbere girerek devam eder. Absorber da, soğutucu akışkan ısı eşanjöründen geçirilip çözelti bakımından fakir bir halde bulunan solüsyona ısı verir ve ardından kısılma vanası ile basıncı düşürülerek absorber a gelen çözelti bakımından zengin olan solüsyon, buharlaştırıcıdan gelen soğutucu buharını emer. Emilim (absorbsiyon) işlemi sırasında absorber dan ne kadar iyi ısı çekilirse emilim işlemi o kadar iyi gerçekleşir. Absorber içinde tekrar çözelti bakımında fakir hale gelen solüsyon, pompa ile tekrar kaynatıcıya sevk edilir. Absorber dan kaynatıcıya gönderilen fakir eriyik, kaynatıcıdan dönen zengin eriyik tarafından ısı eşanjöründe ısıtılarak verim artırma yoluna gidilir. Absorbsiyonlu sistemlerde temel elemanların işlevlerini detaylı bir şekilde açıklamak gerektiğinde şu açıklamaları yazabiliriz. Pompanın görevi şu şekilde açıklanır: Mekanik bir yaklaşımla sıvı fazındaki akışkanların hareket etmesi ve bir yerden bir yere aktarılması pompa yardımı ile sağlanır. Pompalar enerji çeken ekipmanlardır. Pompalar birçok enerji kaynağında faydalanabilirler. Bunların başında manuel, elektrik enerjisi, motorlar ve rüzgâr enerjisi gelir. Yoğuşturucu (Kondansatör) ün görevi şu şekilde açıklanır: Yoğuşturucu nun amacı soğutucu akışkan buharını yoğuşturup sıvı faza getirmektir. İçinde kondansatör soğutma sıvısı tüpleri vardır. Bu soğutma sıvısı tüpleri içinde soğutucu sıvı akar ve sistemin soğutucu akışkan buharı bu soğutucu sıvı tüplerinin dışında kalan alanı kaplar. Buhardan tüp içindeki soğutma akışkanına ısı transferi olur ve tüp yüzeylerinde sistemin soğutucu akışkanı yoğuşur. Yoğuşup buhar fazından sıvı fazına geçen ana sistem soğutucu akışkanı kondansatör den çıkıp genleşme valfine gelir. Jeneratörün amacı, soğutucu buharını sistemin geri kalanına teslim etmektir. Bunu soğutucu akışkanın çözülden ayırarak gerçekleştirir. Jeneratörde, solüsyon sıcak buhar ya da sıcak su içeren düşey borulardan akar. Çözelti ısıyı emerek, çözeltinin kaynaması ile soğutucu buharlaşarak karışımdan ayrılır. Bu şekilde karışımın kalanı daha yoğunlaştırılmış bir hal almış olur. Bu yoğunlaştırılmış karışım absorber a geri aktarılır. Buharlaştırıcı (Evaporatör) ün görevi şu şekilde açıklanır: çevrimdeki suyu ısıtmaktır. Evaporatör deki düşük basınç ile soğutma suyu, Evaporatör içinden geçen soğutulacak ortamın sıcak akışkanını ihtiva eden tüp demetlerinin üzerinden geçerek buharlaştırılır. Absorber görevi şu şekilde açıklanır: Absorber içinde, soğutucu akışkan buharı emici akışkan ve çözelti tarafından soğurur. Bu soğurma işlemi sırasında, soğutucu akışkan buharı yoğuşarak sıvı fazını alır ve bu şekilde açığa çıkan ısı absorber tüp demeti tarafından ortamdaki uzaklaştırılır. Bundan sonra fakir olan absorbent (emici) solüsyon jeneratöre geri pompalanır. Jeneratörde oluşan sıcak soğutucu akışkan buharları jeneratörden kondansatöre geçer [2,4,5].

Bu tip soğutma sistemlerinde sistemin ve çevrimin hiçbir noktasında akışkanların ve solüsyonun katı faza geçmesi istenmez. Katı faza geçen akışkanlar sistemi tıkayacak ve çalışmasına engel olacaktır. Bundan dolayı çalışma çifti seçimine göre ve çevre etkileri göz önünde bulundurularak solüsyonun ve akışkanların kristalleşme sıcaklığı çevrimin her noktasında kontrol edilmelidir.

Bir absorpsiyonlu soğutma çevriminin performansı kritik olarak çalışma sıvılarının termodinamik özelliklerine bağlıdır. Emici soğutucu akışkanın karışımı kimyasal olarak kararlı, toksik olmayan ve patlayıcı olmayan özellikte olmalıdır.



Şekil 2 Geleneksel tek etkili soğurmalı soğutma çevriminin şematik diyagramı [7]



Şekil 3 Alternatif ve Optimize Edilmiş Tek kademeli Çevrim.

3.HESAPLAMALAR VE İRDELEMLER

Ekserjinin analizi, termodinamiğin temel 1. ve 2. yasalarından oluşur. Kararlı durum için kontrol hacmi ve sürdürülebilir akış kontrol hacmi aşağıda gösterilmiştir [1,15].

$$\dot{Q} - \dot{W} = \sum \dot{m}_{out} (h_{out} + V_{out}^2/2 + gz_{out}) - \sum \dot{m}_{in} (h_{in} + V_{in}^2/2 + gz_{in}) \quad (1)$$

$$S_{gen} = \sum \dot{m}_{out} \dot{s}_{out} - \sum \dot{m}_{in} \dot{s}_{in} + \dot{Q}/T_0 \quad (2)$$

$$\dot{Q}_{sur} = -\dot{Q} \quad (3)$$

Bir sistemin performansı ekserji yıkımına göre değerlendirilir. Bir sistemin ilk durumdan denge durumuna gelirken maksimum olabilecek geri dönüşlü işi olarak söylenebilir. Fiziksel ekserji akışı, mekanik ve termal dengede iken mümkündür. Kimyasal dengeye, mekanik denge ve termik malzeme akışı ile ortamla sabitlendiğinde ulaşılabilir. Sistem bileşenleri içerisinde kimyasal reaksiyonlar meydana gelmediğinden, emici sıvının kimyasal durumu sabittir. Performans katsayısı (COP), Evaporatör tarafından soğutma sisteminden alınan enerjinin harcanan enerji veya yapılan iş miktarına oranını gösterir. İkinci verimlilik yasası, buharlaştırıcıda sistemin kazandığı faydalı ekserji oranını gösterir. Özgül Ekserji veya bir sıvı akışının ekserjisi aşağıdaki gibi tanımlanabilir. Eşitlikte verilen h ve s değerleri entalpi ve entropiyi, h_o ve s_o değerleri, akışkanın çevre sıcaklığındaki entalpi ve entropisini ifade etmektedir [1,10,11].

$$E = (h - h_o) - T_o(s - s_o) \quad (4)$$

Absorbsiyonlu sistemlerde solüsyon pompası dışında iş yapılmadığı varsayılır ise neredeyse seçilecek olan bütün kontrol hacimlerinde iş terimi ihmal edilebilir. Absorbsiyonla çalışan bir soğutma sisteminin toplam ekserji kaybı, sistemin bütün elemanlarının ayrı ayrı ekserji kayıplarının toplamına eşittir [12,13]. Absorbsiyonlu bir soğutma sisteminin ekserji veriminin diğer bir adı da ikinci yasa verimidir. Ekserji veriminde sistemden elde edilen ekserjinin sisteme verilen ekserjiye oranı alınır. Ekserji verimi diğer bir adı ile ikinci yasa verimi şu şekilde hesaplanır [14].

$$\eta_{ekserji} = (Q_{evp}(1 - T_o/T_b)) / (Q_{jen}(1 - T_o/T_h) + W_p) \quad (5)$$

Burada T_b buharlaştırıcı yani Evaporatör ün ortalama sıcaklığını ve T_h ise jeneratörün ortalama sıcaklıklarını ifade etmektedir. Isıtma uygulamalarında ekserji verimini bulmak için absorber ve yoğuşturucudaki soğutma suyu ekserjisinin jeneratördeki ısı kaynağının ekserjisine oranını almak gerekir [12].

Sistemin toplam entropi üretim oranı, her birindeki entropi üretim oranının toplamına eşittir. Şekil 3. yardımcı ile her ekipmanı birer kontrol hacmine alıp, her ekipmanın termal eşitliklerini aşağıdaki formülasyonlar yardımcı ile yazılır [9].

$$\dot{Q} = \dot{m}_{out} h_{out} - \dot{m}_{in} h_{in} \quad (6)$$

$$\dot{S} = \dot{m}_{out} s_{out} - \dot{m}_{in} s_{in} \quad (7)$$

$$\dot{W}_p = \dot{m}(h_{out} - h_{in}) \quad (8)$$

$$\dot{S}_p = \dot{m}(s_{out} - s_{in}) \quad (9)$$

$$\dot{Q}_{SHX} = \dot{m}(h_{out} - h_{in}) \quad (10)$$

$$\dot{S}_{SHX} = \dot{m}_{out} s_{out} - \dot{m}_{in} s_{in} \quad (11)$$

Sistem'in toplam entropi üretim oranı, her bileşenin entropi üretim oranının toplamıdır. Seçilen entropi üretim \dot{S}_{tot} boyutsuz entropi üretimi olarak tanımlanır ve aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

$$COP = \dot{Q}_{evp} / (\dot{Q}_{jen} + \dot{W}_p) \quad (12)$$

Güneş destekli bir emme soğutma çevrimi için, sistemin giriş parametreleri bilinmelidir. Sistem çevre sıcaklığı 25 °C ve sistem çevre basıncı 1 atm olarak alınmıştır. Bu durumda sistem çevre sıcaklığı entalpisi 104.928 kJ/kg ve entropi değeri 0.3672 kJ/kg.K alınabilir. Sistemde soğutulmak istenen ortamın sıcaklığı 50 °C derece olarak alınacaktır. Bunun başlıca sebebi Lityum bromür-su çifti 50 C üzeri uygulamalarda kullanılırken, Amonyak-Su çifti 50 °C altında kullanılmaktadır. Burada asıl amaç iki çalışma çifti içinde ortak bir soğutulacak ortam sıcaklığı yaratıp, 50 °C derece limitinin birbirlerine karşı bir çalışma üstünlüğü yaratmamasını sağlamaktır. T_{gen} , T_{evp} , T_{cond} ve T_{abs} değerleri için ve diğer girdi değerleri için varsayımda bulunmuş olan sıcaklıklar aşağıdaki gibidir ve karşılaştırılması yapılacak olan tüm çalışma çiftleri içinde değerler aynı olarak alınacaktır [1,2,6].

$T_{jen} = 90$ °C, $T_{evp} = 50$ °C, $T_{kond} = 25$ °C, $T_{abs} = 40$ °C, $\eta_p = 100\%$, soğutma kapasitesi 100 kW

a.Lityum Bromür-Su Çifti İçin Bulgular

Soğutucu akışkanın su olduğu bilinerek 1,2,3,4,12,13,14,15,16,17,18 ve 19 a kadarki olan kontrol noktalarındaki entalpi, entropi ve basınç değerli termodinamiğin sıvı buhar karışımı tablosu ve kızgın buhar tablolarından okunarak tabloya yazılmıştır. Çünkü bu noktalarda soğutucu akışkan olarak su dolaşmaktadır. Devrede 5,6,7,8,9 ve 10 numaralı kontrol noktalarında Lityum Bromür- Su çözeltisi dolaşmaktadır. Bu kontrol noktalarında entalpi, entropi ve basınç değeri bölüm kaynaklarda verilen eşitlikler yardımı ile hesaplanmıştır. Ekserji girişi ve çıkışı eşsizdir bunun sebebi enerjiden farklı olarak ekserji hesaplarında koruma ilkesi yoktur. Bu nedenle, ekserji girişleri ve çıkışları, her bileşende ekserji kütesinin debisine oranla hesaplanmıştır. Lityum bromür ve suyun aktığı pozisyonlar gösterilmiştir. Döngünün solunda sadece soğutucu akışkan akar, sağ tarafta, yol 1'den ise en yüksek ekserji oranları ve yüksek sıcaklık çıkışları ile seyreltme için çıkış bulunur. Çözelti genleşme valfinde, sabit entalpi işlemi göz önünde bulundurulur ve entropi değişikliklerinin olmadığı varsayılmaktadır. Burada ekserji denge durumundadır. Sistemin enerji bileşenleri için ekserji yıkımını ve her ekipman için ekserji girişi / çıkışı bulunur [1]. Daha sonra COP elde edilir. Elektrik akımı tarafından pompaya iş girişi sınırlıdır[1,15,17]. Çalışmada bölüm 3 de verilmiş olan eşitlikler ile yapılan hesaplamalarda elde edilen veriler lityum bromür-su çalışma çifti için aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 1 Lityum bromür-su çalışma çiftli için bulgular – 1

Ekipman	Yüzde Yıkım (%)	Ekipman	Isı Transfer Oranı (kW)	Ekipman	Entropi Üretimi (Kj/s.K)	Ekipman	Ekserji Kaybı
Absorber	10,376	Qsc	178,923	Ssc	0,489	Ψsc	-32,112
Jeneratör	25,473	Qjen	178,923	Sjen	0,103	Ψjen	30,100
Evaporatör	5,585	Qevp	100,000	Sevp	0,009	Ψeva	-11,982
Isı değiştirici	0,380	Qkon	2428,449	Skon	7,532	Ψkon	14,770
Kondenser	29,817	Qabs	2405,950	Sabs	8,089	Ψabs	149,204
Pompa	0,067	Qshx	7,736	Sshx	0,007	ΨSHX	5,548
Güneş Panel	28,302	Wp	0,897	Wp	0,000	Ψp	0,897
Genel Sistem	100,000	εSHX	0,702	Sev	0,000	Ψev	0,000
		COP	0,556	Sbdv	0,000	Ψbdv	0,000
				Toplam S	16,229	Toplam	156,424
						ηekserji	2,165052579

b.Amonyak-Su Çifti İçin Bulgular

Soğutucu akışkanın amonyak olduğu bilinerek 1,2,3,4 ve 11 e kadarki olan kontrol noktalarındaki entalpi, entropi ve basınç değerli termodinamiğin sıvı buhar karışımı tablosu ve kızgın buhar tablolarından okunarak tabloya yazılmıştır. Bunun yanı sıra saf amonyak entalpi ve entropi değerlerini bulmak için kaynaklarda verilen eşitliklerden faydalanılmıştır. Devrede 5,6,7,8,9 ve 10 nolu kontrol noktalarında Amonyak - Su çözeltisi dolaşmaktadır. Bu kontrol noktalarında entalpi, entropi ve basınç değerli verilen eşitlikler yardımı ile hesaplanmıştır. Evaporatör, jeneratör güneş paneli arası, kondansatör den ve absorber dan gerek ısıyı vermek gerekse ısı çekmek için kullanılan akışkan su dur. Ekserji girişleri ve çıkışları, her bileşende ekserji kütlesinin debisine oranla hesaplanmıştır. Çözelti genleşme valfinde, sabit entalpi işlemi göz önünde bulundurulur ve entropi değişikliklerinin olmadığı varsayılmaktadır. Burada ekserji denge durumundadır. Sistemin enerji bileşenleri için ekserji yıkımını ve her ekipman için ekserji girişi / çıkışı bulunur [1]. Daha sonra COP elde edilir. Elektrik akımı tarafından pompaya iş girişi sınırlıdır. Çalışmada bölüm 3 de verilmiş olan eşitlikler ile yapılan hesaplamalarda elde edilen veriler Amonyak-Su çalışma çifti için aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 2 Amonyak-su çalışma çiftli için bulgular – 1

Ekipman	Yüzde Yıkım (%)	Ekipman	Isı Transfer Oranı (kW)	Ekipman	Entropi Üretimi (Kj/s.K)	Ekipman	Ekserji Kaybı
Absorber	7,005596	Qsc	184,0931337	Ssc	0,503269	Ψ_{sc}	-33,0401
Jeneratör	24,0721	Qjen	184,0931337	Sjen	0,041690	Ψ_{jen}	14,79619
Evaporatör	6,326419	Qevp	100	Sevp	0,087587	Ψ_{eva}	-2,14307
Isı değiştirici	0,355412	Qkon	2328,448851	Skon	7,615364	Ψ_{kon}	39,58206
Kondenser	37,44634	Qabs	1903,806455	Sabs	6,52026	Ψ_{abs}	98,89508
Pompa	0,159382	Qshx	24,14448239	Sshx	0,052088	Ψ_{SHX}	4,253615
Güneş Panel	24,63475	Wp	0,915675357	Wp	0	Ψ_p	-0,91568
Genel Sistem	100	ϵ_{SHX}	0,702	Sev	0	Ψ_{ev}	0
		COP	0,540514803	Sbdv	0	Ψ_{bdv}	0
Toplam S					14,82027	Toplam	121,4281
						ηekserji	0,048706

c. Alternatif ve Optimize Edilmiş Çevrim İçin Bulgular

Sistemin en önemli ekipmanın Absorber dir. COP ve ekserji veriminin optimize edilmesinde önemli rol almaktadır. Fakat klasik buhar sıkıştırma soğutma çevrimlerinde kompresörün üstlendiği görevi bu sistemde absorber tek başına yüklenmemektedir. Absorpsiyonlu soğutma çevriminde kompresörün yaptığı işi Şekil 2 referans alınarak; jeneratör, absorber ve solüsyon ısı değiştiricisinin yaptığı söylenebilir. Böyle bir durumda COP yi ve ekserji verimini arttırmak için bu üç ekipman komple ekipman olarak ele alınmalı ve klasik buhar sıkıştırma çevrimde de evaporatör ve kondensörün aynı olduğu düşünülerek absorpsiyonlu soğutma çevriminin optimizasyon işlemi; jeneratör, absorber ve solüsyon ısı değiştiricisi üzerinde odaklanmalıdır. Şekil 2 referans alındığında bu üç önemli ekipman arasında solüsyon dolaşmaktadır ve yine aynı şekilde kontrol noktaları olarak 5,6,7,8,9 ve 10 alınmıştır. Optimizasyon işlemi ve Alternatif çevrim Şekil 3 de gösterildiği gibi, COP ve Ekserji verimi artırımı işlemi 5,6,7,8,9 ve 10 numaralı kontrol noktaları iyileştirilerek yapılmalıdır. Diğer kontrol noktalarının iyileştirme işlemi klasik kompresyonlu sistemlerde de aynı olduğu için 5,6,7,8,9 ve 10 numaralı kontrol noktalarına odaklanarak sadece absorpsiyonlu soğutma sisteminin iyileştirilmesine odaklanmış olunur. Belirtilen kontrol noktalarına odaklanarak yapılan bir optimizasyonda COP artırımı, ekserji verimi artırımı, toplam entropi üretiminde düşüş ve ekserji kaybında düşüş beklenmektedir. Bunun için şekil 3 referans alınarak sisteme bir adet daha solüsyon ısı değiştiricisi eklenerek geleneksel tek kademeli sisteme, 6' ve 8' kontrol noktaları eklenmiştir. Yapılan iyileştirme sonucu beklendiği gibi COP artırımı, ekserji verimi artırımı, toplam entropi üretiminde düşüşü ve ekserji kaybında düşüşü elde edilmiş olup takip eden maddeler ilk sistem ile optimize edilmiş sistem arasındaki farkların karşılaştırılması takip eden bölümlerde verilmiştir. Yapılan alternatif çevrimde yeni eklenen solüsyon ısı değiştiricisinin, hali hazırda sistemde bulunan ısı değiştiricisi ile aynı kapasitede olduğu varsayılmaktadır.

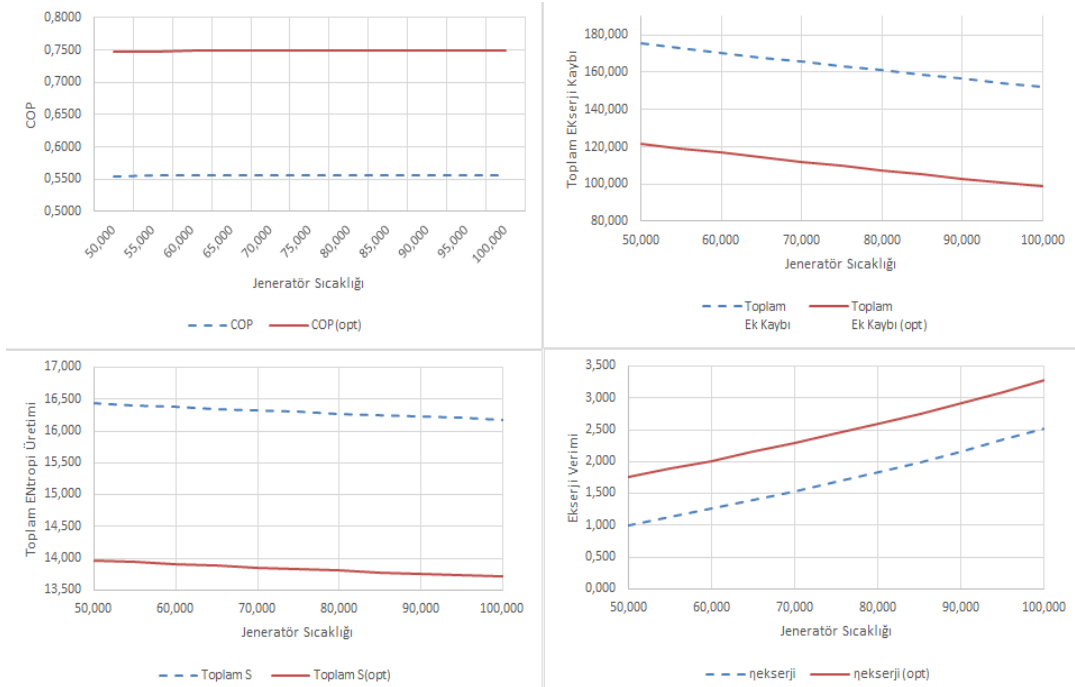
Optimize edilmiş alternatif çevrim ile tek kademeli standart çevrimin karşılaştırması aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 3 Alternatif Optimize Edilmiş Sistem İle Karşılaştırmalı Tablo

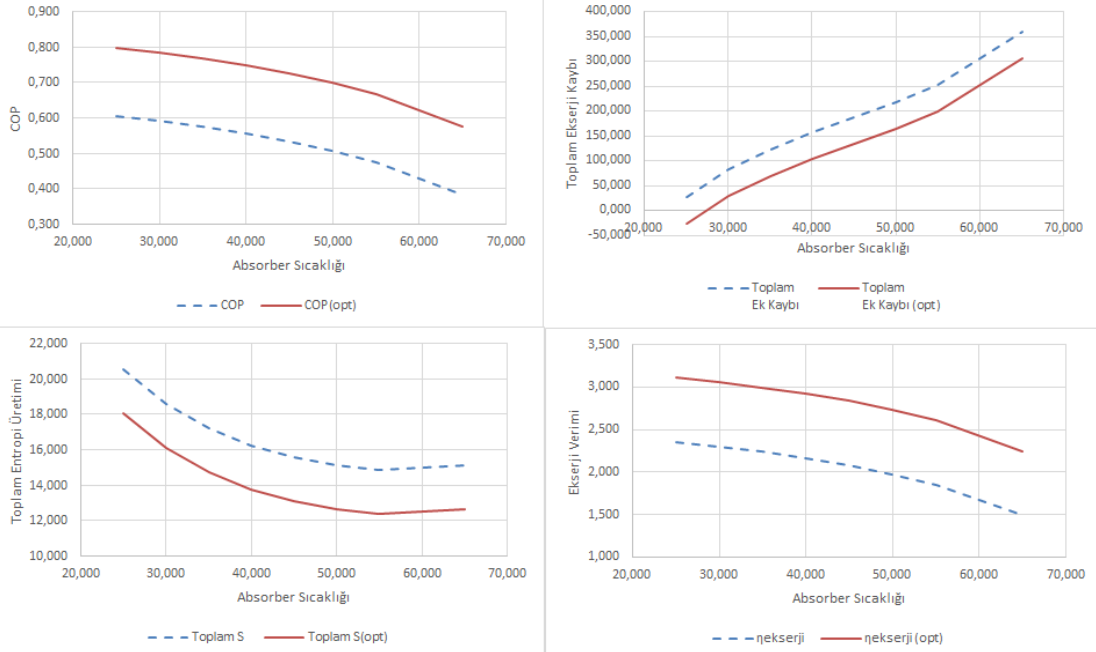
	Lityum Bromür-Su		Amonyak-Su	
	İlk sistem	Alternatif Optimize Edilmiş sistem	İlk sistem	Alternatif Optimize Edilmiş sistem
COP	0,5561	0,7490	0,541	0,5544
Toplam Ekserji Kaybı	156,424	102,757	121,428	23,266
Toplam Entropi Üretimi	16,229	13,757	14,820	14,087
Ekserji Verimi	2,165	2,924	2,1042	2,160

Yukarıdaki iyileşme gösteren dataların 2 adet çalışma çiftinde de olduğu gösterilerek yeni sistem tasarımının Tek etkili bir sistemden daha performanslı olduğu vurgulanmak istenmektedir. Aşağıdaki grafikler tek kademeli sistem ve literatüre eklenmek istenen yeni sistemin karşılaştırmalarını içermektedir. Grafikler de verilen ve kırmızı çizgi ile verilen datalar yeni eklenmek istenen sistemin çıktılarını, mavi kesik çizgiler ile verilen datalar literatürdeki klasik tek kademeli soğurmalı sistemin çıktılarıdır.

i. Alternatif Optimize Edilmiş Li-Br Su Çifti İçin Bulgular

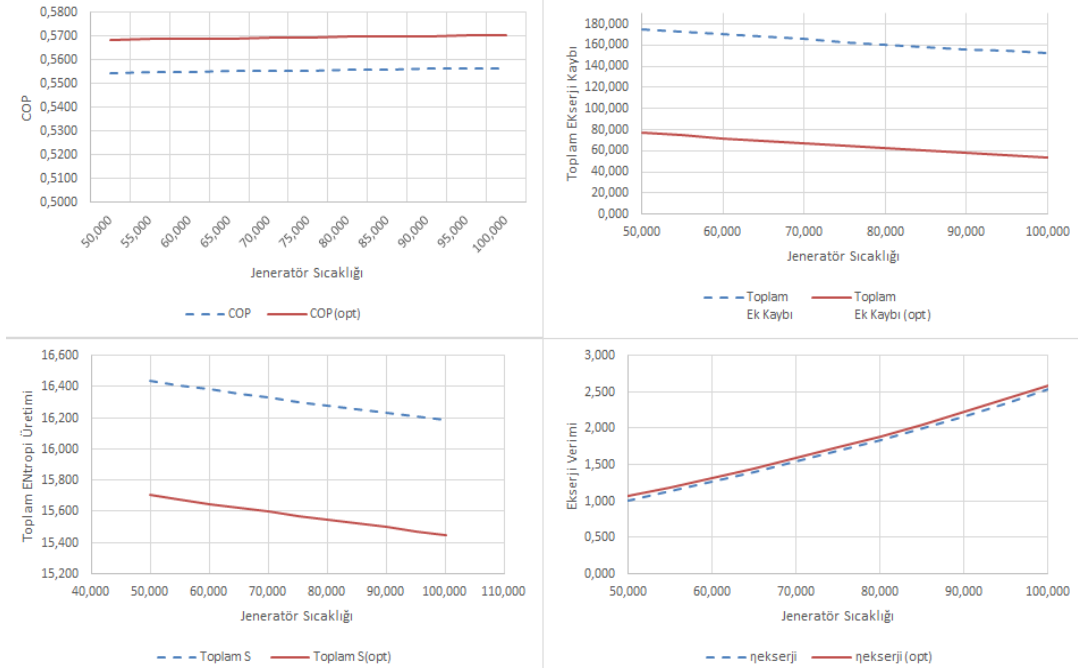


Şekil 4 LiBr-Su Çifti Jeneratör Sıcaklığının Etkisi

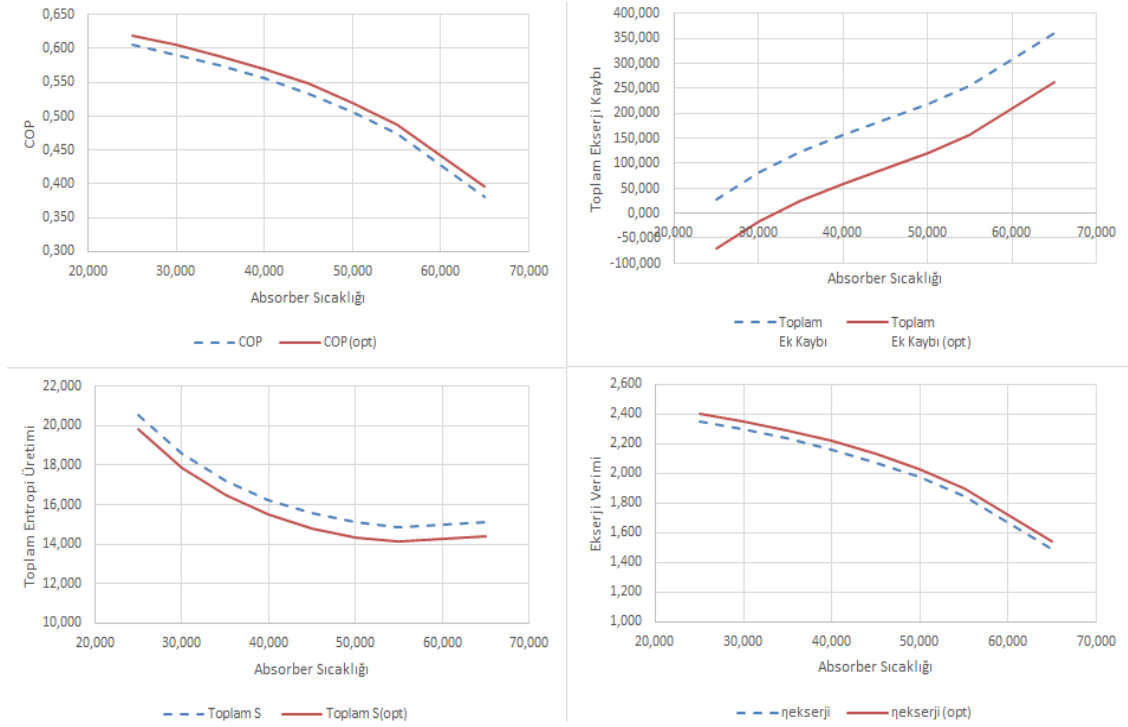


Şekil 5 LiBr-Su Çifti Absorber Sıcaklığının Etkisi

ii. Alternatif Optimize Edilmiş Amonyak Su Çifti İçin Bulgular



Şekil 6 Amonyak-Su Jeneratör Sıcaklığının Etkisi



Şekil 7 Amonyak-Su Absorber Sıcaklığının Etkisi

4.SONUÇLAR

Mevcut sistem, alternatif çevrim ile optimize edilmiş ve absorpsiyonlu bir soğutma sisteminde, kompresyonlu bir çevrimde kompresör görevini gören absorber, jeneratör ve solüsyon ısı değiştiricisi üçlüsü arasında iyileştirme yoluna gidilmiştir. Verilen bulgular ışığında COP artışı, Toplam entropi üretimi düşüşü, toplam ekserji kaybı düşüşü ve ekserji veriminde artış sağlanmıştır. Bu durum istediğimiz bir durum olup sistemin en önemli ekipmanları olan Absorber ve Jeneratör ekipmanlarında yapılan iyileştirmenin olumlu yönde olduğunu göstermektedir.

Sonuçlara bakınca, absorpsiyonlu soğutma sisteminin düşük ekserji verimliliğine sahip olduğu görülmektedir. En büyük geri dönüşümsüzlük, harici ısı aktarım ve ısı çekim sınırları ile çalışma sıvısı arasındaki sıcaklık farkı nedeniyle gerçekleşir. Jeneratörde ve diğer ekipmanlarda meydana gelen ekserji kaybı önemli bir kısmını, dış ısı kaynağı çalışma sınırları ile çalışma sıvısı arasındaki sıcaklık farkı oluşturur. Bu nedenle, sistem performansını iyileştirmek için tasarımlarına dayanarak bu bileşenlere özellikle dikkat edilmelidir. Bulgulara bakıldığı zaman değer olarak ekserji kaybı her sistemde en yüksek absorber da çıkmıştır. Absorber, absorpsiyonlu soğutma sistemlerinin en önemli bileşenlerindedir. Absorber içinde daha az ekserji üretmek için daha verimli geliştirilmeler gerekmektedir. Zayıf çözelti ile kuvvetli çözelti arasındaki sıcaklık farkı da ekserji yıkımında büyük rol oynar. Zayıf ve güçlü çözelti arasındaki konsantrasyon farkı arttıkça ve jeneratör sıcaklığı arttıkça ekserji yıkımı da artacaktır. Diğer ekipmanlardaki ekserji kayıpları jeneratör ve emici kayıplarından çok daha azdır. Özellikle çözelti pompasında çok düşüktür. Valflerde ise sıfır ekserji kaybı vardır.

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

E.....	Ekserji
\dot{E}	Ekserji akışı
\dot{W}	İş akışı
V.....	Hız
g.....	yer çekimi ivmesi
z.....	yükseklik
P.....	basınç
v.....	hacim
\dot{Q}	Isı Transferi
\dot{S}	Entropi üretimi
\dot{m}	kütle akış debisi
h.....	Entalpi
s.....	entropi
W.....	İş
T.....	Sıcaklık
η	verim
SHX.....	solüsyon (çözelti) ısı değiştiricisi
COP.....	performans katsayısı
in.....	içeri
out.....	dışarı
opt.....	optimize edilmiş

REFERANSLAR

Soheil Mohtaram , Mohammad Omid, Ji Lin, Hongguang Sun, Wen Chen; Exergy analysis of a multi mixture working fluid absorption refrigeration cycle; Case Studies in Thermal Engineering 15 (2019) 100540

İlhami HORUZ; Absorbsiyonlu Isı Yükselticisi Takviyeli Çift Kademeli Absorbsiyonlu Soğutma Sistemleri; Tesisat Mühendisliği ;Sayı 146 ;Mart/Nisan 2015

Pongsid Sriksirin, Satha Aphornratana, Supachart Chungpaibulpatana; A review of absorption refrigeration technologies; Renewable and Sustainable Energy Reviews 5; (2001) 343–372

M. Zeki YILMAZOĞLU; TEK ETKİLİ BİR ABSORBSİYONLU SOĞUTMA SİSTEMİNİN TERMODİNAMİK ANALİZİ; Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der. Cilt 25, No 2, 397-404, 2010

Ezaz Ahmad Ansari, Sohail Bux; Study of Ammonia Water Vapour Absorption Refrigeration Chiller Run by Solar Thermal Energy; International Journal of Scientific Engineering and Research (IJSER); Volume 5; Issue 7; July 2017 p: 385-388

Sachin Kaushik , Dr. S. Singh; Thermodynamic Analysis of Vapor Absorption Refrigeration System and Calculation of COP; INTERNATIONAL JOURNAL FOR RESEARCH IN APPLIED SCIENCE Ganesh, S. N., Srinivas, T.; Evaluation of thermodynamic properties of ammonia water mixture up to 100 bar for power application systems; Journal of Mechanical Engineering; s: 25-39; 2011

Virang H. Oza, Nilesh M. Bhatt; Thermodynamic Analysis of Ammonia-Water Absorption Refrigeration System with Ejector; International Journal of Mechanics and Solids; ISSN 0973-1881 Volume 13, Number 2 (2018); pp. 95-110; Research India Publications

Salem M. Osta-Omar, Christopher Micallef; Mathematical Model of a Lithium-Bromide/Water Absorbtion Refrigeration System Equipped with an Adiabatic Absorber; 17 Kasım 2016

Jasim Abdulateef, Sameer Dawood Ali, Mustafa Sabah Mahdi; Thermodynamic Analysis of Solar Absorbtion Cooling System; Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences 60, Issue 2 (2019) 233-246

Zadeh, F., P., Bozorgan, N.;. The energy and exergy analysis of single effect absorbtion chiller; Majlesi Journal of Mechanical Engineering; 4(4), 19-26; 2011

Gomri, R.;. Investigation of the potential of application of single effect and multiple effect absorbtion cooling systems; Energy Conversion and Management, 51, 1629–1636.; 2010

Lee, S.F., Sherif, S.A.; Thermodynamic analysis of a lithium bromide/water absorbtion system for cooling and heating applications; International Journal of Energy Research, 25, 1019-1031;2001

Talbi M., Agnew, B.;. Energy recovery from diesel engine exhaust gases for performance enhancement and air conditioning, Applied Thermal Engineering, 22, 693-702; 2002.

Gomri, R.;. Second law comparison of single effect and double effect vapour absorbtion refrigeration systems; Energy Conversion and Management; 50; 1279–1287; 2009

Babak Jahani, Babak Mohammadi, A comparison between the application of empirical and ANN methods for estimation of daily global solar radiation in Iran, Theor. Appl. Climatol. 137 (1–2) (2019) 1257–1269.

Cafer SOLUM, İbrahim KOÇ, Yılmaz ALTUNTAŞ; ÇİFT ETKİLİ LiBr-H₂O AKIŞKANLI ABSORBSİYONLU SOĞUTMA SİSTEMİNDE TERMODİNAMİKSEL BÜYÜKLÜKLERİN SİSTEM PERFORMANSINA ETKİLERİ; HAVACILIK VE UZAY TEKNOLOJİLERİ DERGİSİ OCAK 2011 CİLT 5 SAYI 1 (19-26)

R. Moazen-zadeh, B. Mohammadi, Assessment of bio-inspired metaheuristic optimisation algorithms for estimating soil temperature, Geoderma 353 (2019) 152–171.-----6

KABLOSUZ GÜÇ AKTARIMININ TARİHÇESİ VE MEVCUT TEKNOLOJİLER

Yıldırım ÖZÜPAK

Dicle Üniversitesi, Silvan Meslek Yüksekokulu, Elektrik ve Enerji Programı
ORCID: 0000-0001-8461-8702

ÖZET

Kablosuz güç aktarımı (KGA), elektrik enerjisinin iletkeniz aktarılmasıdır. KGA zamanla değişen elektrik, manyetik veya elektromanyetik alanlar kullanan teknolojilere dayanır. Bu teknoloji sensörler, aktüatörler ve iletişim cihazlarında olduğu gibi uygunsuz veya mümkün olmayan elektrikli cihazlara güç sağlamak için kullanışlıdır. Güç, kısa mesafelerde, alternatif manyetik alanlar ve bobinler arasındaki endüktif kuplaj veya alternatif elektrik alanları ve metal elektrotlar arasındaki kapasitif kuplaj ile aktarılabilir. Kablosuz güç aktarımı (KGA), birçok alanda çok çeşitli konuları kapsamaktadır. Aynı zamanda günlük hayatımıza yeni teknoloji sağlama potansiyeli göz önünde bulundurulduğunda özellikle araştırmacılar ve bilim insanları için oldukça aktif bir araştırma alanı haline gelmiştir. Bu çalışmada, herhangi bir elektrik iletkeni veya tel kullanmadan kablosuz iletim kavramı, yani güç iletimi sunulmuştur. Burada elektrik enerjisinin mikrodalgalar olarak nasıl iletilebileceği, iletim, dağıtım ve diğer kayıp türlerini azaltma konusunda araştırma yapılarak bir fikir sunulmuştur. Bu tür bir yöntem, Mikrodalga Güç İletimi (MGI) olarak bilinir. Ayrıca, şu anda mevcut Güç aktarım sistemleri ile ilgili kablosuz güç aktarım sistemlerinin geçmişi ve ilgili gelişimsel değişikliklerle çeşitli yönleri ilişkilendirilmiştir. Kablosuz Güç Aktarımının temel tasarımı, avantajları, dezavantajları ve uygulamaları da sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: KGA, Mikrodalga, Wireless, Elektrodinamik

HISTORY OF WIRELESS POWER TRANSMISSION AND AVAILABLE TECHNOLOGIES

ABSTRACT

Wireless power transmission (WPT) is the transfer of electrical energy without a conductor. WPT is based on technologies using time varying electric, magnetic or electromagnetic fields. This technology is useful for powering inconvenient or impossible electrical devices, such as sensors, actuators, and communication devices. Power can be transferred over short distances by inductive coupling between alternating magnetic fields and coils, or by capacitive coupling between alternating electric fields and metal electrodes. Wireless power transmission (WPT) covers a wide variety of topics in many areas. It has also become a very active research area, especially for researchers and scientists, given its potential to provide new technology to our daily lives. In this study, the concept of wireless transmission, that is, power transmission, is presented without using any electrical conductors or wires. Here, an idea is presented by researching how electrical energy can be transmitted as microwaves, reducing transmission, distribution and other types of loss. One such method is known as Microwave Power Transmission (MPT). In addition, various aspects have been associated with the history of wireless power transmission systems and related developmental changes related to currently available Power transmission systems. The basic design, advantages, disadvantages and applications of Wireless Powertrain are also presented.

Keywords: WPT, Microwave, Wireless, Electrodynamics

1.GİRİŞ

Mevcut güç sistemindeki en büyük sorunlardan biri enerjinin son kullanıcılara iletilmesi ve dağıtılmasında meydana gelen kayıplardır. Talep her geçen gün büyük ölçüde arttığı için, elektrik üretimi artar ve ayrıca güç kaybı da artabilir. İletim ve dağıtım sırasında güç kaybının birincil nedeni, şebeke için kullanılan tellerin direnci olabilir. Güç aktarımının verimliliği, yüksek mukavemetli kompozit iletkenler ve sıcak süper iletken kullanan yer altı kabloları kullanılarak belirli bir seviyeye yükseltilebilir. Ancak iletim verimsizdir. Bu sebeple kablosuz güç aktarımı konusunda son yıllarda araştırmalar hız kazanmıştır.

Kablosuz güç aktarımı (KGA), geleneksel bakır bobinlere (veya tellere) ihtiyaç duyulmadan bir yerden başka bir yere transfer edilen elektriksel güçtür. Enerji, meta-malzemeler ve rectenna teknolojisi kullanılarak uzun mesafelerde elektromanyetik dalgalar yoluyla iletilir. Elektrik enerjisi, enerjinin dağıtımı için kordon ile taşınacaktır. Bu tür güç iletimindeki en büyük sorun, elektrik gücünün iletimi ve dağıtım sürecinde, kablodaki enerji kaybından dolayı meydana gelen kayıplardır. Günlük hayatta elektrik üretimi ve güç kaybı da artmaktadır (Özupak Y, Mamiş, M. S. 2019). Elektrik üretimi nedeniyle elektrik maliyeti artmaktadır (Rahul S, Rajan J, Dheeraj S. 2020). İletim kaybını azaltmak çok önemlidir çünkü tasarruf edilen güç, maliyeti en aza indirmek için bir alternatif olarak kullanılabilir. Kablosuz güç aktarımı kullanılarak güç dağıtımındaki güç kayıplarının en aza indirildiği elektrik dağıtım şebekesini temizlediği bilinmektedir.

Kablosuz güç aktarımının en iyi örneği bataryaların kablosuz olarak şarj edilmesidir. Kablosuz güç aktarımı kavramı yeni bir fikir değildir. Uzun zamandır araştırmacılar tarafından araştırılıp incelenmektedir. Ancak yaygın olarak kullanılmamaktadır. KGA, elektrik iletim sisteminde yeni bir devrimdir. Bu yeni devrim, bir güç kaynağını herhangi bir kablo olmadan bir elektrik yüküne entegre ederek milyonlarca elektronik cihazın güvenilir ve verimli kablosuz şarjını mümkün kılmaktadır.

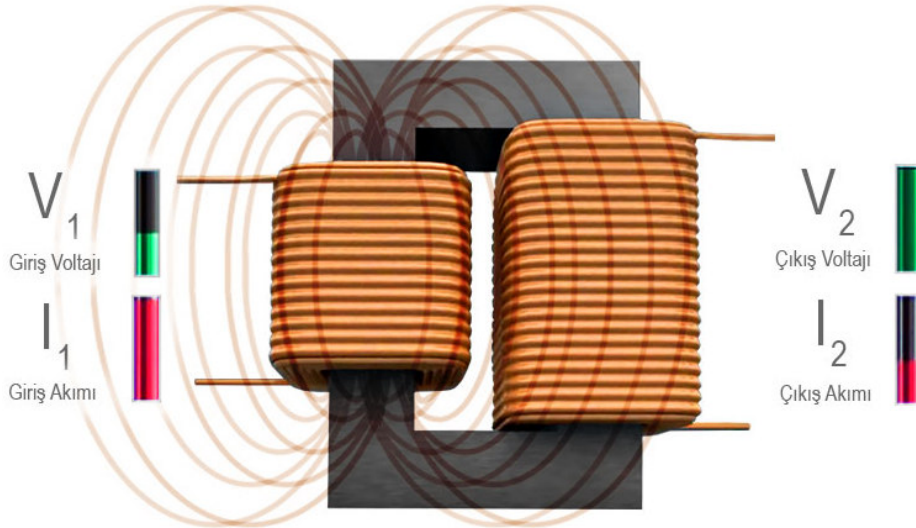
Kablosuz güç aktarımı, uzun bir zamandır önemli bir araştırma alanı olmuştur. Son zamanlarda, geleneksel güç modlarına oranla güç aktarımında daha verimli olduğu düşünüldüğünden, kablosuz güç aktarımı alanındaki ilerlemeleri gerçekleştirmek için bu alana çok fazla ağırlık verilmiştir (Nicola Tesla, 1905). Dolayısıyla, teknoloji ilerledikçe KGA tabanlı uygulamalar için talepler ciddi anlamda artmaktadır. İlk zamanlarda farklı birçok bilim insanı, KGA'nın farklı kullanım alanları üzerinde çalışmışlardır. Çalışmalar, kaynak ile yük arasında iletken bir bağlantı olmadan elektrik gücünün aktarılmasını kapsamaktadır. Her tür KGA'nin kendi geçmişleri, son teknolojileri ve gelecekteki kapsamı vardır. Kablosuz iletişim, mesafenin kısa veya uzun olabildiği, tel veya kabloların kullanılmadığı bir mesafeye enerjinin iletimi olarak tanımlanır. Kablosuz işlemler, örneğin uzun menzilli iletişim gibi, kablolar kullanılarak gerçekleştirilemeyen hizmetlere izin verir. Kablosuz enerji transferi veya kablosuz güç iletimi, kabloları birbirine bağlamadan bir elektrik yükü için güç kaynağından elektrik gücünün aktarımıdır. Bu şekildeki enerji aktarımı, birbirine bağlanan kabloların uygunsuz, tehlikeli veya imkansız olduğu durumlarda avantajlıdır. Kablosuz güç aktarımının durumu, kablosuz telekomünikasyondan farklıdır. İletkensiz telekomünikasyonda, alınan sinyalin oranı, o sinyalin zemin gürültüsünde ayırt edilmesi için çok düşük olması koşuluyla kritik hale gelir. Kablosuz güç aktarımında verimlilik daha önemli bir parametredir. Üretim tesisinden gönderilen enerji, sistemi ekonomik hale getirmek için alıcıya veya alıcılara ulaşmalıdır. En yaygın kablosuz güç aktarımı, doğrudan indüksiyon ve rezonans manyetik indüksiyon kullanılarak gerçekleştirilebilir. İncelenen yöntemler arasında mikrodalgalar gibi radyo dalgaları yer alır.

Kablosuz iletişim, çoğunlukla telekomünikasyonun bir dalı olarak kabul edilmektedir. Kablosuz operasyonlar, uzun menzilli iletişim gibi hizmetlere için büyük önem teşkil etmektedir. Bu çalışmada, KGA fikrini yeni araştırmacılarla tanıştırmak için yapılan araştırmalar ve incelemeler sunulmuştur.

2.KABLOSUZ GÜÇ AKTARIM YÖNTEMLERİ

2.1 Transformatör Bağlantısı veya İndüksiyon

Bu aktarım manyetik alan üzerinden iki bobin arasındaki enerji aktarımıdır. Ancak bu teknikte iki bobin arasındaki mesafe çok yakın olmalıdır. İki bobin arasında karşılıklı indüksiyon prensibi, kablo kullanılmadan elektrik enerjisinin transferinde kullanılabilir. Karşılıklı indüksiyonun nasıl çalıştığının en iyi örneği, primer ve sekonder bobinlerinin arasında fiziksel bir temasın olmadığı transformatörlerdir. İki bobin arasında elektromanyetik bağlantı nedeniyle enerji transferi gerçekleşir. Şekil 1’de transformatörün akı çizgileri verilmiştir.



Şekil 1. Trafodaki indüksiyon

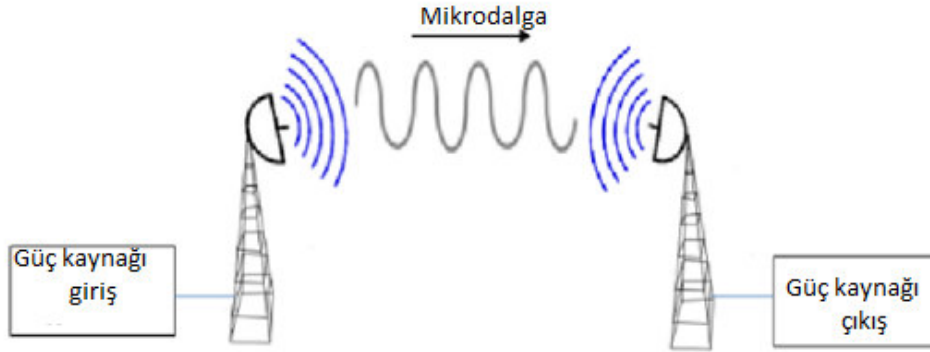
2.2 Rezonant İndüksiyon Bağlantısı

MIT'deki araştırmacılar, radyatif olmayan elektromanyetik enerji rezonant tünelleme kullanılarak gücü kablosuz olarak aktarmanın alternatif bir yolunu keşfettiler. Elektromanyetik dalgalar tünel oluşturduğundan, emilmek veya boşa harcanmak için havada yayılmayacaklardır. Normalde elektronik cihazları bozmayacak, mikrodalga veya radyo iletimi gibi yaralanmalara neden olmayacaklardır. Araştırmacılar yaklaşık 5 metrelik bir menzilde üzerinde çalışmışlardır. Onlara göre, çok yüksek açısız bir dalga kılavuzundaki bir elektromanyetik dalga, vericiye uygun bir rezonant dalga kılavuzu ile geldiğinde tünel güç çekme dalga kılavuzuna doğru oluşturulur. Bu dalgalar enerji taşımayan geçici dalgalar olarak adlandırılır ve DC alıcı devreleri kullanılarak asıl dalgalara dönüştürülebilir. Bu yöntem kullanılarak 5 metrelik menzillerde prototip model elde edilebilir.

2.3 Mikrodalga ile Enerji Transferi

Bu yöntem kullanılarak uzun menzillere enerji aktarımı yapmak mümkündür. Bu yöntemde, rectenna ile alınan mikrodalga uzun mesafelere gönderilir. Rectenna mikrodalga enerjisini elektrik enerjisine dönüştürür.

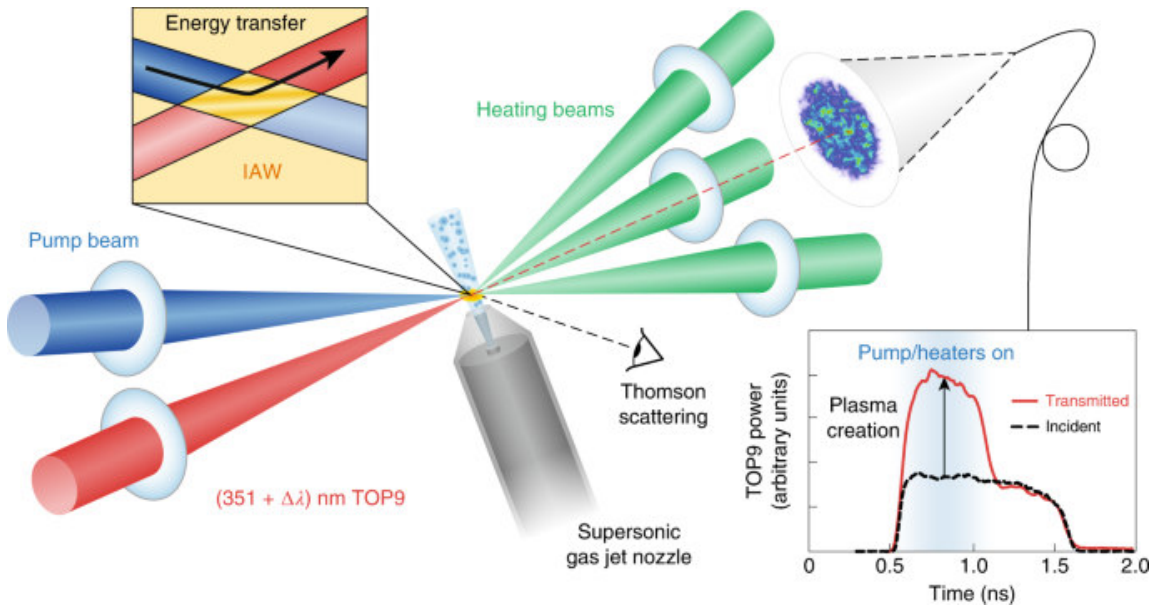
Bu özel stratejinin temel problemi, anten çapının hangi kilometre mertebesinde olması gerektiğidir. Radyo dalgaları yoluyla güç iletimi daha yönlü üretilebilir. Şekil 2’de mikrodalga enerji transferinin temsili görseli verilmiştir.



Şekil 2. Mikrodalga enerji transferi (Bazil N vd., 2020)

2.4 Lazer ile Işın Transferi

Bu özel yöntemde, elektrik enerjisi üreten fotovoltaik hücreler için lazer ışını gönderilir. Bu yöntemin uygulanması ve yönetilmesi oldukça zordur. Şekil 3’te bu yöntemin görseli sunulmuştur.



Şekil 3. Lazer ile enerji transferi (Turnbul vd., 2019)

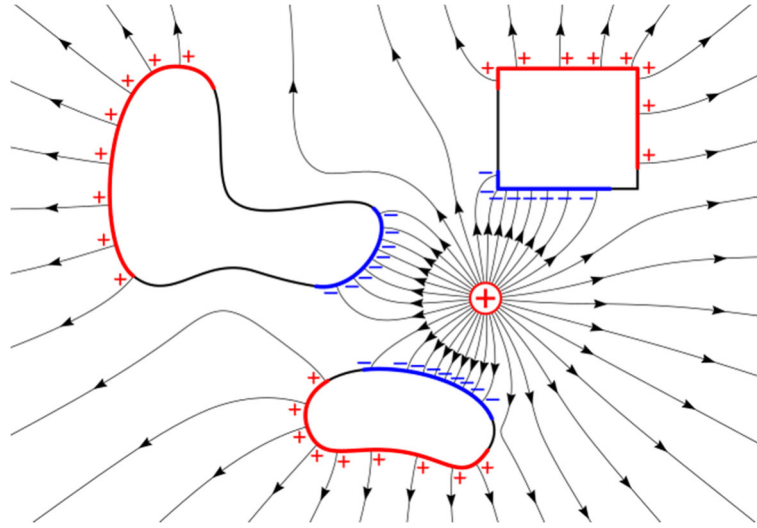
2.5 Orta Mesafe Güç İletimi

Birkaç metre ara ile ayrılmış bobinler arasındaki güç aktarımı için kullanılan etkili bir yöntemdir. Bobinler arasındaki aktarım denklemiyle rezonans yardımıyla bobinlerin arasındaki mesafenin uzatılabilmesidir. Rezonansı anlamının alternatif bir yolu da bunun sesten kaynaklandığını hesaba katmaktır.

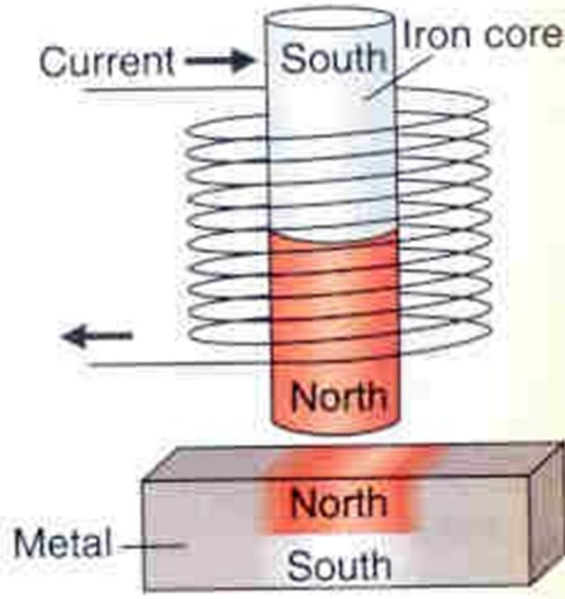
Bir nesnenin yapılandırmasına çok benzeyen organik yapısı doğal olarak titreştiği frekansı belirler. Bu frekans onun gerçekten rezonans frekansıdır.

2.6 Elektrostatik İndüksiyon ve Elektrodinamik İndüksiyon

Genel olarak kapasitif kuplaj olarak bilinen, iki plaka veya düğüm arasında iletilen yüksek frekanslı AC potansiyel farklılıklarını içeren kablosuz enerji iletimi için iletken zemin düzlemi üzerinde yükseltilmiş iki elektrot arasında bir elektrik alanı gradyanı veya diferansiyel kapasitans olabilir. Aynı zamanda rezonant endüktif kuplaj olarak da bilinir. Kablosuz enerji transferi için rezonant olmayan indüktif kuplajla bağlantılı en önemli problemi çözer. Rezonant kuplajın uygulanması gerektiğinde, verici ve alıcı indüktörler karşılıklı frekans için ayarlanır. Ayrıca sürücü akımı sinüzoidalenden sinüzoidal olmayan bir geçici dalga formuna dönüştürülür. Darbe güç aktarımı birden çok döngüde gerçekleşir. Bu şekilde, güç, vericinin büyüklüğünün birkaç katı kadar bir mesafeye iletilebilir. Bu olayı örneklendiren görseller Şekil 4 ve Şekil 5'te sunulmuştur.



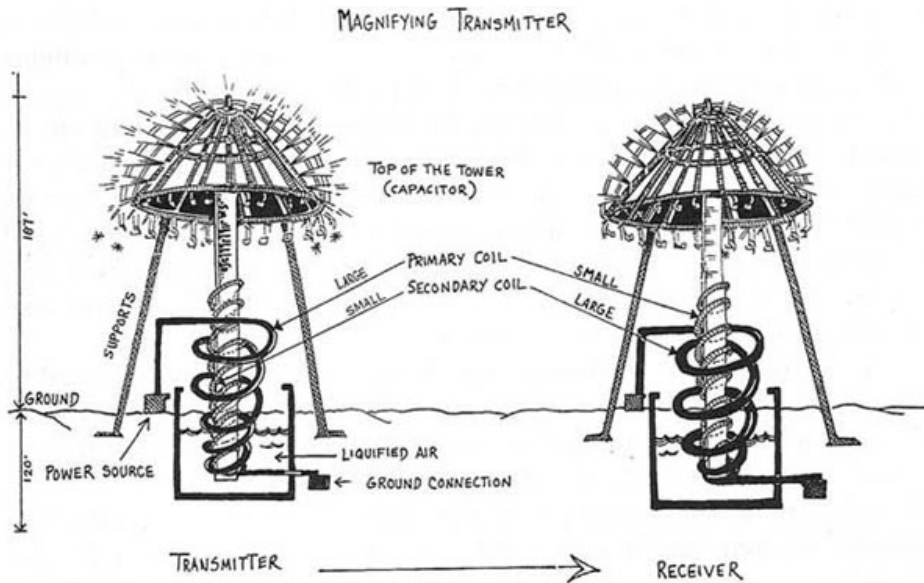
Şekil 4. Elektrostatik indüksiyonun akı yönleri



Şekil 5. Elektrodinamik indüksiyonun görseli (Vishvendra S. Vd., 2014)

2.7 Kablosuz Güç Aktarımının Tarihçesi, Mevcut ve Gelecek Teknolojiler

1893'te Tesla, Chicago'daki World Columbian Exposition'da elektrik iletimi için kablolarla ihtiyaç duymadan vakumlu ampullerin aydınlatılmasını gerçekleştirmiştir. Warden cycle kulesi, Tesla tarafından esas olarak telgraf yerine elektrik enerjisinin kablosuz iletimi için tasarlanmış ve inşa edilmiştir. Tesla'nın kablosuz enerji transfer düzeneği Şekil 6'da verilmiştir.



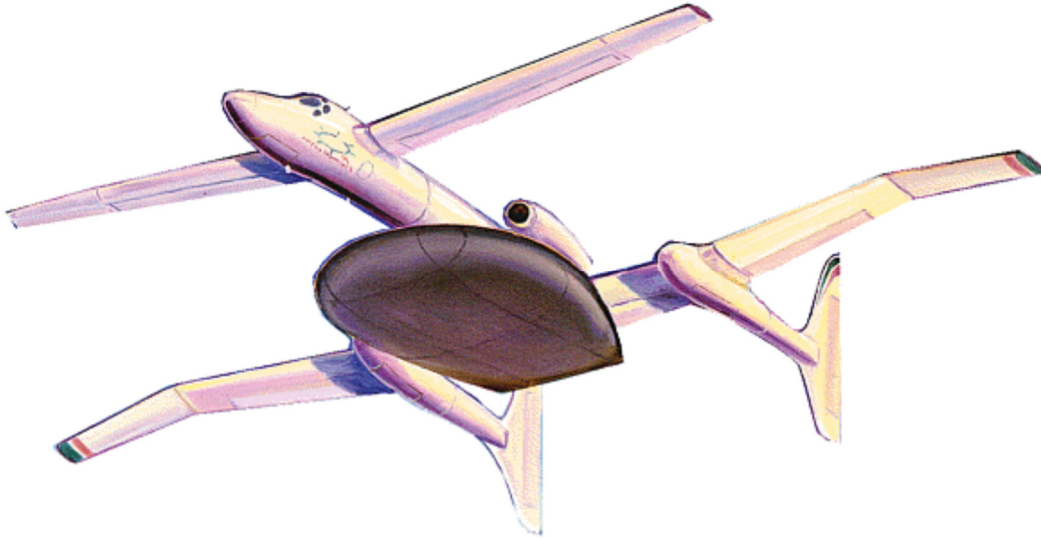
Şekil 6. Tesla'nın kablosuz enerji aktarım düzeneği

Splash Power Recharging Mat ve Edison Electric'in Güç masası, manyetik alan oluşturmak için bobinleri kullanmışlardır. Elektronik cihazları şarj etmek için ilgili yerleşik veya eklenti alıcıları kullanılır. Bu alıcılar, uyumlu bobinlerin yanı sıra cihazların pillerine elektrik sağlamak için gerekli devre sistemini içerir. Bir Splash güç Matı, birden fazla cihazı aynı anda şarj etmek için indüksiyon kullanır. Şekil 7'de kablosuz şarj adaptörü sunulmuştur.



Şekil 7. Splash Güç Şarj Matı

Kanada'nın İletişim Araştırma Merkezi, dünya'da ışınlanan gücü atlabilecek küçük bir uçak geliştirdi. Sabit Yüksek İrtifa Röle Platformu (High Altitude Relay Platform (SHARP)) olarak anılan insansız uçak, bir iletişim rölesi olarak tasarlandı. Tasarlanan uçak Şekil 8'de verilmiştir.



Şekil 8. Kanada'nın Sabit Yüksek İrtifa Röle Platformu

Mikrodalga Vericiler, muhtemelen en güncel araştırma konularıdır. Frekans aralıkları nedeniyle iletim için mikrodalgalar tercih edilmektedir. İletim verimliliği için, kaynaktan iletilen enerjinin dalga toplama cihazının gelen mikrodalgaları bir yerde toplaması gerekmektedir.

3.KGA AVANTAJLARI VE DEZAVANTAJLARI

Gücü kablosuz olarak iletmenin çeşitli yolları yüzyıllardır araştırma konusudur. En yaygın bilinen örnek, radyo dalgaları gibi parçacıklı olmayan radyasyondur. Bu tür bir radyasyon, bilginin kablosuz iletimi için son derece iyi olsa da, bunu güç aktarımı için uygulamak hiç de mümkün değildir. Radyasyon her yöne yayıldığı için, büyük bir güç boşa harcanacaktır. Kablosuz Güç İletim sistemi, üretim istasyonu ve tüketicileri içeren önceki yüksek gerilim enerji nakil hattı kablolarını, kuleleri ve trafo merkezlerini tamamen ortadan kaldıracak ve elektrik üretim tesislerinin küresel ölçekte birbirine bağlanmasını kolaylaştıracaktır. Hem alıcı hem de vericiler için daha az bağımlılık olacak. KGA sistemi için mobil vericiler ve alıcılar bile seçilebilir. Güç, kablolu aktarımın mümkün olmadığı yerlere iletebilir. İletim düşüşü, Kablosuz Güç Aktarımından ihmal edilebilir düzeydedir. Bu nedenle, bu yolla elde edilen verimlilik, kablolu iletimden çok daha yüksektir. KGA'nın çalışması şartıyla güç, rectenna ile alınabilir. Kablolardaki kısa devre ve arızadan dolayı elektrik kesintisi olmayacak ve elektrik kaçağı hiçbir şekilde mümkün olmayacaktır.

Ama kablosuz güç aktarımının pratik uygulaması için yüksek sermaye maliyeti gerekmektedir. Bir başka potansiyel dezavantaj, mikrodalgaların mevcut kablosuz iletişim sistemi ile girişimidir. Mikrodalga radyasyonlarının alınan yüksek dozlardaki etkisi insan sağlığına uygun değildir.

4.SONUÇ

Bu çalışmada kablosuz güç aktarımı kavramı sunulmuştur. Günümüz dünyasında insan hayatını daha iyi yapan son teknolojik uygulamalar araştırılmıştır. Elektromanyetik indüksiyon tipi kablosuz güç iletiminde, verici ve alıcı bobinlerin göreceli konumlarına göre manyetik alan dağılımı ve güç aktarım verimliliği çok önemlidir. Bu çalışmada kablosuz güç aktarımı (KGA) kavramları, tarihçesi, teknolojik gelişmeler, yararları, dezavantajları ve uygulamaları araştırılmıştır. Bu sayede, gücü ihmal edilebilir kayıplarla, uzun mesafelere kısa zamanda basit iletimle iletmek için daha büyük olasılıkları incelenmiştir. Gerçekten, kablosuz enerjinin, kolay uygulama avantajı ve daha ucuz bir avantaj kullanılarak elde edilebilmesi, yani iletim ve dağıtım ek yükünün azalması ve dahası, tüketici üzerindeki elektrik gücünün maliyetinin daha da düşürülmesi çok önemlidir.

KAYNAKLAR

Bazil N., Cem S., Christopher S. (2020). A Novel Method to Calculate the Efficiency of a Wireless Power Transfer System Using Modified Ferreira's/Dowell's Method. March. Conference: IEEE Applied Power Electronics Conference and Exposition (APEC) DOI: 10.1109/APEC39645.2020.9124279.

Turnbull, D., Colaitis, A., Hansen, A.M. et al. (2020). Impact of the Langdon effect on crossed-beam energy transfer. Nat. Phys. 16, 181–185 <https://doi.org/10.1038/s41567-019-0725-z>.

Vishvendra S., Akhand P. S., Sachin K. (2013). Introduction to Wireless Power Transmission. HCTL Open Int. J. of Technology Innovations and Research HCTL Open IJTIR, Volume 8, e-ISSN: 2321-1814 ISBN (Print): 978-1-62951-499-4.

Rahul S, Rajan J, Dheeraj S. (2020). Wireless Power Transmission Technology, International Journal of Engineering Applied Sciences and Technology, Vol. 4, Issue 9, ISSN No. 2455-2143, Pages 444-449.

Yugendra Rao K N, (2015). Dynamic Modeling and Calculation of Self and Mutual Inductance between a Pair of Coils for Wireless Power Transfer Applications using ANSYS Maxwell, International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology Vol. 2, Issue 10.

Liguang Xie; Yi Shi; Hou, Y.T.; Lou, A., "Wireless power transfer and applications to sensor networks," Wireless Communications, IEEE , vol.20, no.4, pp.140,145, August 2013.

Teck Chuan Beh; Kato, M.; Imura, T.; Sehoon Oh; Hori, Y. (2013). "Automated Impedance Matching System for Robust Wireless Power Transfer via Magnetic Resonance Coupling," Industrial Electronics, IEEE Transactions on , vol.60, no.9, pp.3689,3698, Sept.

Kurs, Andre; Moffatt, Robert; Soljagic, (2013). Marin, "Simultaneous mid-range power transfer to multiple devices," Applied Physics Letters , vol.96, no.4, pp.044102,044102-3, Jan

Tianjia Sun; Xiang Xie; Guolin Li; Yingke Gu; Yangdong Deng; Zhihua Wang, (2012). "A Two-Hop Wireless Power Transfer System With an Efficiency-Enhanced Power Receiver for Motion-Free Capsule Endoscopy Inspection," Biomedical Engineering, IEEE Transactions on , vol.59, no.11, pp.3247,3254, Nov.

Radiom, S., Baghaei-Nejad, M., Aghdam, K., Vandebosch, G. A., Zheng, L. R., and Gielen, G. G. (2011). Far-Field On-Chip Antennas Monolithically Integrated in a Wireless-Powered 5.8-GHz Downlink/UWB Uplink RFID Tag in 0.18-Standard CMOS. Solid-State Circuits, IEEE Journal of, 45(9), 1746-1758.

KABLOSUZ GÜÇ AKTARIMININ ANSYS-MAXWELL İLE MODELLENMESİ

Yıldırım ÖZÜPAK

Dicle Üniversitesi, Silvan Meslek Yüksekokulu, Elektrik ve Enerji Programı
ORCID: 0000-0001-8461-8702

ÖZET

Kablosuz güç aktarımı (KGA), elektrikli araçlar ve mobil elektronik cihazlar bağlamında çok araştırılmış ve tartışılmıştır. Fiziksel bir bağlantı olmadan bir cihaza güç sağlama yöntemi iyi bilinmektedir. Güç, kısa mesafelerde, alternatif manyetik alanlar ve bobinler arasındaki endüktif kuplaj veya alternatif elektrik alanları ve metal elektrotlar arasındaki kapasitif kuplaj ile aktarılabilir. Kablosuz güç aktarımı (KGA), birçok alanda çok çeşitli konuları kapsamaktadır. Aynı zamanda günlük hayatımıza yeni teknoloji sağlama potansiyeli göz önünde bulundurulduğunda özellikle araştırmacılar ve bilim insanları için oldukça aktif bir araştırma alanı haline gelmiştir. Bununla birlikte, bobin şekillerini ve yerleştirmelerini tasarlamak, verimliliği en üst düzeye çıkarmak ve sistem düzeyinde davranışı onaylamak, simülasyon olmadan başaramayacak zorlukları temsil etmektedir. Bu yüzden farklı yöntemler uygulama programları geliştirilmiştir. Bunlardan en etkili olanlardan biri de Sonlu Elemanlar Yöntemi (SEY) ile çözüm gerçekleştiren ANSYS@Maxwell programıdır. Bu çalışmada ANSYS@Maxwell yazılım ve simülasyon programı ile KGA ile ilgili yapılan benzetimler ve kablosuz güç aktarım kavramı üzerinde durulmuştur.

Anahtar Kelimeler: KGA, SEY, ANSYS@Maxwell, Endüktans

MODELING THE WIRELESS POWER TRANSMISSION WITH ANSYS-MAXWELL

ABSTRACT

Wireless power transmission (WPT) has been widely researched and discussed in the context of electric vehicles and mobile electronics. The method to power a device without a physical connection is well known. Power can be transferred over short distances by inductive coupling between alternating magnetic fields and coils, or by capacitive coupling between alternating electric fields and metal electrodes. Wireless power transmission (WPT) covers a wide variety of topics in many areas. It has also become a very active research area, especially for researchers and scientists, given its potential to provide new technology to our daily lives. However, designing coil shapes and layouts, maximizing efficiency, and validating system-level behavior represent challenges that cannot be achieved without simulation. Therefore, different methods application programs have been developed. One of the most effective of these is the ANSYS@Maxwell program, which realizes a solution with the Finite Element Method (FEM). In this study, simulations made with ANSYS@Maxwell software and simulation program and KGA and the concept of wireless power transfer are emphasized.

Keywords: WPT, FEM, ANSYS@Maxwell, Inductance

1.GİRİŞ

Teknoloji ilerledikçe KGA tabanlı uygulamalar için talepler ciddi anlamda artmaktadır. İlk zamanlarda farklı birçok bilim insanı, KGA'nın farklı kullanım alanları üzerinde çalışmışlardır. Çalışmalar, kaynak ile yük arasında iletken bir bağlantı olmadan elektrik gücünün aktarılmasını kapsamaktadır. Her tür KGA'nin kendi geçmişleri, son teknolojileri ve gelecekteki kapsamı vardır. Kablosuz aktarım, mesafenin kısa veya uzun olabildiği, tel veya kabloların kullanılmadığı bir mesafeye enerjinin iletimi olarak tanımlanır (Nicola Tesla, 1905). Kablosuz işlemler, örneğin uzun menzilli iletişim gibi, kablolar kullanılarak gerçekleştirilemeyen hizmetlere izin verir (Rahul S vd., 2020). Kablosuz enerji transferi veya kablosuz güç iletimi, kabloları birbirine bağlamadan bir elektrik yükü için güç kaynağından elektrik gücünün aktarımıdır. Bu şekildeki enerji aktarımı, birbirine bağlanan kabloların uygunsuz, tehlikeli veya imkansız olduğu durumlarda avantajlıdır. Kablosuz güç aktarımının durumu, kablosuz telekomünikasyondan farklıdır. İletkensiz telekomünikasyonda, alınan sinyalin oranı, o sinyalin zemin gürültüsünde ayırt edilmesi için çok düşük olması koşuluyla kritik hale gelir. Kablosuz güç aktarımında verimlilik daha önemli bir parametredir (Özupak Y, Mamiş, M. S. 2019). Üretim tesisinden gönderilen enerji, sistemi ekonomik hale getirmek için alıcıya veya alıcılara ulaşmalıdır. En yaygın kablosuz güç aktarımı, doğrudan indüksiyon ve rezonans manyetik indüksiyon kullanılarak gerçekleştirilebilir. İncelenen yöntemler arasında mikrodalgalar gibi radyo dalgaları yer alır. Kablosuz iletişim, çoğunlukla telekomünikasyonun bir dalı olarak kabul edilmektedir (Radiom S vd., 2011). Kablosuz operasyonlar, uzun menzilli iletişim gibi hizmetlere için büyük önem teşkil etmektedir. En yaygın KGA türleri, endüktif kuplaj veya manyetik rezonans yöntemlerini kullanır. Her birinin güçlü ve zayıf yönleri vardır. En bilinen teknoloji ve elektrikli dış fırçaları ve kablosuz telefonlar gibi bir dizi ev cihazında halihazırda kullanılmakta olan endüktif kuplaj yöntemini kullanır. Bununla birlikte, endüktif kuplaj, belirli bir mesafede önemli güç aktarımı içeren uygulamalar için çok uygun değildir. Manyetik rezonans tekniği iki şekilde uygulanır. Birincisi büyük gücün bir metreden daha kısa mesafelere aktarımı veya gücün endüktif kuplaj yönteminden çok daha büyük mesafelere aktarımı için kullanılır. Bu çalışmada, KGA fikrini yeni araştırmacılarla tanıştırmak için yapılan araştırmalar ve incelemeler sunulmuştur. Ayrıca ANSYS@Maxwell ile yapılan uygulamaların niteliği ortaya konulmuştur.

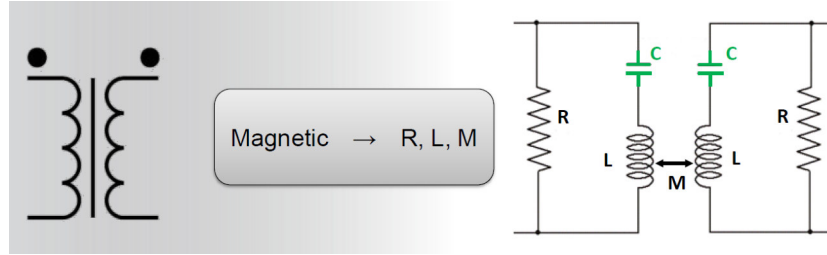
2.ELEKTROMANYETİK ALAN SİMÜLASYONU

Güvenilir bir KGA için bir tasarım geliştirmek, bobin antenin elektromanyetik ve termal performansının yanı sıra devre ve sistemin çalışmasını yönlendiren ve kontrol eden mantığı modelleyebilmeye bağlıdır. ANSYS@Maxwell , endüktif kuplaj yönteminde kullanılan düşük frekanslı endüktif bobinleri analiz etmek için uygulanır. Bu araç aynı zamanda bobinlerin frekansa bağlı eşdeğer R, L ve C özelliklerini de çıkarabilir. Böylece bir mühendis veya tasarımcı endüktif bobin antenin eşdeğer bir devre modelini oluşturabilir. Rezonans daha sonra harici bir kapasitans eklenerek elde edilir. Manyetik rezonans tipi KGA için geniş bir mesafede çalışma frekansları daha yüksektir ve tasarımcıların bir gönderme ve alma bobin antenin iletilen, yansıtılan ve toplam elektromanyetik alanını belirlemesine olanak tanır. Manyetik alanlar iki kısma ayrılır bunlar sırasıyla açıklanmıştır.

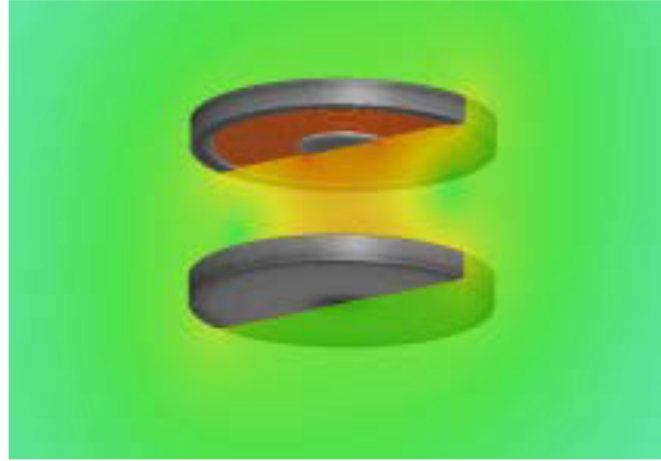
2.1 Yakın Alan (Endüktif kuplaj, rezonans)

Çalışma prensibi elektromanyetik dalgalarının yayılmasına dayanmaz. Dalga boyu iletim sinyalinden daha az mesafelerde çalışır. Harici devre kondansatörü kullanılarak rezonans elde edilmektedir.

Tipik zorluklar şunlardır: bobin boyutu, şekli, dönüş sayısı, doygunluk, kendi kendine ve karşılıklı endüktans, AC direnci, frekans tepkisi, kayıplar ve düşük verimliliğidir. Şekil 1’de R, L, M’yi elektromanyetik analiz ile belirlemek için bir devre verilmiştir. Şekil 2’de yakın alan görseli sunulmuştur.



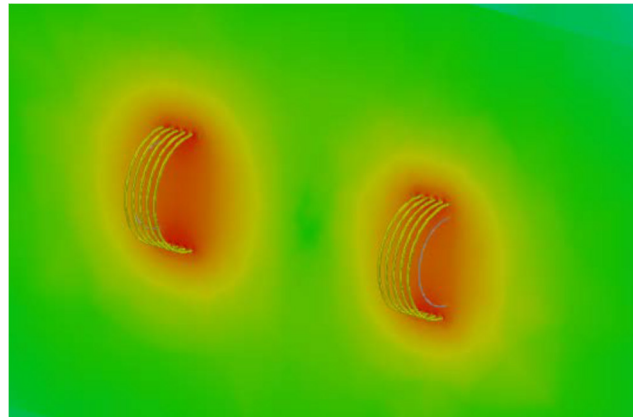
Şekil 1. R, L, M belirleme devresi



Şekil 2. Yakın alan elektromanyetik alan dağılımı

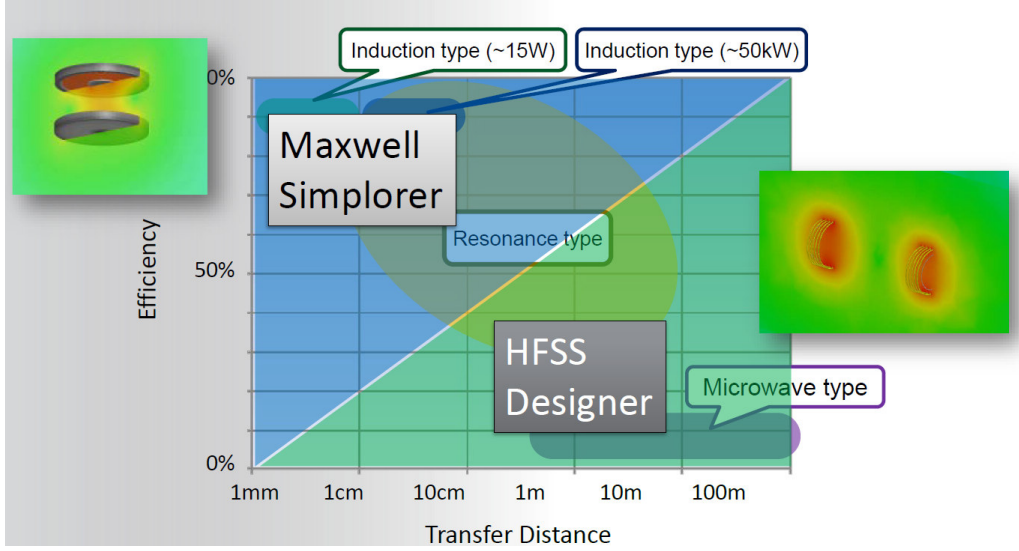
2.2 Uzak Alan (rezonans)

Çalışma prensibi mikrodalga tipi dalgaların yayılmasına benzer. Yaklaşık olarak 11 metre kadar çalışma aralığı olanağı sunar. Yönlülük ve iletim verimliliği arasındaki dengeyi iyi sağlar. Bobin dönüşlerinin öz kapasitansı yakın alan KGA için önemlidir. Şekil 3’te uzak alan KGA modeli verilmiştir.



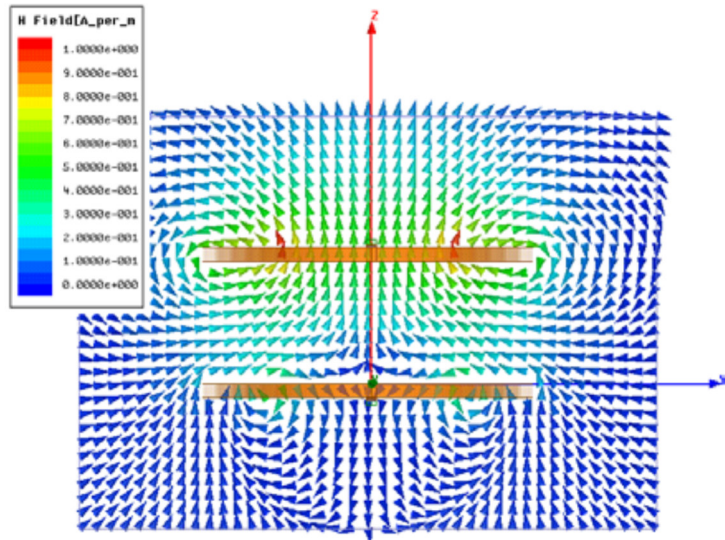
Şekil 3. Uzak alan KGA'nın manyetik alan dağılımı

Kablosuz Güç aktarımı türüne göre ANSYS çözümü ve kullanılan alt programları Şekil 4'te gösterilmektedir.

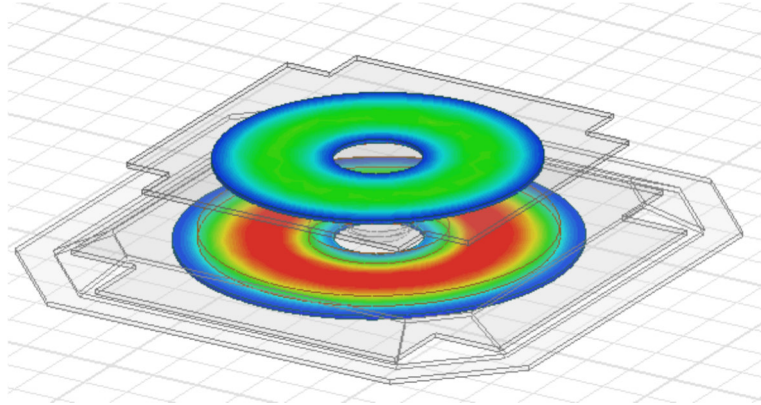


Şekil 4. ANSYS çözümü ve aşamaları (Zed T. Vd., 2012)

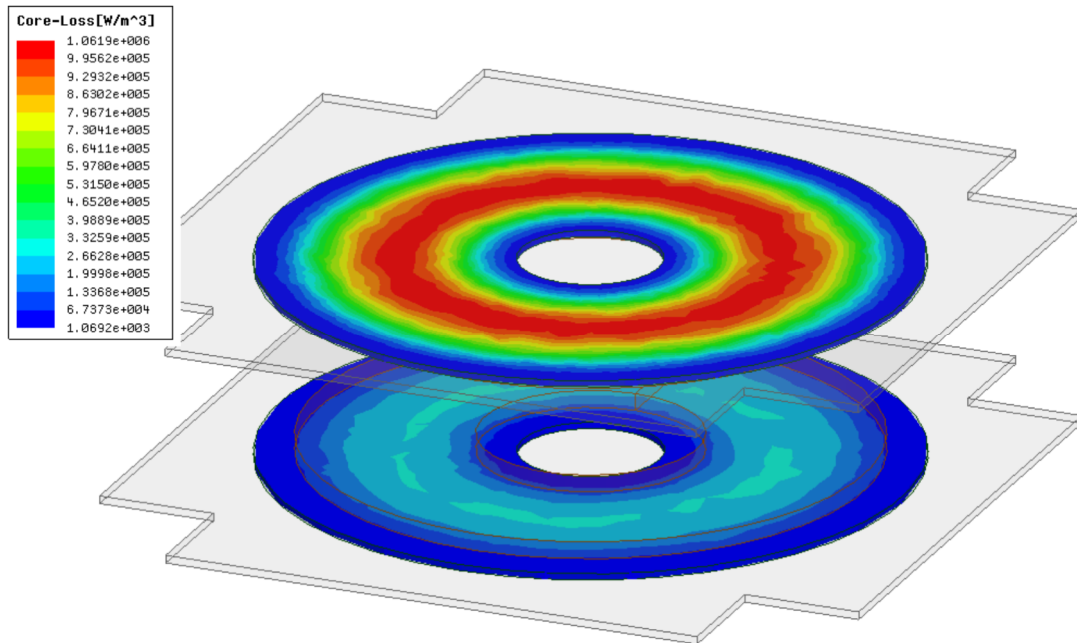
Tasarlanan modelin elektromanyetik alan yönünden analizi yüksek frekans aralığında gerçekleştirilmiştir. Modelin manyetik alan dağılımı, kayıplar ve manyetik alan şiddeti Şekil 5 -7'de sunulmuştur.



Şekil 5. Modelin manyetik alan şiddeti



Şekil 6. Modelin manyetik akı dağılımı



Şekil 7. Modelin kayıplarının ANSYS görseli

3.PARAMETRİK ANALİZ VE OPTİMİZASYON

Modellerin parametrik analizi ve optimizasyonu tasarlanan modelin verimliliği için önem teşkil etmektedir. Mühendisler, bobin boyutunu, bobinin konumunu, malzemesini ve optimum bobin tasarımına yakınsamak ve boşluğu otomatik olarak değiştirmek için Maxwell'in güçlü parametrik analiz özelliklerinden yararlanmaktadırlar. Maxwell'in parametrik analizi, ekranlama etkinliğinin değerlendirilmesi için de idealdir. Kalınlık ve şekil gibi malzemeler ve geometrik parametreler, mühendislere kalkan tasarımı ve belirli bir mesafedeki elektromanyetik alan gücünü sınırlama yeteneği hakkında değerli bilgiler sağlayan simülasyon içindeki değişkenler olabilir.

3.1 Çoklu Fizik Analizleri

Termal analiz, KGA sistemlerinin, özellikle elektrikli araç şarjı veya kapalı elektronik cihazlar gibi yüksek güçlü sistemlerin bir başka önemli yönüdür. İletkenlik ve geçirgenlik gibi elektromanyetik özellikler sıcaklığa bağlı olduğundan, sıcaklığın kablosuz transformatörün verimliliği üzerinde güçlü bir etkisi vardır. Sıcaklıktaki bir artış iletkenliği azaltabilir, böylece daha fazla ısı dağılımı sağlar ve genel verimliliği düşürür. Bu cihazlarda kullanılan çekirdek malzemeler, sıcaklık 150 °C'nin üzerine çıktığında manyetik özelliklerini tamamen kaybedebilir (Zed T. Vd., 2012). Ayrıca, yüksek sıcaklıklar güvenlik endişeleri oluşturur. Son olarak, termal stres bir endişe kaynağıysa, termal stres hesaplamaları yapılmadan önce öncelikle sıcaklık alanını bilmek gerekir. Bu nedenle, kablosuz güç aktarımı için simülasyon yapılırken, bağlantılı elektromanyetik ve termal analiz gereklidir.

ANSYS@Mechanical veya ANSYS@Fluent ile birleştirilmiş ANSYS@Maxwell, mühendislerin transformatördeki girdap akımının ve çekirdek kayıplarının nasıl ısı ürettiğini değerlendirmesine olanak tanır. Transformatörün elektromanyetik simülasyon yazılımından (Ansys Maxwell) kayıp dağıtım verileri, sıcaklık profilini hesaplamak için girdi olarak Ansys Mechanical veya Ansys Fluent'e aktarılır. Çıkış olarak elde edilen transformatörün sıcaklık haritası daha sonra sıcaklığa bağlı özellikleri güncellemek için ANSYS@Maxwell'e geri gönderilir.

3.2 Kablosuz Güç Sistemi Simülasyonu

Endüktif kuplaj veya manyetik rezonansa dayalı olanlar gibi bir kablosuz güç kaynağı sistemi tasarlarken, ANSYS@Simplorer hem bir sistem hem de devre simülatörü olarak kullanılabilir. Simplorer ile HFSS ve/veya Maxwell arasında çift yönlü bir dinamik bağlantı kurulabilir. Bu, IGBT / MOSFET inverterlerini, bobin antenlerinin frekansa bağlı modellerini ve doğrultucu devresini ve hatta gömülü kontrolü içeren bir zaman etki alanı sistem simülasyonunu mümkün kılar. Bu dinamik bağlantı özelliğini kullanarak bir mühendis, aynı anda çeşitli geometrik hizalamaları ve elektriksel özellikleri süpürerek verimlilik haritalarını hesaplayabilir.

4.SONUÇ

Bu çalışmada kablosuz güç aktarımı kavramı sunulmuştur. Günümüz dünyasında insan hayatını daha iyi yapan son teknolojik uygulamalar araştırılmıştır. Elektromanyetik induksiyon tipi kablosuz güç iletiminde, verici ve alıcı bobinlerin göreceli konumlarına göre manyetik alan dağılımı ve güç aktarım verimliliği çok önemlidir. Bu çalışmada ANSYS ile kablosuz güç aktarımının bir simülasyonu ve ANSYS programının uygulanabilirliği sunulmuştur. ANSYS, fiziğe dayalı sistem modelleme ile uçtan uca kablosuz güç kaynağı sistemini eksiksiz analiz edilmesine olanak sağlamaktadır. Kablosuz güç aktarım sistemlerini genişletmek ve birden fazla cihazın sürekli olarak şarj edilmesi, verimli güç aktarımı aralığını artırmak ve KGA sistem tasarımının düzenleyici yönergelere uygun olmasını sağlamak gibi daha fazla uygulama yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

Bazil N., Cem S., Christopher S. (2020). A Novel Method to Calculate the Efficiency of a Wireless Power Transfer System Using Modified Ferreira's/Dowell's Method. March. Conference: IEEE Applied Power Electronics Conference and Exposition (APEC) DOI: 10.1109/APEC39645.2020.9124279.

Turnbull, D., Colaitis, A., Hansen, A.M. et al. (2020). Impact of the Langdon effect on crossed-beam energy transfer. Nat. Phys. 16, 181–185 <https://doi.org/10.1038/s41567-019-0725-z>.

Vishvendra S., Akhand P. S., Sachin K. (2013). Introduction to Wireless Power Transmission. HCTL Open Int. J. of Technology Innovations and Research HCTL Open IJTIR, Volume 8, e-ISSN: 2321-1814 ISBN (Print): 978-1-62951-499-4.

Rahul S, Rajan J, Dheeraj S. (2020). Wireless Power Transmission Technology, International Journal of Engineering Applied Sciences and Technology, Vol. 4, Issue 9, ISSN No. 2455-2143, Pages 444-449.

Yugendra Rao K N, (2015). Dynamic Modeling and Calculation of Self and Mutual Inductance between a Pair of Coils for Wireless Power Transfer Applications using ANSYS Maxwell, International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology Vol. 2, Issue 10.

Liguang Xie; Yi Shi; Hou, Y.T.; Lou, A., "Wireless power transfer and applications to sensor networks," Wireless Communications, IEEE , vol.20, no.4, pp.140,145, August 2013.

Teck Chuan Beh; Kato, M.; Imura, T.; Sehoon Oh; Hori, Y. (2013). "Automated Impedance Matching System for Robust Wireless Power Transfer via Magnetic Resonance Coupling," Industrial Electronics, IEEE Transactions on , vol.60, no.9, pp.3689,3698, Sept.

Kurs, Andre; Moffatt, Robert; Soljagic, (2013). Marin, "Simultaneous mid-range power transfer to multiple devices," Applied Physics Letters , vol.96, no.4, pp.044102,044102-3, Jan

Tianjia Sun; Xiang Xie; Guolin Li; Yingke Gu; Yangdong Deng; Zhihua Wang, (2012). "A Two-Hop Wireless Power Transfer System With an Efficiency-Enhanced Power Receiver for Motion-Free Capsule Endoscopy Inspection," Biomedical Engineering, IEEE Transactions on , vol.59, no.11, pp.3247,3254, Nov.

Radiom, S., Baghaei-Nejad, M., Aghdam, K., Vandenbosch, G. A., Zheng, L. R., and Gielen, G. G. (2011). Far-Field On-Chip Antennas Monolithically Integrated in a Wireless-Powered 5.8-GHz Downlink/UWB Uplink RFID Tag in 0.18-Standard CMOS. Solid-State Circuits, IEEE Journal of, 45(9), 1746-1758.

Zed T, Mark C, Takahiro K, (2012). ANSYS, Inc. Wireless Power Transfer Using Maxwell and Simplorer

INVESTIGATING THE OPERATIONAL PARAMETERS OF A CENTRIFUGAL PUMP USED IN REVERSE MODE AS TURBINE FOR ELECTRICITY GENERATION

Olaore Kayode.Olatunde

Kwara State Polytechnic, Department of Physics

Prof. Danshehu Bagudu.Gwadangwaji

Usmanu Danfodiyo University, Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering

Usman Abdulkarim

Kwara State Polytechnic, Department of Physics

ABSTRACT

For thousands of years human beings have used the power of flowing water for various activities. However, there are several other ways we can generate energy using the power of water. This paper tends to demonstrate by experiment that the best efficiency point of a centrifugal pump both in direct and reverse mode can be investigated and used to determine electricity generation in a micro hydro scheme to power rural areas that might not be connected to the national grid. Investigations were done to test and measure the fuel rate of consumption of the centrifugal pump running in pump mode. The results demonstrated that the efficiency is indirectly proportional to the fuel level. The pressure and velocity head were also determined. The maximum velocity of flow was $3 \cdot 90$ m/s at a pressure gauge of 39 pal. Investigations were also done by testing the centrifugal pump in the pump mode to determine its best efficiency point (BEP) which was 71%. In the pump mode investigation, the measured parameters were flow rate ($8 \cdot 17$ m³/s), speed (3589 rpm), power output ($129 \cdot 91$ Watts), power input ($183 \cdot 02$ Watts) and velocity flow ($3 \cdot 90$ m/s). The investigation shows that for the generation of electricity the centrifugal pump can be used as an alternative to a turbine.

Keywords: Centrifugal Pump, Small Hydro Power (SHP), Pump as Turbine (PaT), Pump Efficiency

Nomenclature

SHP = Small Hydro Power

a = the submerged cross – sectional area

A = the total cross – sectional area of the tank's side.

Vol_p = Volume of petrol in tank in liter

L = Length of tank in meter

D = Diameter of tank in meter

T_s = The hour on the gauge at the start, in seconds

T_E = The hour on the gauge at the end, in seconds

P_{out} = Power Output

$S_{(rpm)}$ = Speed (Revolution per minute)

PWL = Pumping water level (m)

H_f = Sum of all Friction losses (m)

OP = Operating Pressure (psi)
Q = the flow rate
A = the diameter of the pipe
g = the acceleration due to gravity
 η = the efficiency of the pump
 P_{out} = the power output of the pump
 P_{in} = the power input of the pump

1. Introduction

For thousands of years human beings have used the power of flowing water for various activities. Ancient civilizations used wooden paddle wheels to grind wheat and corn into flour. Hydro means Water in Greek, the word hydropower traditionally represents the energy generated by damming a river and using turbine systems to generate electrical power (Westra, 2008). However, there are several other ways we can generate energy using the power of water. Ocean waves, tidal currents and ocean water temperature differences can all be harnessed to generate energy.

Due to the depletion of natural resources and the global environmental problems, there is an international call for the need to develop renewable energy sources which have minimal environmental impact. Out of all the renewable energy resources one of the most mature techniques for renewable power generation is hydro-electric power. Large numbers of hydroelectric power generation plants are found in various countries of the world and the technology is now quite mature (Karassik et.al, 2008). However, considering the benefit from the economics of scale the possibility of implementing a policy of building large scale hydroelectric power generation plants is not always technologically, economically and environmentally feasible (Westra, 2008). Consequently, the interest in small scale hydroelectric power generation is increasing in most part of the developing countries of the world. In most cases construction costs for such plant are relatively high when compared with the small amount of power generation they produce. The high cost of construction limits the possibility for its proper implementation. If the cost of construction could be decreased small scale hydroelectric power production could become the more preferred renewable energy scheme the world over, most especially in the third world.

It is a well-known fact that electrical energy allows people to have better living conditions. Unfortunately in Nigeria there are still isolated places without the possibility of acquiring this all important resource. Some rural areas that are still not connected to the national grid exposes an opportunity where solutions could be found using pumps as turbines as an option or alternative to solving the electrical energy need.

For very low hydroelectric power plants (power less than 100 kW), the possibility of using pumps instead of turbines deserves optimum consideration which could be used for stand-alone or dual electricity generation purposes, even though there is an efficiency drop, a significant reduction in the capital cost of the plant gives it an advantage of the order of 10 to 1 or even more (Robinson, 1988). The reverse working mode of a centrifugal pump is now being investigated and the technology for their use in electrical power generation is now scantily available. The advancement in electrical machinery control technologies, that allows the driving regulation with variable velocity, rotation sense and torque has created the possibility of the utilization of pumps working in inverse mode for power generation.

All known conventional turbines have inlet guide vane but a centrifugal pump working in reverse mode does not have one, This makes the variable discharge characteristic slightly different from that of common turbines. However, the reverse running mode of a centrifugal pump has the advantage of uniform quality, simple construction and durability. A reverse running pump turbine also has almost same efficiency as the pump, which is competitive with other turbine types; a small number of parts enable easy maintenance and inspection. (Fernandez, et al 2004).

In this research, the characteristics of a specific pump acting in inverse mode against rotational speed are examined. To accomplish this, a suitable facility has been designed, built and characterized.

2.0 Materials and Methods

2.1 Materials

The following are the materials and instruments that were used and selected for the experiment: two centrifugal pumps, PVC pipes, PVC sockets, PVC elbows, PVC gum, thread seal tape, a galvanized iron tank, nuts, bolts, belt, sole blade and gauge valves. A large PVC ground tank, an overhead galvanized iron tank, a tachometer and a manometer. Some iron flat bars were used to repair and support the galvanized iron tank.

Table 1: List of Materials and Instrument used;

S/N	Material/Instruments	Pump Specification	Turbine Specification
1	Centrifugal Pump	3.8 hp	3.8 hp
2	Gauge Valve	51 mm	79 mm
3	Intake Pipe	Diameter 51 mm	Diameter 79 mm
4	Out Pipe	Diameter 65 mm	Diameter 68
5	Ground Tank	As Adequate	As Adequate
6	Tachometer	Cyber Tech. (NUSPSC 25174406)	Cyber Tech. (NUSPSC 25174406)
7	Manometer	Canstock (csp 14719981)	Canstock (csp 14719981)
8	Stop Watch	Digital	Digital
9	Impeller	Open Type	Pelton Type

2.2 Methods

Performance Test on the Pump

For the experimental set-up on the test performance of the pump a $0.08 \times 0.08 \times 0.2$ (m) centrifugal pump was used and connected to a 1.5 hp (1.1KW) motor. The schematic diagram (Fig.1) illustrates the experimental set up of the pump and motor test. Connected to the pump and motor are the inlet pipe, the discharge pipe, the Orifice meter, the tank and various instruments that were used for the measurements.

The centrifugal pump was connected to three (3) inch pipes coupled with delivery and discharge valves which were used to vary the flow rate of water as desired. The manometer and orifice meter were used to measure the pressure on the pump discharge head, while the tachometer was used to measure the speed of the pump at different flow rate by placing it at the extreme end of the shaft of the engine.

A digital stop watch was used as the timing device to measure the time of the rotation of the engine in revolution per minute at an interval of twenty minutes (20 min). This was done to take record of the pump speed and the pressure difference. Three moderate size local calabashes were placed on the top of the water in the tank so as to reduce turbulence while the test experiment was on going. The water returns back to the tank and the water recycling was continued until all measurements were concluded. This process was repeated six times and readings were equally taken for time the process was repeated.

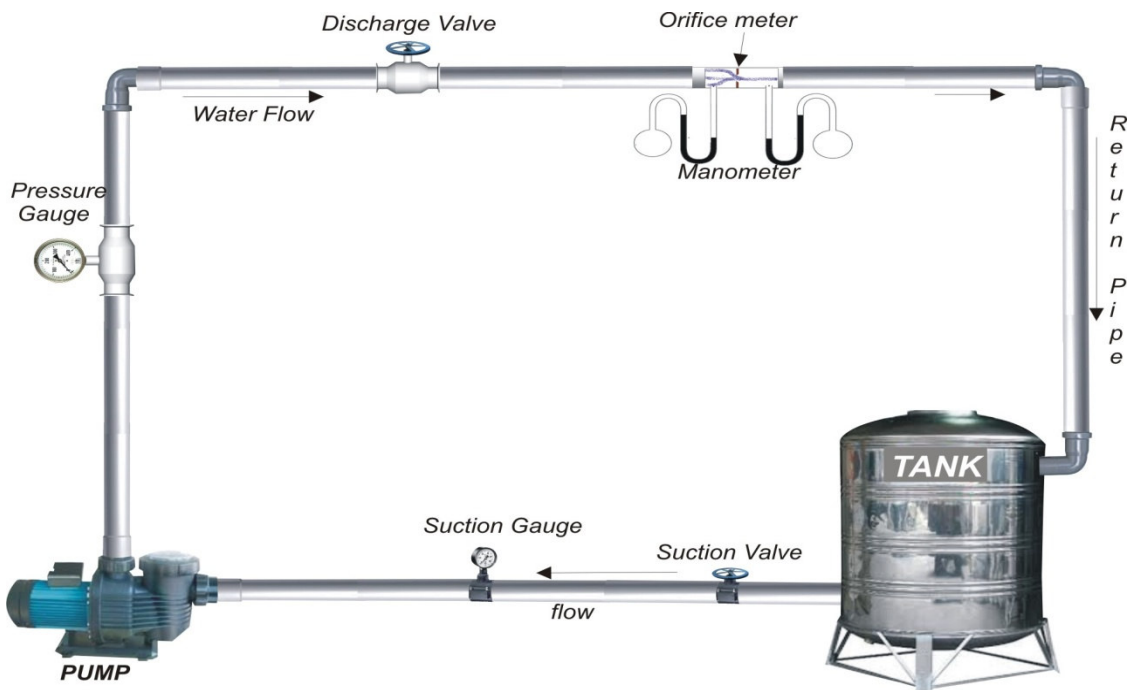


Figure. 1 Pump Test Schematic Diagram

Centrifugal Pump Test

1. Determination of Flow Rate (Q)

Using the process adopted by Thapar (1984) and Boys (1987) the flow rate was determined. See equation (2.1)

$$Q = 1.73\sqrt{\Delta h} \text{ l/s} \quad (2.1)$$

Q is the flow rate in liter/second and
 Δh = pressure differential in cm Hg

2. Determination of Power Input

2.1. Measuring and Calculating Power Input(P_{in}) - Fuel (Petrol) Rate (P_R) of Consumption-

To measure the rate of fuel (petrol) consumption for running and testing the Centrifugal pump in pump mode which is the power input of the pump, the method adopted by Henggeler et.al. (2005) was used.

This Volumetric method can be used to calculate Petrol rate (P_R) which in turn is also the power input by measuring the gross changes in bulk volume over a longer period of time.

This is done by calculating the amount of petrol used by the centrifugal pump during a set duration of one hour (60 minutes)

This is achieved by dipping the current surface level of the petrol inside the tank with a clean meter rule, the level is marked and recorded. After doing this the centrifugal pump was switched on and immediately the stop watch was started. The centrifugal pump was allowed to run for one hour at a particular speed (rpm). The flow rate was than measured. This procedure was repeated six different times at different speed (rpm). After the end of every hour of running the test the meter rule was dipped inside the tank of the centrifugal pump and the new level was marked and recorded both on the meter rule and on the tank. Noting that the tank of the centrifugal pump which is always cubic shaped without graduated markings, there was a need to calculate the liter of petrol inside the tank based on tank length, diameter and the depth of fuel surface.

The volume of petrol in liter inside the tank of the centrifugal pump at any instance is given by,

$$Vol_p = \frac{a}{A} 137 \cdot 2 LD^2 \quad (2.2)$$

The quantity of petrol used during the time period is then the difference in liters (ΔVol_p) as determined by equation (2.3) calculated at the end of the period versus what it was at the start of the period. To turn these volumetric amounts into Petrol consumption rate P_R the difference in volume (ΔVol_p) was divided by the additional clocked hours on the gauge that was first marked down from the original amount. Equation (2.3) calculates the petrol consumption rate P_R for this period. (Henggeler et.al. 2005)

$$P_{in} = \frac{137 \cdot 2 LD^2 \left(\left[\frac{a}{A} \right]_S - \left[\frac{a}{A} \right]_E \right)}{T_S - T_E} \quad (2.3)$$

3. Determination of Speed

The speed was measured (in rpm) with an optical electronic hand held tachometer. The tachometer was place at the end of the pump shaft so the reading could be taken accurately.

4. Determination of Power Output

The method of Henggeler et. al. (2005) to calculate the power output (P_{out}) of the centrifugal pump in pump mode test was adopted. The generated water horsepower was used as the power output(P_{out}). It was calculated from equation 2.4

$$P_{out} = \frac{S_{(rpm)}(PWL+H_f+[1 \cdot 84 \times O.P])}{3960} \quad (2.4)$$

5. Determination of Pressure

A manometer and orifice meter was used to measure the pressure. They were mounted on the discharge pipe few distance away from each other and the readings was recorded.

6. Determination of Efficiency

The process used by Raman et al. (2013) was adopted to determine the pump efficiency. From equation 2.5

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \quad (2.5)$$

3.0 Results and Discussion

The results are presented in standard units under the micro hydropower standard and centrifugal pump performance evaluation.

3.1. Effect of Efficiency on Speed (Pump)

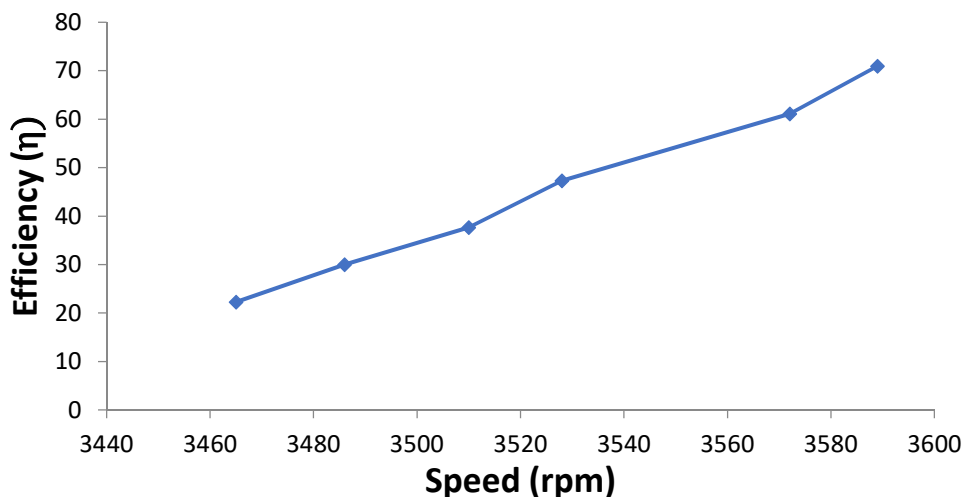


Figure1. Effect of Pump Speed on the Efficiency of the Pump

The graph is a curvilinear and portrays the fact that as speed of the pump increases the efficiency of the pump also increases, where the maximum speed at which the pump was run for the pump test was 3589 rpm, the best efficiency point (BET) of the pump was 70 · 98%. This is the point at which the pump gives its best performance. Considering the study carried out by Jose (2010), where an efficiency of 44% was obtained. The lower value obtained compared to the 70 · 98% in this study was due to hydraulic losses associated to the type of centrifugal pump he used.

The regression analysis shows that the P-value is 0.000012, see figure 7, hence it is significant because it is less than the alpha level. The coefficients:- the efficiency increases by 0.385 for every one point increase in speed. The intercept is -1311.35. R Square is 0.994; this is a good fit to the data. Multiple R is 0.997, it is a good fit and the correlation coefficient gives a better linear data relationship between the variables.

3.2 Effect of Efficiency on Flow Rate (Pump)

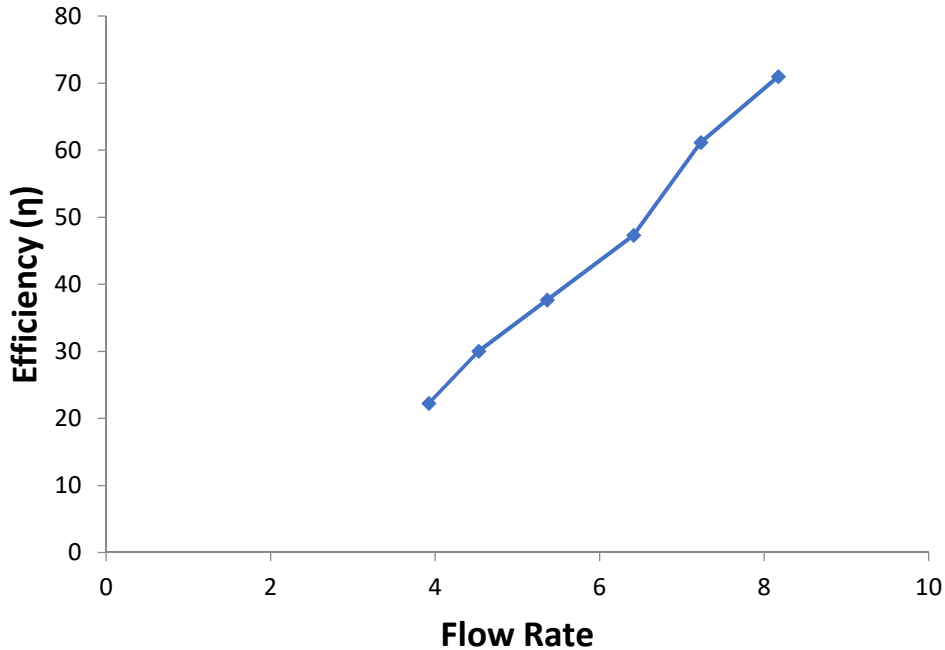


Figure 2. Effect of Flow rate on the Efficiency of the Pump

It is clear from the graph that the higher the flow rate, the better the efficiency of the pump.(Fernandez et al. 2004).The maximum flow rate in the pump mode is $8.7 \text{ m}^3/\text{s}$ This is so because increasing flow rate during pump mode test led to lower pressure of the fluid at the suction part of the pump which caused formation of bubbles during the running of the pump test and thereby allowed cavitation in the pump as observed by Teuteberg (2010) and Nautiyal et al. (2011)

For the regression analysis, see figure 8, R Square value is 0.9896, this has a good fit to the data, 98.9% of the efficiency of the pump is explained by the flow rate. The P-value is 0.01306 it is significant and has a good relation between flow rate and efficiency. The coefficient:- the efficiency increases by 11.430 for every one point increase in power input. The intercept is -23.183 . Multiple R is 0.995, it has a good fit and the correlation coefficient has a better linear data between the variables.

3.3 Effect of the pump Fuel Consumption on Efficiency

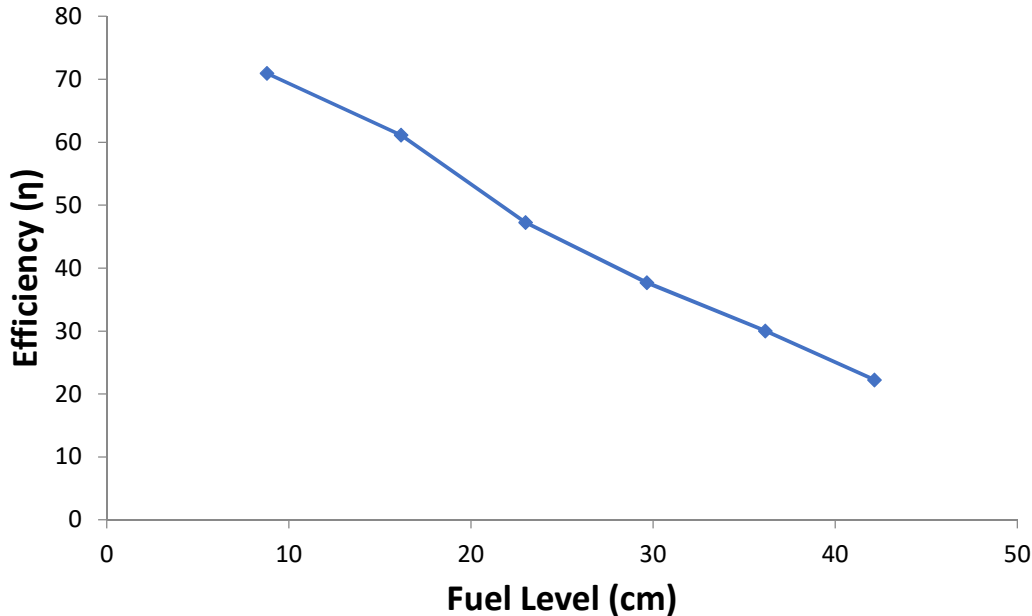


Figure 3. Variations of Fuel Level with Efficiency

As the speed (rpm) of the pump increases the flow rate also increases causing the rate of fuel consumption to increase thereby bringing about increased drop in the fuel level in the tank of the centrifugal pump. Figure 3 indicates a trend curve that shows that the efficiency is indirectly proportional to the fuel level in agreement with Henggeler et al. (2005).

In the regression analysis see figure 9, P-value is 0.00000122, it is significant and there is a good relationship between the fuel level and efficiency. The coefficient:- the efficiency increases by -1.487 for every one point increase in fuel level. The intercept is 83.54 R Square is 0.993, this is a good fit to the data. Multiple R is 0.996, it is a good fit and the correlation coefficients give a better linear data relationship between the variables.

3.4 Effect of Efficiency on Pump Power Input

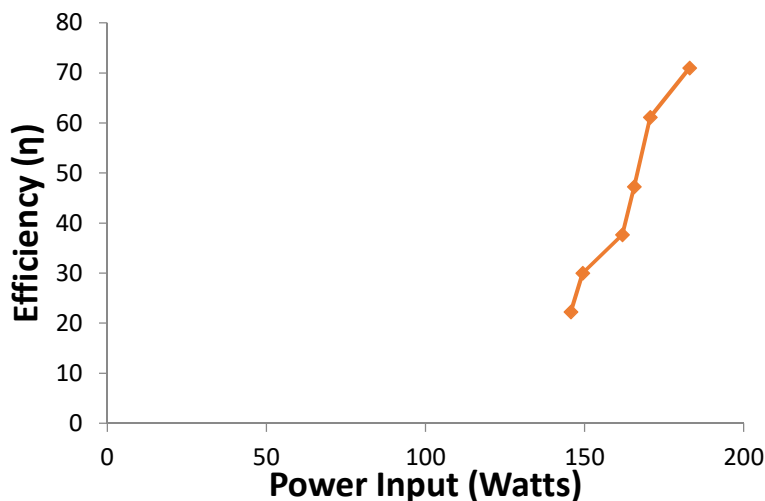


Figure 4 Effect of Power Input on the Efficiency of the Pump

The graph gave a sharp curvilinear shape in the pump mode and demonstrates that as efficiency was increasing the power input was also increasing. This result agrees with the work of Heng (1992) and Raman and Hussein (2009). At the maximum efficiency of 70 · 98%, the power input was 180 watts, and at the minimum efficiency is 22 · 27% with a power input of 147 · 67 watts. This result also agrees with that of Rusovs (2002) and Heng (1992).

For the regression analysis see figure 10, R Square value is 0.953, this has a good fit to the data, 95 · 2% of the efficiency of the pump is explained by the power input. The P-value is 0 · 00198 it is significant and has a good relation between power input and efficiency. The coefficient:- the efficiency increases by 1 · 404 for every one point increase in power input. The intercept is –182 · 82. Multiple R is 0 · 976, it has a good fit and the correlation coefficient has a better linear data between the variables.

3.5 Effect of Power Output on the Pump Efficiency

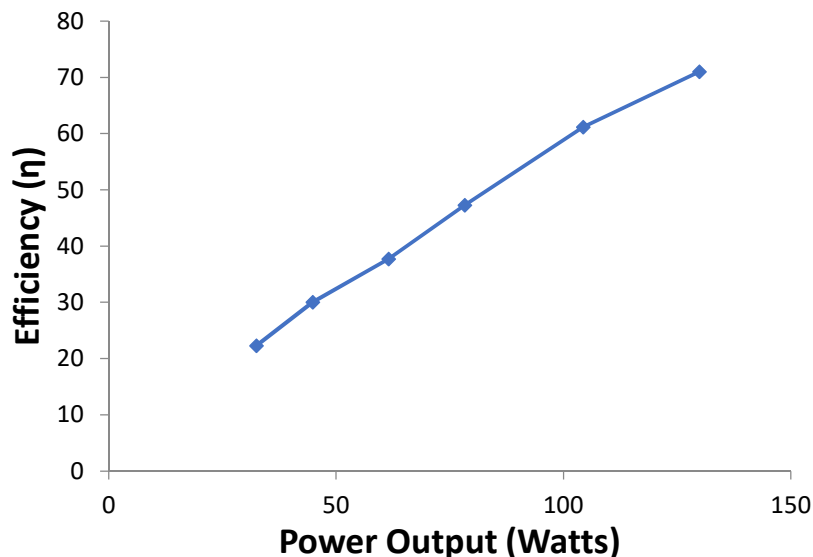


Figure 5. Variation of Power Output with Efficiency

This characteristic curve proves that the higher the fluid discharge rate the higher the power output and this gives a corresponding better efficiency of the pump. The curve trend shows that the efficiency is directly proportional to the pump power output. The peak power output of 129.91 watts has an efficiency of 70 · 98%. This result agrees with that reported by Nuatiyal et al. (2011) and Teuteberg (2010).

For the regression analysis see figure11, R Square value is 0.996, this has a good fit to the data, 99 · 6% of the efficiency of the pump is explained by the power output. The P-value is 0 · 00607 it is significant and has a good relation between power output and efficiency. The coefficient:- the efficiency increases by 0 · 5047 for every one point increase in power output. The intercept is 6 · 933. Multiple R is 0 · 998, it has a good fit and the correlation coefficient has a better linear data between the variables.

3.6. Effect of Flow Rate on Power Output (Pump)

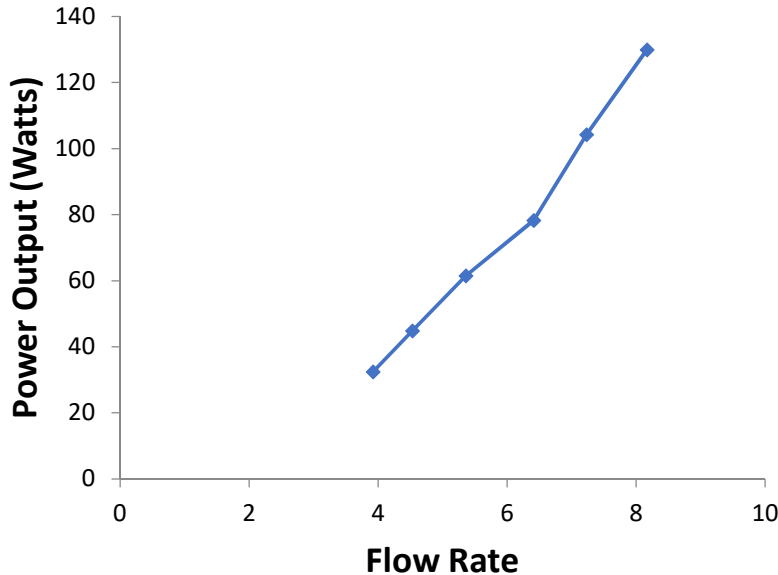


Figure 6. Variation of Power Output with Flow Rate

Figure 6 shows that the power generated is directly proportion to the flow rate, it is in agreement with the result obtained by Raman et al. (2013). This shows that as flow rate increases the power output also increases. Six different flow rate values were used to obtain flow characteristics in the test running of the pump in the pump mode. In the pump mode test, the flow rate changed from $3 \cdot 92 \text{ m}^3/\text{s}$ to $8 \cdot 17 \text{ m}^3/\text{s}$ at different increasing speed (rpm) of the pump where the optimal rate of flow is $8 \cdot 17 \text{ m}^3/\text{s}$ which is the peak since the graph gave a curvilinear.

Figures 3, 4 and 6, all shows that the characteristic curves of this work is in conformity when compared with the result obtained by Raman (2009). The results obtained also shows similar trend although the specific speed and its efficiencies are higher in this study.

4. Conclusion

The set out task was to investigate by experiment and carry out measurements on a centrifugal pump operating in direct and reverse mode to access it's capability to generate electricity and supply isolated rural villages or stand alone urban homes. The experiment demonstrated that the fuel consumption when running the centrifugal pump was indirectly proportional to the efficiency. The investigation revealed that the best efficiency point of the centrifugal pump in direct mode was $70 \cdot 98\%$, while other measured parameters were flow rate ($8 \cdot 17 \text{ m}^3/\text{s}$), speed (3589 rpm), power output (129.91 Watts), power input (180.02 Watts) and velocity flow ($3 \cdot 90 \text{ m/s}$). Conclusively the centrifugal pump with the level of it's efficiency has the capacity to operate as a turbine to generate electricity.

REFERENCE

- Boys J.T. (1987) A Low-Cost AC Generating System Suitable for use with Small Hydro Plants. PhD. Thesis University of Auckland, New Zealand. PP 2-8.
- Fernandez, J., Blanco, E., Parrondo, J., Stickland, M.T. and Scanlon, T.J. (2004) Performance of a centrifugal pump running in inverse mode. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part A: Journal of Power and Energy, 218 (4). pp. 265-271.
- Heng S.S. (1992) The Design Of A 5kW Microhydro Generating Set. PhD. Thesis, University of Canterbury, United Kingdom. 13pp, 17pp, 32pp.
- Henggeler J. Henry C. and Nicholes K. (2005) Measuring Fuel Consumption to Estimate Engine Efficiency
- He Zhang. (2011) Optimal Sizing And Operation of Pumping Systems To Achieve Energy Efficiency And Load Shifting. PhD. Thesis, University of Pretoria, South Africa. 16-17pp, 22pp.
- Jose David V.J. (2010) Numerical Simulations On A Centrifugal Pump Operating In Turbine Mode. PhD. Thesis, Eafit University Engineering School, Medellin, Colombia. 23-27pp.
- Karassik I., Messina J., Cooper P. and Heald C. (2008). Pump Handbook 4th edition New York: Mc Graw Hill, 542 pp.
- Mohd Azlan Ismail, Al Khalid Othman, Shahidul Islam, and Hushairi Zen (2014). End Suction Centrifugal Pump Operating in Turbine Mode for Microhydro Applications, Review Article. Hindawi Publishing Corporation Advances in Mechanical Engineering Volume 2014, Article ID 139868, 7 pages <http://dx.doi.org/10.1155/2014/139868>.
- Nautiyal H. Varun, Kumar A. and Yadav S. (2011) Experimental investigation of centrifugal pump working as Turbine for Small Hydropower System. Energy Science and Technology, Vol.1, No.1, pp. 79-86.
- Raman N. and Hussein I, (2009). Micro Hydro Potential at Sg. Sering, Keraboi, Region, Jelebu, Negeri, Sambilan International Seminar on Advances in Renewable Energy. (ISARE 2009) 27-29 April 2009 University Tenaga Nasional.
- Raman N. Hussein I. Palanisamy G. and Foo B.(2013). An experimental Investigation of Pump as Turbine for Micro Hydro Application. The 4th International Conference on Energy and Environment, IOP Conference Series; Earth and Environmental Science 16.
- Robinson P. (1988) Microhydro in Papua New Guinea-the experiences of an electrical engineer. Power Engineering Journal. Vol. 8. PP 273-280.
- Rusovs D. (2002). Pump Application As Hydraulic Turbine-Pump As Turbine (PAT), Lapas galvanis (header) atstaj neizmatotu.
- Singh P., (2005) Optimization of the Internal Hydraulic and of System Design in Pumps as turbines with Field Implementation and Evaluation, PhD Thesis, University of Karlsruhe, Germany.
- Tanbhir. Hoq, Nawshad U. A., N. Islam, IbneSina, K. Syfullah, Raiyan Rahman, (2011) "Micro Hydro Power: Promising Solution for Off-grid Renewable Energy Source ", International Journal of Scientific & Engineering Research, Volume 2, Issue 12, December-2011 1 ISSN 2229-5518 IJSER © 2011 <http://www.ijser.org>
- Teuteberg B.H. (2010) Design of a Pump-As-Turbine Microhydro System for an Abalone Farm; PhD Thesis, Stellenbosch University South Africa
- Westra R.W. (2008) ,Inverse-design and optimization methods for centrifugal pump impellers. PhD. Thesis, University of Twente, Enschede, Netherland. 34pp.

DERİN ÇEKME İŞLEMİNDE ZIMBA HIZI DEĞİŞİMİNİN VE YAĞLAYICI KULLANIMININ ETKİLERİNİN NÜMERİK VE DENEYSEL OLARAK İNCELENMESİ

Caner YALÇIN

Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı
ORCID: 0000-0003-3647

Rabia EDİS

Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı
ORCID: 0000-0003-3293-5516

M. Sc. Ömer Emre UÇAKKUŞ

Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı
ORCID: 0000-0003-0918-2886

Prof. Dr. Tamer SINMAZÇELİK

Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü, Konstrüksiyon Anabilim Dalı
ORCID: 0000-0002-3276-5820

ÖZET

Sac şekillendirme prosesi günümüzde çok geniş alanlarda uygulanan önemli yöntemlerden birisidir. Bu prosesin doğası gereği şekillendirme birbirine temas eden metalik yüzeyler ile oluşur. Bu temas sonucu sürtünen yüzeyler arasında oluşan kusurlar üretim performansını, ürün kalitesini ciddi anlamda etkileyerek üretimin verimini etkilemektedir. Bu yüzden aşınma, sürtünme ve yağlayıcının temasta olan yüzeyler arasında etkisinin incelenip optimize edilmesi gerekmektedir. Prosesin doğası gereği temas eden yüzeylerden kaçınmak mümkün olmayacağından amaç sürtünmenin ve sonrasında oluşacak etkilerin mümkün olduğunca kontrol edilebilir olmasıdır.

Sac metal şekillendirme işlemleri kesme, bükme, gererek şekillendirme ve derin çekme olarak temelde dörde ayrılabilir. En karışık ve zorlu işlem derin çekme işlemidir. Otomotiv sektöründe kompresör, havalı fren sistemi parçaları üretiminde ve daha birçok alanda derin çekme işlemi ile şekillendirilmiş parçalar kullanılır. Zimba geometrisi, zimba hızı, kalıp geometrisi, sac malzeme, pot baskısı ve prosesin gerçekleştiği ortam şartları gibi birçok parametre etkisi altında sac metal şekillendirilir. Tüm parametrelerin incelenerek etkilerinin belirlenmesi oldukça zordur. Mümkün oldukça seri üretim koşulları altında optimum şartlar sağlanarak işlemler gerçekleştirilmelidir. Optimum şartlar ise simülasyon programlarıyla analiz edilerek elde edilmektedir. Böylece üretimdeki deneme sayısı azaltılarak verimlilik artırılmış olur.

Bu çalışmada otomotiv sektöründe sıklıkla kullanılan DD13 (Erdemir 6224) sac malzemesinin derin çekme işlemi simülasyonu için farklı zimba hızları ve farklı yağlama koşulları AUTOFORM programı ile simüle edilmiş, zimba hızı ve yağlamanın şekillendirme üzerine etkileri incelenmiştir. Daha sonra universal cihazda deney yapılarak simülasyon sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sac Metal Şekillendirme, Simülasyon, Triboloji, Yağlayıcı, Zimba Hızı

A NUMERICAL AND EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF PUNCH SPEED AND USED LUBRICANT IN DEEP DRAWING PROCESS

ABSTRACT

The sheet metal forming process is one of the most important methods applied in a wide range of areas. Due to the nature of this process, shaping occurs with metallic surfaces in contact with each other. The defects that occur between the friction surfaces as a result of this contact seriously affect the production performance, efficiency and product quality. Therefore, it is necessary to examine and optimize the effect of wear, friction and lubricant between the surfaces in contact. Due to the nature of the process, it will not be possible to avoid contacting surfaces, so the aim is to control friction and effects as much as possible.

Sheet metal forming basically can be divided into four steps as cutting, bending, stretch forming and deep drawing. The most complex and hard step is deep drawing. In the automotive sector, parts shaped by deep drawing process are used in the production of compressors, air brake system parts and in many other systems. Sheet metal is formed under the influence of many parameters that punch geometry, punch speed, die geometry, sheet material, pot pressure and environmental conditions of the process. It is very difficult to examine all parameters and determine their effects. As much as possible, operations should be carried out under optimum conditions respect of mass production conditions. Optimum conditions are obtained by simulation programs. Thus, productivity is increased by reducing the number of trials in production.

In this study, different punch speeds and different lubrication conditions were simulated with the AUTOFORM program for the deep drawing process of DD13 (Erdemir 6224) sheet material, which is frequently used in the automotive industry, and investigated the effects of punch speed and lubrication on shaping. Then, an trial/prototype was performed on a universal test machine and compared with the simulation results.

Keywords: Sheet Metal Forming, Simulation, Tribology, Lubricant, Punch Speed

1. GİRİŞ

Sac metal şekillendirme işlemlerine bakıldığında hızlı deformasyona uğrayarak üretim verimliliğini ciddi derecede etkileyen derin çekme operasyonları, sıvama işlemleri ön plana çıkmaktadır. Bu kapsamda derin çekme işlemi için simülasyon yapılarak elde edilen sonuçların yapılacak literatür taraması sonucu kazanılmış bilgiler doğrultusunda değerlendirilerek ilgili parametrelerin proses üzerine etkisi detaylandırılmıştır.

Proses kurgusu AUTOFORM simülasyon programı kullanılarak oluşturulmuş ve ortaya çıkan sonuçlar değerlendirilerek tasarlanmıştır. Derin çekme işleminde zımba hızının ve yağlama durumunun etkisi incelenmiştir. 0,25 mm/sn, 1 mm/sn zımba hızları kullanılarak “PreLube” ve “Blank Wash” olmak üzere iki farklı yağlama durumu ile simülasyonlar gerçekleştirilmiş ve şekillendirilebilirlik, kuvvet, kalınlık açısından elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir.

2. SAC METAL ŞEKİLLENDİRME

Günümüz üretiminde her ne kadar plastik, kompozit, metalik köpük vb. ürünler kullanılarak üretilen parça sayısı artsa da kritik noktalarda gerekli mukavemet, ömür vb. birçok özellik gerektiren ürünler hala çeliğin kullanılmasını gerektirmektedir. Bu sebeple metal şekillendirme işlemleri çok kullanılan önemli üretim yöntemlerindedir.

Bilindiği gibi dış kuvvetlerin etkisi sonucu akma sınırının üstünde bir kuvvete maruz kalan metal plastik deformasyona yani kalıcı şekil değişimine uğramaktadır. Sac metal şekillendirme işlemi bu teoriye dayanmaktadır.

Sac metal şekillendirme işlemleri günümüzde mekanik veya hidrolik preslerle yapılan işlemlerdir. Farklı kalınlıklarda sac metal istenilen parçaya yönelik farklı operasyonlar sonucu şekillendirilerek birbirinden farklı ürün elde edilmesi amaçlamaktadır. Sac metaller genelde 6 mm ve altında kalınlığa sahiptirler, kalınlıkları genişlik ve uzunluğuna göre daha incedir. Daha fazla kalınlığa sahip ise bu parçalar plaka olarak adlandırılmaktadır. Sac metal şekillendirme işlemleri çok geniş ve farklı alanlarda kullanılmakta olan parçaların üretimi için kullanılan önemli bir yöntemdir. Kullanılan saclar kalın ve gevrek olmadığı sürece soğuk şartlarda dahi şekillendirilebilmektedir.

Sac metal şekillendirmede haddelenmiş ve belirli bir kalınlığa sahip sac metal, dişi ve erkek kalıp olmak üzere iki kalıp arasında işlem görerek nihai ürün olarak ortaya çıkmaktadır. Zimba (punch) olarak adlandırılan erkek kalıp hareketli olan ve preste üst tablaya bağlanan kısma verilen isimdir. Aynı zamanda bu parça ıstampa olarak da adlandırılmaktadır. Dişi kalıp (die) olarak adlandırılan kısım preste hareketsiz olarak alt tablada kalan kısımdadır. Aynı zamanda matris olarak da adlandırılmaktadır. Sac metal, zimba ile dişi kalıp arasında kalarak şekillenmektedir. Bu işlemler sırasında basma ve çekme kuvveti uygulanması sac metal şekillendirmenin temelini oluşturmaktadır.

2.1. Derin Çekme İşlemi

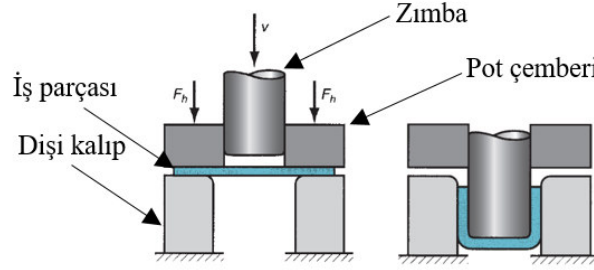
Sac metal şekillendirme işlemleri, hızlı deformasyonu sağlayarak üretim verimliliğini ciddi derecede etkileyen, zorlu ve birçok parametrenin (pres, kalıp, tasarım, kullanılan malzemeler, yağlayıcılar) etki ettiği karmaşık bir yapıya sahiptir. Derin çekme işlemleri tüm parametrelerin etkileşimlerinin değerlendirilmesinin zor olduğu bir uygulamadır [1]. Otomotiv ve havacılık endüstrisi gibi farklı alanlarda çok kullanılan şekillendirme yöntemlerinden biridir.

Derin çekme işleminin temelini baktığımızda amaç düzlemsel sac metali zimba vasıtasıyla kalıp boşluğuna iterek plastik deformasyon ile istenilen derinlik ve boyutlara sahip üç boyutlu mühendislik parçalarının elde edilmesidir. Bu proses sonucu ortaya çıkan ürün derinlikleri ürün çapına göre daha büyüktür. Üretilen ürünlerin kalitesi, nihai duvar kalınlığına, kırışksız ve yırtılmamış olmasına göre belirlenir. Şekillendirme için gereken kuvvet; malzemenin plastik bölgeye geçebileceği kadar büyük, kuvvet ortadan kalktığında ürünün geri yaylanmaması ve elastik olarak deforme olmamasını sağlayacak kadar yeterli olmalıdır. Derin çekme birden çok aşamadan oluşabilen işlemler sonrası sıkıştırma-germe sonucunda parça üzerinde çekme ve basma gerilmelerini aynı anda meydana getiren ve sac metalin kalıp şeklini alarak ürün haline gelmesini sağlayan karmaşık bir işlemdir [2-4].

Derin çekme işlemi ile montaja gerek duymadan minimum hammadde kullanımı ve minimum fire oranı ile ürün eldesi söz konusu olabilmektedir. Derin çekme işlemi iki farklı şekilde gerçekleştirilebilmektedir. İlki saf çekme denilen sac malzemenin kalınlığında bir değişim olmadan yapılan işlemdir. Diğeri ise ütüleme denilen, sac kalınlığında azalma ile gerçekleştirilen işlemdir [5].

Derin çekme işlemi pot çemberi diğer adıyla baskı plakası kullanılarak veya kullanılmadan yapılabilmektedir. Pot çemberi baskısı sacın istenilen şekillendirme koşulları çerçevesinde kalıba akmasına izin verecek ancak kırışmaya müsaade etmeyecek miktarda olmalıdır.

Şekil 1’de görüldüğü gibi zımba hareketi ile sac malzemenin kalıp boşluğuna itilerek sacın konkav hale gelmesiyle derin çekme işlemi gerçekleştirilmiş olur.



Şekil 1. Derin çekme işlemi [6]

Bir derin çekme operasyonu için, bazı yaklaşımlar kullanılarak tasarımın oluşturulması prosesin sağlığı açısından önemlidir. Kalıp ile zımba arası boşluğun (c), sac kalınlığından (t) en az %10 fazla olması gerekmektedir. Diğer bir önemli parametre DR derin çekme oranıdır. Bu oran Denklem (1)’de görüldüğü gibi D_b sac metal çapının, D_p zımba çapına oranlanması ile hesaplanmaktadır ve maksimum değeri 2 civarındadır [6].

$$DR = \frac{D_b}{D_p} \quad (1)$$

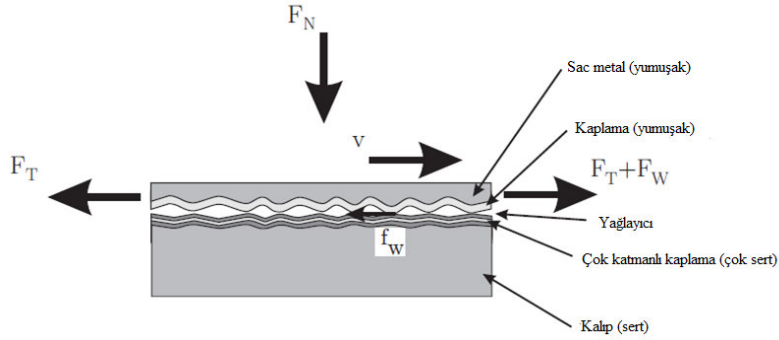
Ayrıca sac kalınlığının sac metal çapına oranının ise %1’den büyük olması istenmektedir aksi halde oranın küçülmesi kırışıklığa neden olmaktadır [6].

2.2. Sac Metal Şekillendirme Tribolojisi

Triboloji sözcüğü Yunanca ‘tribos’ yani kayma anlamına gelen kelimedenden türetilmiştir. Günümüzde sürtünme, aşınma ve yağlama başlıklarını kapsayan çalışmaların genel adıdır. Triboloji kelimesinin kullanımı yeni olsa bile içeriği açısından çok daha uzun yıllardan beridir kullanılmaktadır.

Triboloji birbirine belirli bir basınç altında temas eden ve hareket halindeki yüzeyler arasında geçerlidir. Temas halinde olan yüzeylerin kimyasal ve fiziksel yapıları zamanla değişmektedir. Üretim göz önüne alındığında birbiri üzerinde temas eden yüzeylerden ve temas sonucu oluşan hata ve kusurlardan kaçmak mümkün olmamaktadır. Amaç mümkün olduğunca az temas sonucu istenmeyen hata ve kusurların önüne geçmek, olabildiğince minimum baskı kuvveti ve enerji ile üretim verimliliğini arttırmaktır. Sürtünme, aşınma ise her zaman istenmeyen bir durum değildir. Derin çekme uygulamaları dahil pek çok uygulamada var olmaları gereklidir. Gereken sürtünme değerlerinin elde edilmesi, aşınma sorununun ise minimum değerlerde tutulması yağlayıcı kullanımı ile sağlanmaktadır.

Aşınma ve sürtünme olayını gördüğümüz tüm teknik sistemleri tribolojik sistem olarak adlandırabiliriz [7]. Şekil 2’de bir tribolojik sistemi görmekteyiz. Bir tribolojik sistemdeki bileşenleri temas halindeki yüzeyler, yağlayıcı ve çalışma ortamı olarak tanımlayabiliriz.



Şekil 2. Tribolojik sistem [8]

Tribolojik sistemler açık ve kapalı olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Kapalı tribosistemler, zamanla aynı yüzeylerin sürece dahil olması ile yüzey topoğrafyasının düzleşmesi ile aşınmanın azalması ve yağlamanın kolaylaştığı sistemlerdir. Tribolojik koşulların makul doğrulukta tahmini mümkün olabilmektedir. Diğer bir sistem olan açık sistemler, kapalı sistemlerden farklı olarak yüzeylerden birinin sürekli yenilemesini içermektedir. Bu sebeple daha şiddetli tribolojik koşullar altında aşınma tahminleri karmaşık hale gelmektedir. Sac metal şekillendirme işlemleri açık tribosistemin başlıca uygulamalarından bir tanesidir [9].

Sac metal şekillendirme işlemlerine baktığımız zaman önemli olayın sac metal ile kalıp yüzeyleri arasındaki temasta gerçekleştiğini görmekteyiz [10]. Temasın olduğu yerde sürtünme, aşınma ve yağlayıcı parametreleri akla gelmeli ve bu kapsamda işlem triboloji kapsamında incelenmelidir. Amacımız triboloji başlığı altında inceleyeceğimiz parametreleri en aza indirmek değil kontrol altına almak olmalıdır.

Maliyet açısından bakıldığı zaman seri üretim şartlarında prosesin tribolojik şartlarının bire bir test edilmesi uygun değildir. Bu nedenle proses şartlarını simüle eden farklı deneysel test metodları ve sayısal çözümlene programları ile değerlendirmeler yapılarak tribolojik şartlar iyileştirilmeye çalışılmaktadır. Ancak her ne kadar tüm parametreler dikkate alınarak simüle edilmeye çalışılsa da bazı şartların tam olarak sağlanamaması çalışmaların doğruluk payını azaltabilmektedir. Deneysel ortamda farklı denemeler arasındaki bekleme süreleri göz önüne alındığında, seri üretim şartlarında proses devamlılığı sebebiyle oluşacak sıcaklık değerine ulaşamayacak olması verilebilecek örneklerden bir tanesidir. Triboloji çalışmalarında sıcaklığın sürtünme, aşınma ve yağlayıcı üzerindeki etkisi göz ardı edilemeyecek kadar önemlidir.

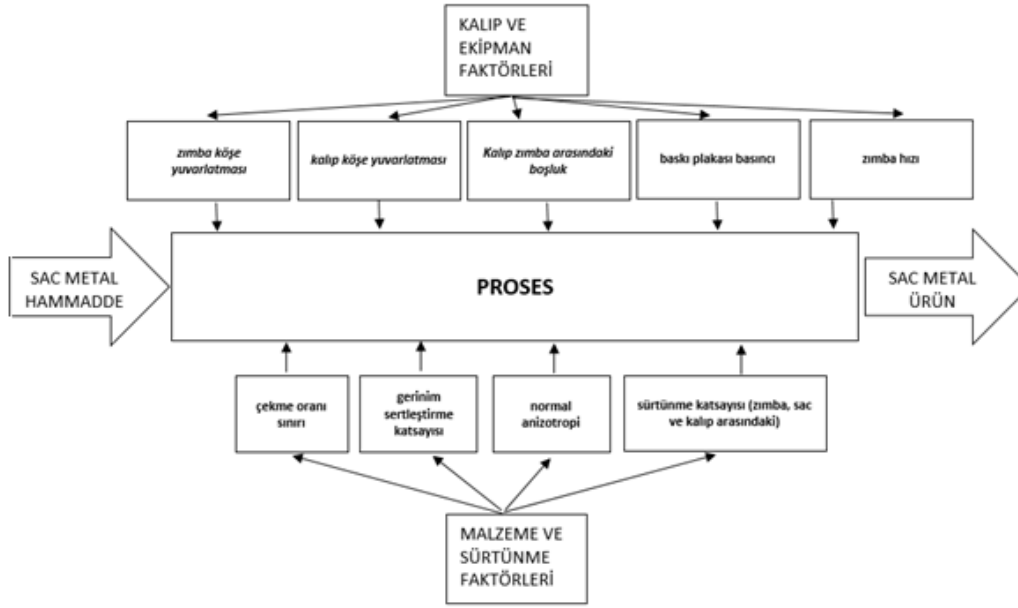
2.3. Derin Çekme İşlemini Etkileyen Faktörler

Derin çekme prosesi özelinde baktığımız zaman etmenler iki ana başlık altında toplanabilmektedir.

- 1) Malzeme ve sürtünme faktörleri (Triboloji)
- 2) Alet ve ekipman faktörleri (Kalıp geometrisi ve işlem koşulları)

Yukarıdaki etmenler birbirleri ile bağlantılıdır. Birinin iyi olması diğerinin kötü olmasını tolere edebilir. Örneğin malzeme kolay biçimlendirilebiliyorsa iyi olmayan kalıp geometrisi ve işlem koşulları altında istenilen ürün eldesi sağlanabilir [5].

Şekil 3'te derin çekme prosesini etkileyen bu parametreleri ve alt başlıklarını daha detaylı görmekteyiz.



Şekil 3. Derin çekme prosesini etkileyen parametreler [5]

Tüm etkenler göz önüne alındığında derin çekme işlemi birçok parametrenin rol aldığı ve oluşabilecek kusurların fazla miktarda olduğu karmaşık bir yapıya sahip olduğu anlaşılmaktadır.

Yapılan araştırmalar sonucu şekillendirme işlemi sırasında yağlayıcı kullanılmadığı durumlarda sürtünme katsayısının genellikle 0,5'ten yüksek olduğu anlaşılmıştır. Nadiren yağlayıcı kullanılmadan 0,5 altında sürtünme katsayısı elde edilir. Bu derece yüksek değerler üründe kusurlara ve yüksek enerji kayıplarına sebebiyet vermektedir. Bu nedenle sac metal şekillendirmede yüzeyler arasında sürtünme kuvvetini ve dolayısıyla ısı oluşumunu istenilen düzeyde tutabilmek ve temas halinde bulunan yüzeylerin aşınmasını azaltmak için çeşitli yağlayıcılar kullanılmaktadır [11].

Kullanılan yağlayıcı temas halinde bulunan iki yüzeyi ayırarak adhezif aşınma olasılığının en aza indirilmesini sağlamaktadır. Ancak fazla yağ kullanımı çeşitli kalite sorunlarına sebebiyet vereceğinden uygun özelliklerde ve miktarda kullanımı önem arz etmektedir.

Doğru yağlayıcı için işlem sıcaklığı, işlem hızı, proses ekipmanlarının ve yağlayıcının fiziksel ve kimyasal uyumluluğu dikkate alınarak seçim yapılmalıdır.

Yağlayıcı sacın kalıp ile temas ettiği kısımlara uygulanmalıdır, zımba ile sacın temas ettiği yüzeye uygulanması derin çekme işlemini olumsuz etkilemektedir. Zira zımba ile sacın temasta olduğu yüzeyde sürtünme kuvveti derin çekme işlemi için gereklidir [4].

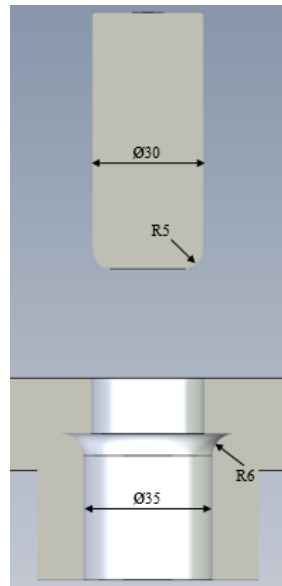
Derin çekme prosesi diğer sac şekillendirme proseslerine nazaran işlem hızından daha fazla etkilenmektedir. Zımbanın hızı, sac malzemenin kalıp içerisine akma süresini ve sacın fiziksel ve mekanik özelliklerini etkilemektedir. Uygun seçilmeyen zımba hızı sonucu malzeme şekil değişimi için yeterli/gerekli zamanı bulamayacağından incelme, yırtılma gibi şekillendirme kusurları ortaya çıkabilmektedir [12, 13].

Bu çalışmada kalıp ve ekipman faktörlerinden zımba hızı ve sürtünme faktörlerinden yağlayıcı durumu sebebiyle değişen sürtünme katsayısından yararlanılarak gerçekleştirilmiş olan çalışma sonuçları değerlendirilmiştir.

3. MALZEME ÖZELLİKLERİ VE MODELLENMESİ

Çalışma kapsamında Şekil 4'te görülen derin çekme işleminin bire bir yapıldığı bir tasarım yapılmış, deneysel olarak derin çekme işlemi yapılabilir bir sistem oluşturulmuştur. Derin çekme prosesi üzerinde etkili parametrelerden zımba hızı ve yağlayıcının etkisi AUTOFORM simülasyon programı kullanılarak incelenmiş, deneysel çalışma sonuçları ile kıyaslanmıştır.

Şekil 4'te görüldüğü gibi çalışma kapsamında kullanılan parametreler; zımba boyu 70 mm, çapı 30 mm, zımba eğrilik yarıçapı 5 mm, kalıp boşluğu 35 mm ve kalıp eğrilik yarıçapı 6 mm olarak belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan sac malzeme $\phi 60 \times t2$ mm DD13 (Erdemir 6224) malzemesidir. Kalıp boşluğu iki taraftan sac kalınlığının minimum 1,1 katı olacak şekilde 34,4 mm olarak hesaplanmış ve ekstra pay bırakılarak 35 mm olarak tasarlanmıştır.



Şekil 4. Derin çekme prosesi

Sac malzemeye ait elementel analiz Tablo 1'de gösterildiği gibidir.

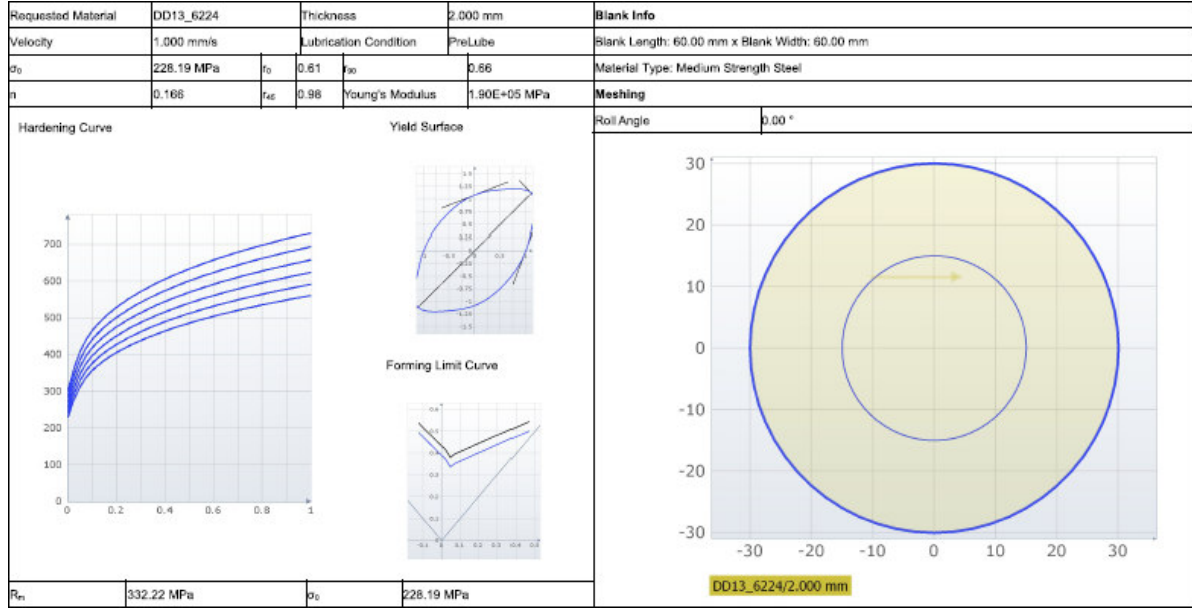
Tablo 1. DD13 Malzeme içeriği

C	Mn	P	S	Ti
max.	max.	max.	max.	min.
0,07	0,35	0,025	0,025	-

DD13 sac malzemesi otomotiv sektöründe derin çekme işleminde çok sık kullanılan sac malzemesidir. Derin çekme işlemlerinde kullanılan sac malzemenin kimyasal bileşimi önemlidir. Karbonun % 0,8'den manganezin ise % 0,35'ten az olması istenir [4]. Ayrıca P, S, N, Sb, As, Cr, Si gibi elementlerin işlemi olumsuz etkilediği bilinmektedir. Bu nedenlerle DD13 derin çekme işlemleri için uygun bir sac malzemedir.

Bir önceki başlık altında bahsettiğimiz Denklem (1)'deki hesaplamalar sonucu derin çekme oranımız (DR) 2 olarak karşımıza çıkmaktadır. Derin çekme oranının 2'den büyük olması durumunda birkaç çekme işlemi gerekmektedir. 2 olması nedeniyle tek çekme işlemi yeterlidir.

Simülasyonu gerçekleştirilen malzeme ve geometriye ait bilgiler Şekil 5’te görüldüğü gibidir. Aşağıdaki görsel 1 mm/sn zımba hızı ve “PreLube” yağlayıcı koşulları altında gerçekleştirilen simülasyon verilerine aittir. “PreLube-0,1” yağlama durumu yağlı durum, “Blank Wash-0,2” yağlama durumu ise yağsız durum olarak kabul edilmiştir. Zımba hızı 0,25 ve 1 mm/sn olarak “PreLube” ve “Blank Wash” yağlayıcı koşulları altında toplam 4 farklı simülasyon gerçekleştirilmiştir. Diğer tüm parametreler sabit kalmıştır.

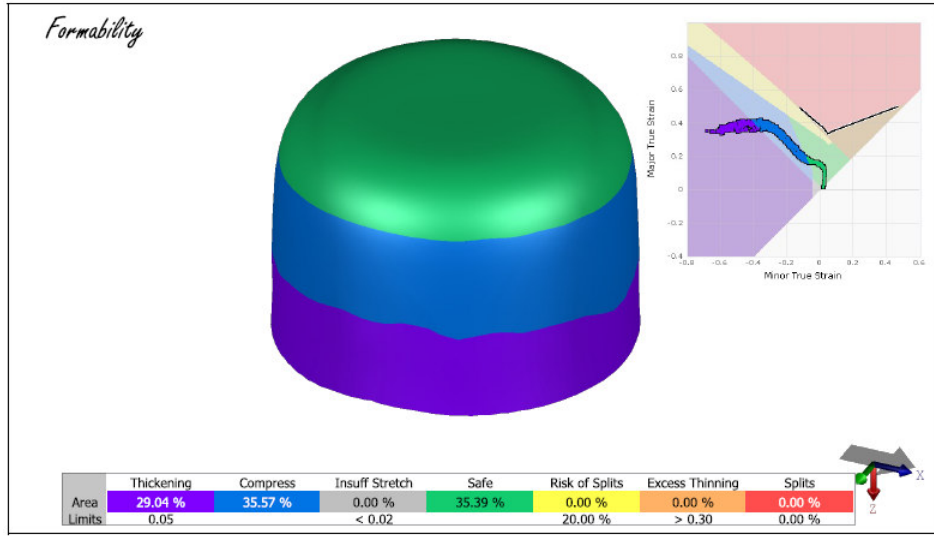


Şekil 5. AUTOFORM simülasyon ve malzeme parametreleri

Hızın etkisini gözlemlemek için “strain rates” değerlendirme kriteri aktifleştirilerek malzemenin deformasyon hızına duyarlı olması sağlanmıştır.

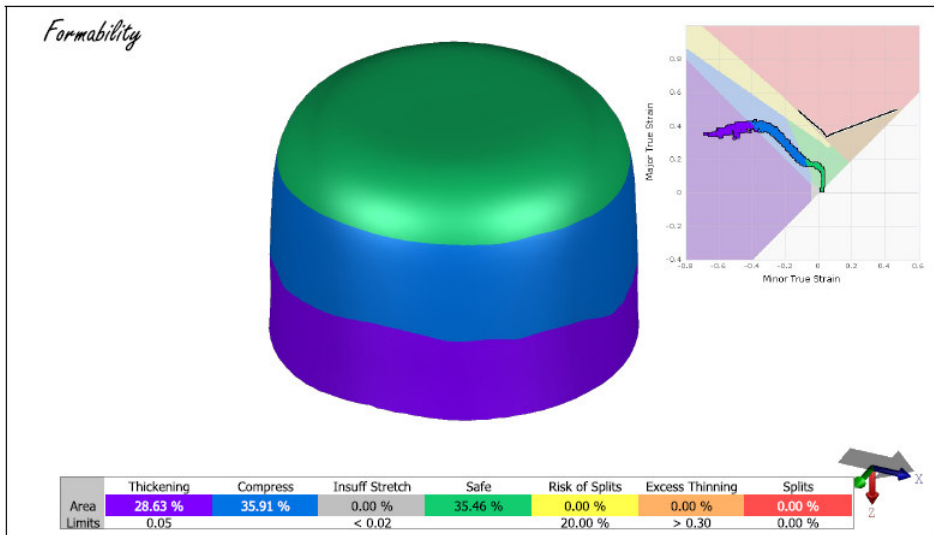
4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

İlk olarak, iki farklı hız (0,25 mm/sn ve 1 mm/sn) ve iki farklı yağlayıcı koşulu (PreLube – Blank Wash) kullanılarak gerçekleştirilen simülasyonların şekillendirilebilirlik, maksimum kuvvet ve maksimum kalınlık açısından değerlendirilmesi yapılmıştır.



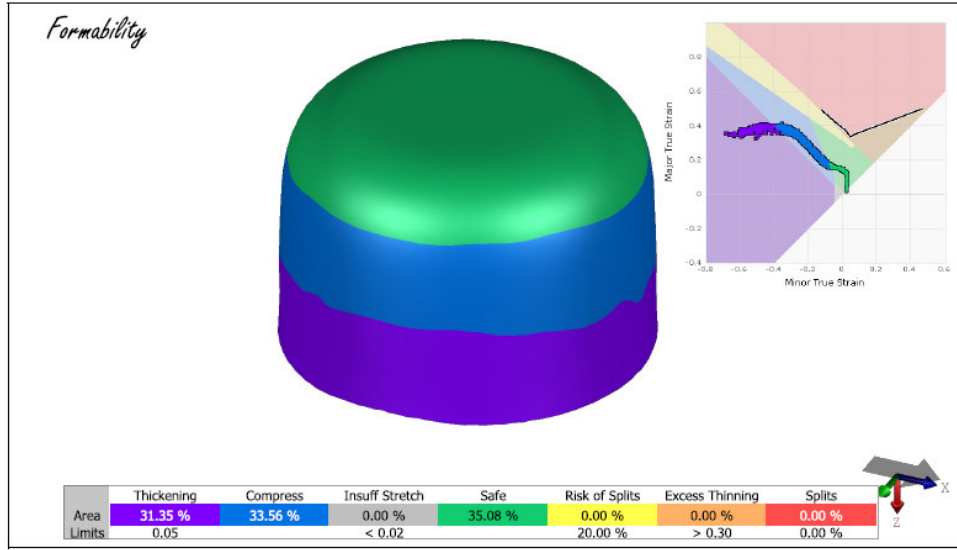
Şekil 6. 0,25 mm/sn “PreLube” yağlayıcı koşulu altında şekillendirilebilirlik sonuçları

Şekil 6’da görüldüğü gibi yapılan simülasyon sonunda 0,25 mm/sn hızla gerçekleştirilen “PreLube” yağlayıcı koşulu altında, parça üzerinde %29,04’lük bir kalınlaşma meydana gelmiştir. %35,57’lik kısımda ezilme yaşanmıştır. %35,39’luk kısım istenilen formda şekillenmiştir. Maksimum et kalınlığı 2,72 mm olmuştur. Bu koşullar altında şekillendirme sırasında oluşan maksimum kuvvet 65,70 kN olarak hesaplanmıştır.



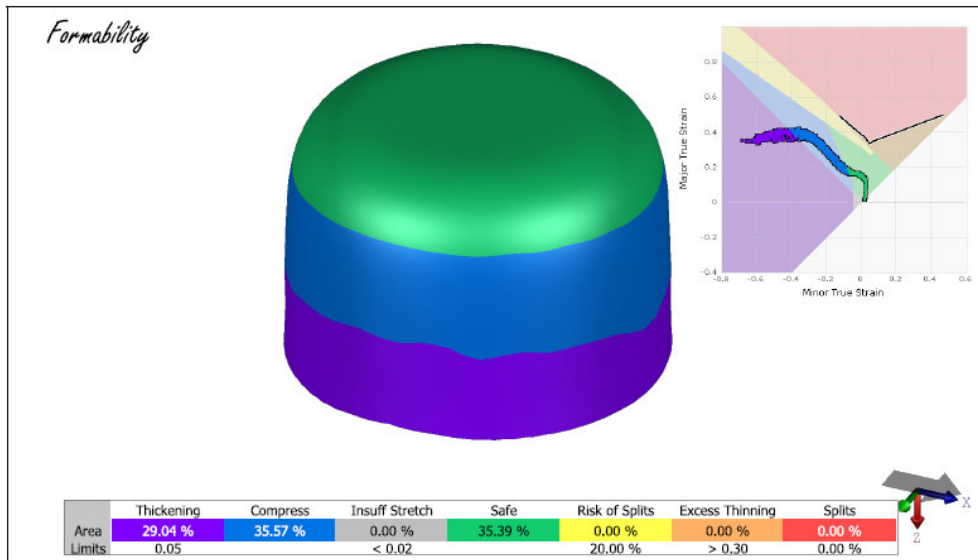
Şekil 7. 0,25 mm/sn “Blank Wash” yağlayıcı koşulu altında şekillendirilebilirlik sonuçları

Yapılan simülasyon sonunda, 0,25 mm/sn hızla gerçekleştirilen “Blank Wash” yağlayıcı koşulu altında, parça üzerinde %28,63’lük bir kalınlaşma meydana gelmiştir. %35,91’lik kısımda ezilme meydana gelmiştir. %35,46’lık kısım ise istenilen formda şekillenmiştir (Şekil 7). Maksimum et kalınlığı 2,69 mm’dir. Bu koşullar altında oluşan maksimum kuvvet artarak 70,61 kN olarak hesaplanmıştır.



Şekil 8. 1 mm/sn “PreLube” yağlayıcı koşulu altında şekillendirilebilirlik sonuçları

1 mm/sn hızla gerçekleştirilen simülasyonda “PreLube” yağlayıcı koşulu altında parça üzerinde %31,35’lik kalınlaşma olmuştur. Hız artışı kalınlaşma alanının artmasına sebep olmuştur. %33,56’lık kısımda ezilme meydana gelmiştir. %35,08’lik kısım ise güvenli bir şekilde şekillendirilmiştir (Şekil 8). Maksimum kalınlık değeri 2,71 mm olarak karşımıza çıkmıştır. Bu koşullar altında oluşan maksimum kuvvet 67,67 kN olarak hesaplanmıştır.



Şekil 9. 1 mm/sn “Blank Wash” yağlayıcı koşulu altında şekillendirilebilirlik sonuçları

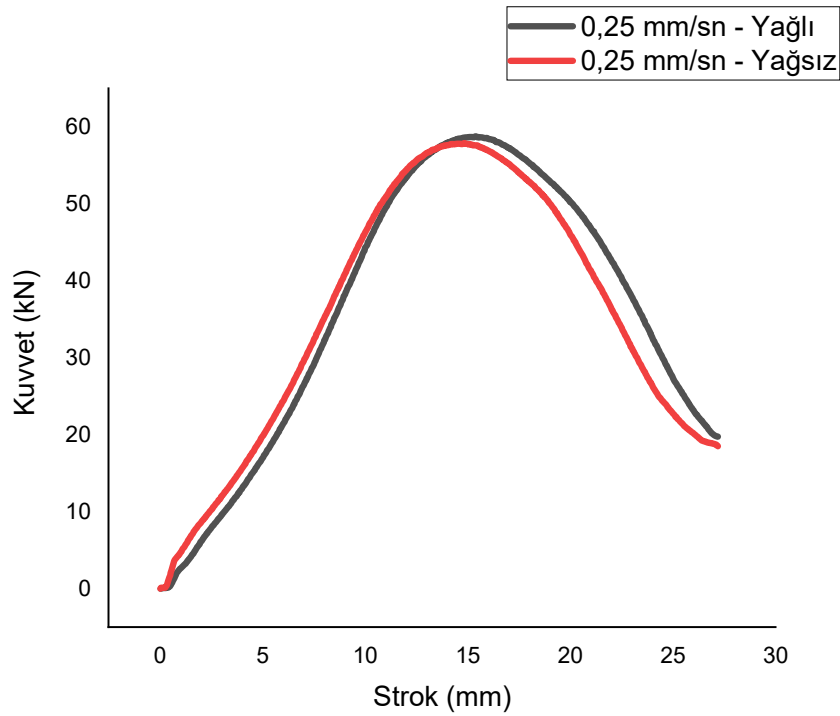
1 mm/sn hızla ve “Blank Wash” yağlayıcı koşulu altında gerçekleştirilen simülasyonda %29,04’lük kalınlaşma olmuştur. %35,57’lik kısımda ezilme meydana gelmiştir. %35,39’luk kısım ise sorunsuz şekillendirilmiştir (Şekil 9). Maksimum kalınlık değeri 2,72 mm olmuştur. Bu koşullar altında oluşan maksimum kuvvet artarak 72,57 kN olarak hesaplanmıştır.

Tablo 2. AUTOFORM şekillendirme sonuçları

Koşullar	Kalınlaşma (%Alan)	Ezilme (%Alan)	Güvenli (%Alan)	Max. Kalınlık (mm)	Max. Kuvvet (kN)
0,25 mm/sn - PreLube	29,04	35,57	35,39	2,72	65,70
0,25 mm/sn - Blank Wash	28,63	35,91	35,46	2,69	70,61
1 mm/sn - PreLube	31,35	33,56	35,08	2,71	67,67
1 mm/sn - Blank Wash	29,04	35,57	35,39	2,72	72,57

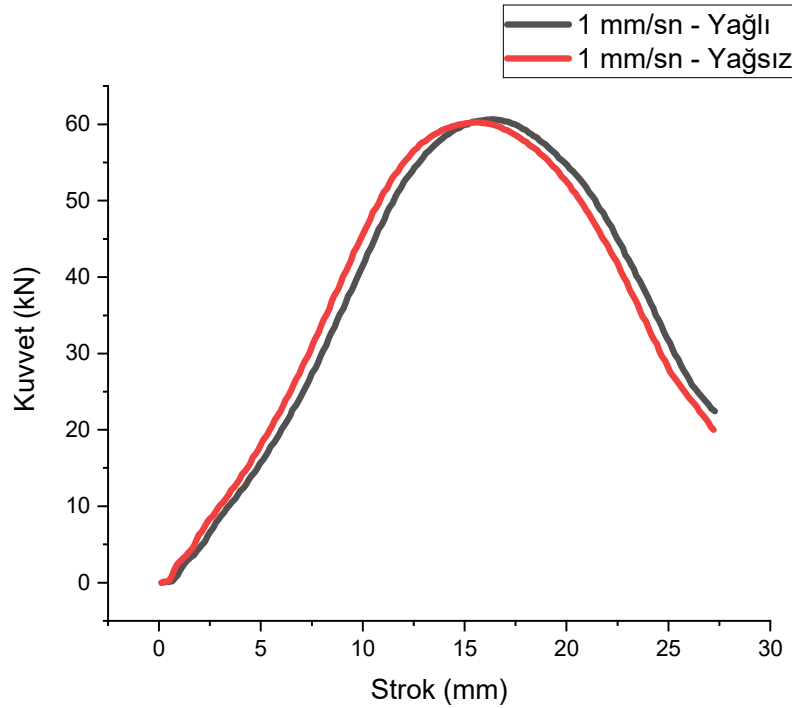
Tablo 2’deki sonuçlara bakıldığında 1 mm/sn hız ile gerçekleştirilen simülasyonda “PreLube” yağlama koşulu altında kalınlaşma gerçekleşen bölge en yüksek değere ulaşmaktadır. Her iki hızda “PreLube” koşulu altında sürtünme kuvvetinin “Blank Wash” durumuna göre azalması sonucu daha homojen bir kalınlık dağılımı gözlenmiştir. Kalınlaşma değerinin artması parçanın yırtılma beklenen bölgeleri için iyidir. Ancak sac çekildikçe derin çekme parçasının üst kısmında çevresel basma kuvvetlerinin etkisiyle kalınlaşma meydana gelmektedir. Bu değer sacın ilk değerinden fazla olmakta ve bu değer artması parçanın kalıp içerisine sıkışma olasılığını arttırmaktadır. Bu nedenle tasarımda kalıp boşluğuna dikkat edilmelidir. Elde edilen sonuçların yakınlığı parça boyutunun ve hız değerlerinin düşük olması sebebiyledir. Daha yüksek hız, daha farklı sürtünme değerleri ve büyük parça boyutu için fark artacaktır.

Simülasyonu gerçekleştirilen kalıbın imalatı yapılarak universal çekme test cihazında 0,25 ve 1 mm/sn ile yağlı (PreLube) ve yağsız (Blank Wash) olarak deneyler gerçekleştirilmiştir. Deneylere ait kuvvet-strok grafikleri karşılaştırılmıştır.



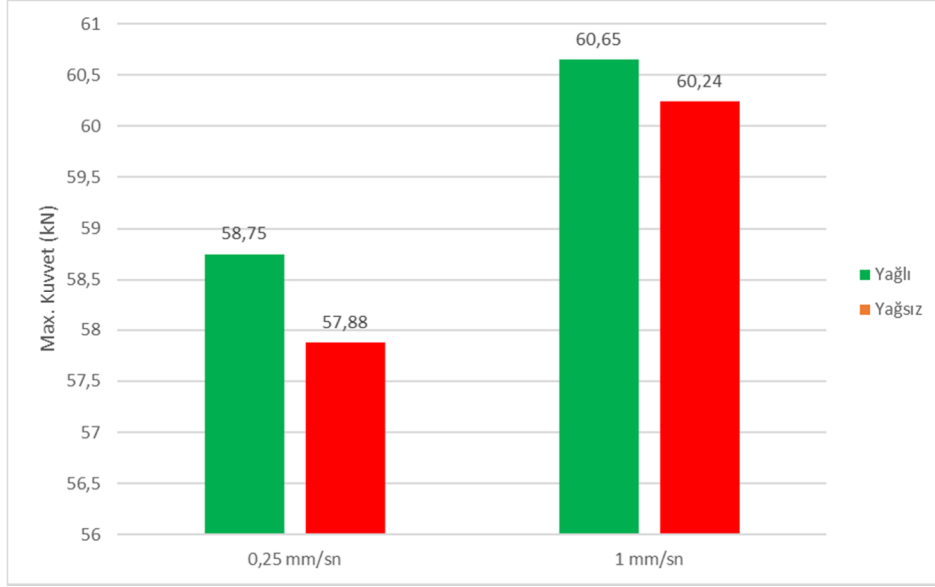
Şekil 10. 0,25 mm/sn yağlı-yağsız koşullar altında kuvvet-strok grafikleri

0,25 mm/sn hızda yağlı durumda derin çekme işlemi esnasında 984,89 J enerji harcanmıştır. Maksimum kuvvet 58,75 kN olarak ölçülmüştür. Yağsız durumda 966,39 J enerji harcanmış ve maksimum kuvvet 57,88 kN olmuştur (Şekil 10). Yağlama işlemi sacın dişi kalıp ile temasta olduğu yüzeye yapılmıştır. Grafikte görüldüğü üzere yağlama sonrası sac daha kolay hareket etmiştir. Yağlayıcı parça üzerinde daha homojen şekil değişimi gerçekleştirmiş bazı bölgelerin kalınlık değerinin artmasına sebep olmuştur. Yaşanan kalınlık artışı parçanın kalıp içerisine sıkışmasına neden olmuştur. Bunun sonucu olarak grafiğin sağ tarafında yağlı işlemin kuvvet değerleri daha yüksek çıkmıştır. Böylece toplamda şekillendirme işlemi için daha yüksek enerji harcanmıştır.



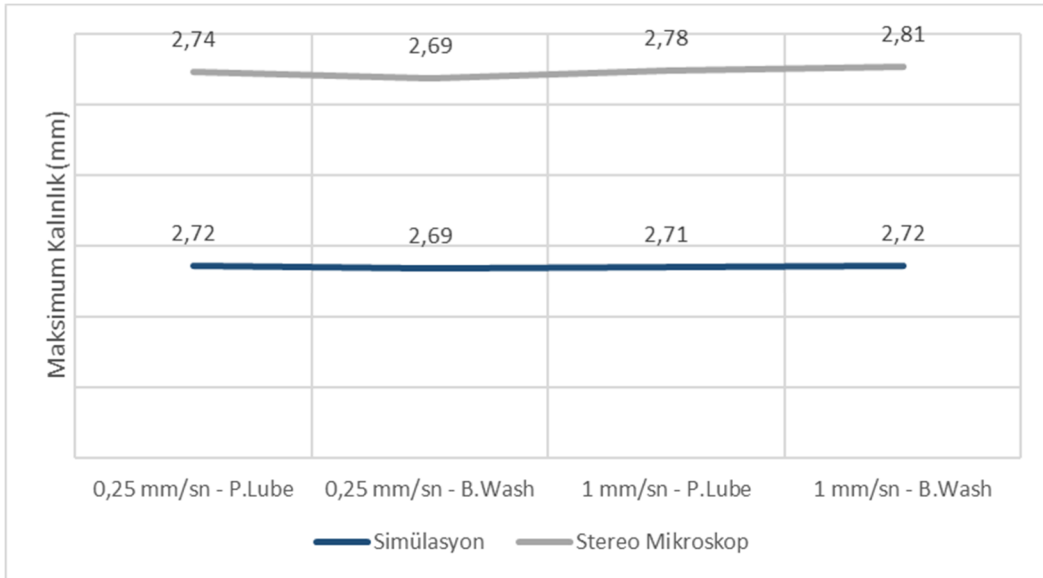
Şekil 11. 1 mm/sn yağlı-yağsız koşullar altında kuvvet-strok grafikleri

1 mm/sn hızda yağlı durumda derin çekme işlemi esnasında 1014,77 J enerji harcanmıştır. Maksimum kuvvet 60,65 kN olarak ölçülmüştür. Yağsız durumda 1021,02 J enerji harcanmış ve maksimum kuvvet 60,24 kN olmuştur (Şekil 11). Hızın artması yağlı/yağsız koşullar arasındaki farkın daha az belirgin olmasını sağlamıştır.



Şekil 12. Gerçekleşen maksimum kuvvet değerleri

Maksimum kuvvet 60,65 kN ile 1 mm/sn hızda yağlı durumda elde edilmiştir (Şekil 12). Harcanan enerji ise 1021,02 J ile 1 mm/sn yağsız durumda gerçekleştirilen işlem sonucu elde edilmiştir. Hızın artması kuvvet ve harcanan enerjinin artmasına sebep olmuştur. Deneysel sonucu ulaşılan maksimum kuvvetler simülasyon sonucu ile karşılaştırıldığında 0.25 mm/sn - Yağlı koşullarında yaklaşık %89,42 iken bu değer aynı hızda Yağsız şartları altında %81,97 olarak gerçekleşmiştir. 1 mm/sn hız altında Yağlı koşullarında yaklaşık % 89,63 iken bu değer aynı Yağsız şartları altında % 83,05 olarak gerçekleşmiştir.



Şekil 13. Maksimum kalınlık değerleri

Şekil 13'te görüldüğü gibi gerçekleşen maksimum kalınlık değerleri simülasyon sonuçlarına göre daha yüksektir. Elde edilen maksimum kalınlık sonuçlarına göre tüm proseslerde kalıp boşluğunun yetersiz olması sebebiyle sıkışma yaşanmıştır.

Hız artışı ve yağlayıcı kullanımı maksimum kalınlık değerinin artmasına sebep olmuştur. Stereo mikroskop ölçümleri ile simülasyon sonuçları arasında 0.25 mm/sn - P.Lube (Yağlı) koşullarında yaklaşım %99,27 iken bu değer aynı hızda B.Wash (Yağsız) şartları altında %100 olarak gerçekleşmiştir. 1 mm/sn hız altında P.Lube (Yağlı) koşullarında yaklaşım % 97,48 iken bu değer aynı hızda B.Wash (Yağsız) şartları altında % 96,79 olarak gerçekleşmiştir. 0,25 mm/sn hızla yapılan çalışmalarda simülasyon sonuçlarının deneysel sonuçlara daha yakın olduğu belirlenmiştir.

Bu çalışmada simülasyon ve deneysel çalışma arasındaki ilişki sayısal olarak ortaya konulmuştur. Özellikle kuvvet-strok eğrisi olarak derin çekme esnasındaki değişimler gözlemlenmiştir. Harcanan enerjinin ve oluşan kuvvetlerin tepe değerleri belirlenmiştir. Öncelikle deneysel ve simülasyon arasındaki ilişkinin testler sonrası valide edilmesi ile bundan sonraki çalışmalarda deneysel olarak çok farklı sac malzeme, kalıp malzemesi ve yağlama koşulları altında çalışmalar yapmak, alışılmamış sac malzemeler ve kalıp malzemeleri, yüzey işlemleri, toleranslar, kalıp geometrileri vb. dışında derin çekme ile ilgili her türlü çalışmayı gerçekleştirebilecek bir deneysel alt yapı ortaya konulmuştur.

KAYNAKÇA

- [1] Tisza M., Fülöp T., A General Overview of Tribology of Sheet Metal Forming, Journal for Technology of Plasticity, 2001, Vol. 6, No. 2 pp., 11-25.
- [2] Lăzărescu L., Banabic D., Evaluation of Deep Drawing Force Under Different Friction Conditions, MATEC Web of Conferences, DOI: 10.1051/mateconf/201713705003.
- [3] Taşdemir V., Derin Çekme İşlemi Üzerine Kalıp Geometrisinin Etkisinin Sonlu Elemanlar Analizi, KSU Mühendislik Bilimleri Dergisi, 2013.
- [4] <https://argevetasarim.com/derin-cekme-yontemi/>, (Ziyaret tarihi:11.11.2020).
- [5] Boljanovic V., Deep Drawing, Sheet Metal Forming Processes And Die Design, Industrial Press, New York, 69-82, 2004.
- [6] Groover M. P., Sheet Metal Working, Fundamentals of Modern Manufacturing, 4th ed., John Wiley & Sons, Inc., United States of America, 443-476, 2010.
- [7] Yılmaz İ. Ö., Otomotiv Sac Şekillendirme Kalıplarında Kullanılan Malzemelerin Tribolojik Özelliklerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir, 2012.
- [8] Rooij M. B., Tribological Aspects of Unlubricated Deep Drawing Processes, Ph.D. Thesis, University of Twente, Netherlands, 1998.
- [9] Gåård A., Wear in Sheet Metal Forming, Licentiate thesis, Karlstad University Studies, Faculty of Technology and Science, Sweden, 2008.
- [10] Makhkamov A., Tribology in Sheet Metal Forming, Ph.D. Thesis, Universidade do Porto, Faculdade de Engenharia, Portugal, 2017.
- [11] Button S. T., Tribology in Metal Forming Processes, Editor: Davim J. P., Tribology in Manufacturing Technology, Springer, 103-120, 2012.
- [12] Yıldız B., Derin Çekme İşleminde Kalıp Tasarımının Sonlu Elemanlar Yöntemi ile Optimizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır, 2017.
- [13] Gürün H., Derin Çekme Kalıplarındaki Parametrelerin Deneysel Olarak İncelenmesi ve Bulanık Mantık ile Tahmini, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2008.

KOMBU ÇAYININ BESİNSEL ÖĞELERİ VE İNSAN SAĞLIĞI ÜZERİNE ETKİLERİ

Doç. Dr. Mehmet Fuat GÜLHAN

Aksaray Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Programı

ORCID: 0000-0003-4838-1597

ÖZET

Fonksiyonel gıdalar, bir veya daha fazla özelliği ile organizmada faydalı etkileri bilimsel olarak kanıtlamış, besin değerleri farklılık gösterse bile hastalıklara neden olan risk faktörlerini azaltmaları nedeniyle optimum düzeyde sağlık faydaları olan ürünlerdir. Bir ürünün fonksiyonel bir gıda olarak değerlendirilebilmesi için bir gıda ürünü olması, ürünün faydasını destekleyen bilimsel kanıtlara sahip olması, ölçülebilir fizyolojik etkilere sahip olması ve normal bir diyetin parçası olarak günlük olarak tüketilmesi gibi gereksinimleri karşılaması gerekmektedir. Son zamanlarda dünyanın pek çok bölgesinde geleneksel olarak üretilen ve tüketilen farklı fermente gıdaların popülaritesini artırmaya, işlevselliğini belirlemeye ve bu işlevi sağlayan etken maddeleri tanımlamaya yönelik bilimsel çalışmalar yapılmaktadır. Kombucha çayı bu geleneksel fermente gıdalardan birisidir. Kombucha çayı, kombucha kültürü kullanılarak siyah ve yeşil çayın fermente edilmesiyle binlerce yıldır tüketilen geleneksel bir içecektir. Bu çay, fermantasyon döneminde aerobik koşullar altında çay ve şekerin besleyici solüsyonunda kombucha kültür yuvaları kullanılarak üretilir. Fermantasyonda doğal bir başlatıcı olarak rol oynayan kombucha çayı kültürü, mikroflorasında birincil asetik asit bakterileri ve mayalar içeren jel benzeri membranöz bir tabakadır. Tüm fermente ürünlerde olduğu gibi kombucha çayı içindeki starter kültürün içeriği ve aktivitesi ve bu aktivite sonucunda üretilen metabolitler, nihai ürünün işlevselliğini etkilemektedir. Kombucha çayı üretiminde hammadde olarak kullanılan siyah veya yeşil çayın polifenoller, flavonoller, kateşinler, kafein gibi antioksidan maddeler açısından zengin olduğunu bilinmektedir. İçeriğindeki bu fitokimyasal bileşenler serbest radikal oluşumunu engelleyici, oksidatif stresi azaltıcı ve insanlarda dejeneratif bozuklukların önlenmesine yardımcı olması yönünden yüksek antioksidan aktiviteye sahiptirler. Kombucha çayının fermantasyonundan sorumlu bakteriler ve mayalar tarafından üretilen metabolitler antimikrobiyal aktivitede önemli rol oynarlar. Diğer bir metabolik ürün olan glukuronik asit ise, C vitamini biyosentezinde bir öncü görevi olmasının yanı sıra insan vücudundan üriner sistem yoluyla kirleticiler, eksojen kimyasallar, fazla steroid hormonları ve bilirubin gibi çok sayıda toksik maddeyi detoksifiye etme özelliğine sahiptir. Yapılan araştırmalarda, mide ülseri, artrit, ateroskleroz, kolon ve mide kanserleri, hipertansiyon, gut, hemoroid gibi çok çeşitli endikasyonların önlenmesi ve tedavisi içinde kombucha çayı önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kombucha çayı, fonksiyonel gıda, antioksidan, fermente ürün

EFFECTS ON HUMAN HEALTH AND NUTRITIONAL COMPONENTS OF KOMBUCHA TEA

ABSTRACT

Functional foods are products that have scientifically proven beneficial effects on the organism with one or more properties, and have optimum health benefits due to their reduction of risk factors that cause diseases even if their nutritional values differ. In order for a product to be considered as a functional food, it must be a food product, have scientific evidence to support the usefulness of the product, have measurable physiological effects, and meet requirements such as being consumed daily as part of a normal diet. Recently, scientific studies have been carried out to increase the popularity of different fermented foods that are traditionally produced and consumed in many parts of the world, to determine their functionality and to define the active ingredients that provide this function. Kombucha tea is a traditional fermented beverage produced by fermenting sweet black and green tea using the kombucha culture and consumed for thousands of years. This tea is produced using kombucha culture supernatants in a nutrient solution of tea and sugar under aerobic conditions during the fermentation period. Kombucha culture, which acts as a natural starter in fermentation, is a gel-like membranous layer containing primary acetic acid bacteria and yeasts in its microflora. As with all fermented products, the content and activity of the starter culture in kombucha tea and the metabolites produced as a result of this activity affect the functionality of the final product. It is known that black or green tea used as a raw material in the production of kombucha tea is rich in antioxidant substances such as polyphenols and flavonols, catechins and caffeine. These phytochemical components in its content have high antioxidant activity in terms of preventing free radical formation, reducing oxidative stress and helping to prevent degenerative disorders in humans. Metabolites produced by bacteria and yeasts responsible for the fermentation of Kombucha play an important role in antimicrobial activity. Another metabolic product, Glucuronic acid, besides being a pioneer in vitamin C biosynthesis, has the ability to detoxify many toxic substances such as pollutants, exogenous chemicals, excess steroid hormones and bilirubin from the human body through the urinary system. In researches, kombucha is recommended for the prevention and treatment of various indications such as gastric ulcer, arthritis, atherosclerosis, colon and stomach cancers, hypertension, gout, and hemorrhoids.

Keywords: Kombucha, functional food, antioxidant, fermented product

1. GİRİŞ

Son yıllarda, tüketicilerin sağlıklı beslenme için kaliteli gıdalara yönelimi konusunda daha bilinçli oldukları görülmektedir. İnsanlar, gıda ürünlerinin sadece uygun ve minimum düzeyde hazırlandıktan sonra yemeye hazır olmasına değil, aynı zamanda sağlıklı besin kaynağı olmasını da dikkat etmektedir. Bu nedenle, yeni bir gıda pazarının hızlı gelişimini etkileyen, insan metabolizması için arzu edilen pozitif etkilere sahip gıdalara yönelik talepte sürekli bir artış gözlenmiştir. Bu tür ürünler "işlevsel veya fonksiyonel gıda" olarak adlandırılmaktadır. Fonksiyonel gıdalar temel beslenmeyi sağlamakla kalmayıp aynı zamanda biyolojik olarak aktif maddelerin kaynağı olarak da insan vücudu üzerinde olumlu etkiler yaratan gıdalar olarak tanımlanmıştır. Bu bileşikler, bazı hastalık risklerini azaltabilir veya önleyebilirler. (Martirosyan ve Singh, 2015). İşlevsel gıda kavramı, ilaçlar ve beslenme arasında belirgin bir farkın olmadığı Doğu'nun felsefi geleneğinden türetilmiştir.

Bu konudaki en önemli gıdalar, eski zamanlardan beri elde edilen fermente ürünlerdir. Fermantasyon, ürünlerin tazeliğini, sindirilebilirliğini ve biyoktif bileşenlerin yararlanımını en üst düzeylere çıkartan düşük maliyetli bir gıda koruma yöntemidir (Emiljanowicz ve Malinowska-Pañczyk, 2020). Son zamanlarda, bu biyoproses yiyecek ve içecek endüstrilerinde bitkilerden biyoaktif bileşiklerin üretimi ve ekstraksiyonu için uygulanmıştır (Hur ve ark., 2014). Çay, birçok ülkede çok uzun süredir tüketilen ve içerisindeki temel bileşenlerin insan sağlığı üzerindeki olumlu etkileri bilimsel çalışmalar ile kanıtlanmış sudan sonra dünyadaki en popüler ikinci içecektir. Bu içecek ilk olarak Portekizli ve Hollandalı kaşifler tarafından tıbbi bitki olarak Çin'den Avrupa ülkelerine tanıtılmıştır (Hollman ve ark., 1996). Yıllar geçtikçe çay tüketimi, faydalarına bakılmaksızın bir alışkanlık olarak, tıpkı kahve veya alkolsüz içecekler artmıştır. Çay bilinen en eski ilaçtır. Çin'de 5000 yıl önce alkol ve toksinlerin giderilmesinde uyarıcı ve detoksifiye edici özellikleri, kan ve idrar akışını sağlaması, eklem ağrılarını hafifletmesi ve bazı hastalıklara karşı insanlara direnç kazandırması nedeniyle tüketilmiştir (Balentine ve ark., 1997). Uluslararası literatürde kapsamlı bir şekilde üzerine çalışmalar yapılmış ve tanımlanmış fermente ürünlerden birisi kombucha'dır. Kombucha çayı, probiyotik özellikleri nedeniyle son zamanlarda araştırmacıların ve tüketicilerin dikkatini çekmiştir. Bununla birlikte, üretim teknolojisi, mikrobiyotası, yan ürünleri ve fizikokimyasal özellikleri endüstriyel üretim için dikkate alınması gerekmektedir. Kombucha çayı, dünya çapında kırmızı çay mantarı, Champignon de longue vie, Ling zhi, kocha kinoko, Chainii grib ve Chainii kvass gibi farklı isimler verilmektedir. Geleneksel olarak şekerli siyah çayın simbiyotik bir maya ve bakteri kültürü ile 10-12 gün oda sıcaklığında fermente edilmesiyle hazırlanan bir üründür (Malbasa ve ark., 2011). Kombucha çay kültürünün mikrobiyal bileşimi; coğrafi konum, iklim, yerel bakterimaya türleri ve aşı kaynağı gibi faktörlere bağlı olarak bir kültürden diğerine değiştiği bilinmektedir (Jayabalan ve ark., 2014).

2. KOMBUCHA'NIN FERMANTASYON SÜRECİ

Çay bitkileri Theaceae familyasına ait *Camellia sinensis* var. *sinensis* ve *Camellia sinensis* var. *assamica* olmak üzere iki ana çeşittir. Dünyanın en popüler formu olan siyah çay, yaprak polifenollerinin çok aşamalı bir enzimatik işlem sonucu oluşan oksidasyon ürünüdür (Hara ve ark., 1995). İşlenmesi sırasında yeni polifenol kompleksleri oluşur. Kombucha'nın hazırlanmasında yeşil çayda kullanılmasına rağmen siyah çay ve beyaz şeker en iyi substratlardır (Reiss, 1994). Bazı çalışmalarda, farklı kombucha starter kültürlerinin kullanımının, aynı substrat kullanılmasına rağmen farklı antioksidan aktivite yollarının gelişmesine neden olabileceği kanıtlanmıştır (Malbasa ve ark., 2011). Bu mikrobiyal fermentasyonda yer alan maya ve bakteriler, "çay mantarı" olarak bilinen mat benzeri bir zar oluşturur. Bu kültürün maya bileşeni, genellikle ozmofilik maya türlerinden oluşurken, bakteri bileşeni asetik asit bakterilerini içerir. Birçok çalışmada mikrobiyal kültürlerde bulunan baskın asetik asit bakteri türlerinin *Acetobacter xylinum*, *A. xylinoides*, *A. aceti*, *A. pausterianus* ve *Bacterium gluconicum* olduğu bilinmektedir. Baskın maya suşlarının *Kloeckera* spp., *Schizosaccharomyces pombe*, *Saccharomyces ludwigii*, *S. cerevisiae*, *Torulasporea* spp., *Zygosaccharomyces bailii* ve *Pichia* spp. olduğu tespit edilmiştir (Goh ve ark., 2012). Mantar benzeri yapı, bu mikroorganizmaların bir zoogloal matta bulunmasıyla oluşur. Bu mat, bakteri ve maya hücre kütlelerinin bağlı olduğu ince bir yüzen selüloz tabakası oluşturur. Bu güçlü simbiyotik birliktelik ve yan ürünleri, potansiyel kontamine bakterilerin büyümesini engelleme yeteneğine sahiptir (Jayabalan ve ark., 2014).

Çayın hazırlanmasında standart prosedür şu şekildedir: musluk suyu (1 L) kaynatılır ve kaynatma sırasında 50 g sakkaroz ilave edilir. Daha sonra üzerine 5 g çay yaprağı eklenir ve 5 dakika sonra süzme işlemi yapılır. Oda sıcaklığına (20 °C) soğutulduktan sonra çay, 24 g çay mantarı (kültür) ile aşılanır ve önceden kaynar su ile sterilize edilmiş bir behere dökülür. İstenmeyen mikroorganizmaların büyümesi, önceden fermente edilmiş 0.2 L kombucha ilavesiyle engellenir. Böcekleri, özellikle Drosophila meyve sineklerini uzak tutmak için bir kağıt havluyla kapatılır. İnkübasyon 20-22 °C arasında gerçekleştirilir. Optimum sıcaklık, 18-26 °C'lik geniş bir aralıktadır. Birkaç gün içinde, yeni oluşan yavru kültür yüzmeye başlayacak ve mevcut yüzey boyunca berrak ince, jel benzeri bir zar (SCOBY) oluşturacaktır. SCOBY, fermantasyonu başlatmak için aşılanan eski çay mantarının üzerinde yeni bir katman olarak bulunan yeni oluşan çay mantarıdır. Kombucha'nın tadı, fermantasyonun ilk günlerinde ekşi meyve benzeri hafif köpüklü bir tat iken, uzun süreli inkübasyonla hafif sirke benzeri bir tada dönüşmektedir (Reiss, 1994). Fermantasyon sıcaklık, pH, oksijen miktarı, çözünen CO₂, işletim sistemi, öncüllerin tedariki, fermentördeki kesme hızı, ortamın yapısı ve bileşimi gibi faktörlerden etkilenebilir. Bu faktörlerdeki herhangi bir değişiklik, ürünün fermantasyon oranını, spektrumunu, performansını, organoleptik özelliklerini, beslenme kalitesini ve diğer fizikokimyasal özelliklerini etkileyebilir (Marsh ve ark., 2014).

2.1. SUBSTRAT

Genellikle Kombucha içeceği, tatlandırılmış yeşil veya siyah çayların fermantasyonundan elde edilir. Ancak bazı araştırmacılar bu içeceğin üretiminde alternatif olarak diğer substratlarında incelediler. Battikh ve ark., (2012) birçok kombucha çayı analogunun antimikrobiyal aktivitesini, çoğunlukla Candida türlerine karşı geleneksel içeceğe göre daha iyi inhibisyon değerleri bulunduğunu bildirdiler. Velicanski ve ark., (2013), tatlandırılmış Echinacea (Echinacea purpurea L.) ve kış kokusunun (Satureja montana L.) alternatif nitrojen kaynakları olarak kullanılabilirliğini, fermantasyon süresini kısalttığını ve geleneksel içeceklerle kıyaslanabilir özellikler elde ettiğini gösterdi. Watawana ve ark., (2015), kombucha konsorsiyumu ile hindistancevizi suyunu (Cocos nucifera var. aurantiaca) fermente etti ve bazı ilginç biyolojik aktivitelerin arttığını gözlemledi. Ayed ve ark., (2017), sadece 6 günlük fermantasyondan sonra, iyileştirilmiş duyu ve fonksiyonel özelliklere sahip üzüm suyundan bir kombucha içeceği geliştirdiler. Bu çalışmalara göre, farklı substratlardan hazırlanan Kombucha içeceklerinin terapötik potansiyelinin araştırılmasının ilginç bir yaklaşım olacağı sonucuna varılabilir.

2.2. FERMANTASYON SÜRESİ

Kombucha çayı fermantasyonu normalde 7-60 gün arasında değişebilir. Bu işlem sırasında biyolojik aktiviteler artabilir; ancak en iyi sonuçlar ortalama 15 günde elde edilmiştir. Elde edilen antioksidan aktivitelerin çoğu inkübasyon süresiyle artmış olsa da, organik asitlerin doğrudan tüketim için zararlı düzeylere ulaşabilecek birikimi nedeniyle uzun süreli fermantasyon önerilmemektedir. Ayrıca, üretilen CO₂, biyofilm ve ortam suyunun arasındaki ara yüzde birikmeye başlayabilir ve besinlerin transferini engelleyebilir (Chu ve Chen, 2006). Reiss (1994), uzun bir süre ile elde edilen sirke tadının tersine, fermantasyondan 6-10 gün sonra meyve benzeri ferahlatıcı bir içecek elde edildiğini bildirmiştir. Coton ve ark., (2017), kombucha çayının mikrobiyal popülasyonlarının endüstriyel üretimden zaman (0, 2, 4 ve 8 gün) içindeki evrimini incelediler.

Tüm fermantasyon süresince her iki fazda da oldukça kararlı görünen maya türlerine kıyasla, Asetik asit bakterilerinin çoğunun biyofilmlerde 0. günde daha yoğun olduğu ve 8 gün sonra dengeye ulaştıklarını gözlemlediler. Chakravorty ve ark., (2016), kombucha çayının fermantasyonu sırasında (0, 7, 14 ve 21 gün) polifenol içeriğini ve antioksidan aktivitesini değerlendirmiş ve 7. günden sonra özel olarak yüksek bir artış eğilimi gözlemlemiştir.

2.3. SICAKLIK

Fermantasyon boyunca optimum sıcaklığın korunması, daha iyi bir mikrobiyal çoğalma ve enzim aktivitesi ile sonuçlanır. Ek olarak, bitki kökenli gıdaların antioksidan aktivitesi sıcaklık değişimlerinden etkilenebilir (Hur ve ark., 2014). Genel olarak Kombucha fermantasyonunun sıcaklık değerleri 22-30 °C arasında değişmektedir. Bununla birlikte, Vitas ve ark. (2013), süt ürünlerinin çay mantarı ile fermantasyonunu optimizasyon modelleri kullanarak 37,40 ve 43 °C sıcaklık değerlerinde gerçekleştirmiş, sonuçlarına göre sıcaklık en önemli faktör olarak belirlenmiştir. Fermantasyon ve en yüksek antioksidan aktivite değerleri 37-42 °C arasındaki sıcaklık değerleri ile elde edilmiştir. Loncar ve ark. (2006), üretilen asit ve metabolitlerin miktarları ile C vitamini, daha yüksek sıcaklıklarda elde edilen numunelerde daha fazla olduğunu belirlediler.

2.4. pH

Kombucha fermantasyonunu etkileyen en önemli çevresel parametrelerden biridir. Çünkü, asetik asit ve glukonik asitler büyük ölçüde elde edilen içeceklerin biyolojik aktivitelerinden sorumludurlar. Aynı zamanda mikrobiyal çoğalma antioksidan aktiviteyi etkileyebilecek fitokimyasal bileşiklerin yapısal değişiklikleri ile yakından ilgilidir (Hur ve ark., 2014). Kabul edilebilir en düşük pH değeri sindirim sistemi olan 3'ün altına düşmemelidir (Loncar ve ark., 2006). Saponjac ve Vulic (2014) 'e göre, hoş bir ekşi içecek elde etmek için, toplam asidite 4-5 g/L'lik optimum değere ulaştığında fermantasyon sona erdirilmelidir. Bununla birlikte, bu değeri elde etmek için gereken süre, kültür ortamının kökenine ve fermantasyon koşullarına bağlı olarak değişebilir.

3. ÇAY DIŞINDAKİ SUBSTRATLARDA KOMBUCHA FERMANTASYONU

Kombu çayı fermantasyonu için geleneksel substrat, %5-8 sakkaroz ile tatlandırılmış siyah veya yeşil çay özütüdür. Geleneksel substratların yanı sıra çeşitli çalışmalarda alternatif substratlarda kullanılmıştır. Geleneksel olmayan substratların uygulamaları arasında;Coca-Cola, kırmızı ve beyaz şarap, sirke, Kudüs enginar özü, süt, taze tatlı peynir altı suyu, asitli peynir altı suyu, Ekinezya, gibi ürünler yer almaktadır (Jayabalan ve ark., 2014). Son zamanlarda dünya literatüründe, çay dışındaki hammaddelerden, örneğin meyve-sebze suları, kokteyller, bitki infüzyonları, süt ürünleri, yeni fermente fonksiyonel ürünler oluşturmak için çay mantarının kullanımına ilişkin giderek daha fazla sayıda veri bulunmaktadır. Bu ürünlerden bazıları çay mantarının karbon kaynağı olarak kullandığı karbonhidratları içerir ve fermentasyon sürecinde sağlık için faydalı biyoaktif ürünlerin üretimini sağlar (Gaggia ve ark., 2018; Liamkaew ve ark., 2016; Vazquez-Cabral ve ark., 2017; Zubaidah ve ark., 2019). Bazı alternatif yetiştirme ortamları üzerine yapılan araştırmalar, yeşil çay ve melisa çayının kombucha fermantasyonu üzerinde siyah çaya göre daha fazla uyarıcı etkiye sahip olduğunu ve böylece fermantasyon ürününü daha kısa sürede sağladığını göstermiştir (Velicanski ve ark., 2007). Talawat ve ark. (2006) dut çayı, Japon yeşil çayı, yasemin çayı ve oolong çayından kombucha içeceği hazırladılar.

Velicanski ve ark. (2013) adaçayı, kekik ve nane çayları üzerine kombucha yetiştirdiler. Yapılan çalışmada % 25-75 (w/v) aralığında tarçın ilavesiyle tatlandırılmış yeşil çayın fermantasyonu sonucu organik asit miktarında artış, yüksek antioksidan kapasite ve antimikrobiyal aktivitesi elde edilmiştir. Çaydaki tarçın konsantrasyonu arttıkça bu özellikler artış göstermiştir. Tarçınlı Kombucha çayının güçlü antibakteriyel aktivitesinin tarçının içeriğindeki sinnalaldehit ve öjenolün varlığından olduğu düşünülmektedir (Nuryastuti ve ark., 2009). Siyah çayın 10 günlük fermantasyondan sonra % 15 elma suyu (h/h) ilavesiyle yapılan Kombucha, tek başına çaydan yapılan kombuchadan daha yüksek bir polifenol içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir. Alkol ve asit içeriği de elma-çay kombuchada daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Liamkaew ve ark., 2016). Yeşil çayın çok çiçekli polen ilavesiyle 30 günlük fermantasyonundan sonra, polen tane duvarı zayıflatılıp besinlerin fermantasyon sıvısına geçişi sağlandıktan sonra polen içeren fermente içecekler, polen içermeyenlere göre daha yüksek polifenol içeriğine sahip olduğu görülmüştür. Fermente ürün, polensiz ürün ile kıyasla daha yüksek konsantrasyonda laktik asit ve düşük konsantrasyonlarda glukonik asit içeriği karakterize edilmiştir (Aguilar-Toal ve ark., 2018). CoffeeBerry özütü ile zenginleştirilmiş siyah çayın fermantasyonu, siyah çay kombucha'ndan daha yüksek polifenol içeriğine ve daha yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğu bildirilmiştir. Fermantasyon ile kahvenin daha yüksek antioksidan aktiviteye ve daha yüksek klorojenik ve kafeik asit içeriğine sahip olduğu görülmüştür. Fermente kahve infüzyonu, nişasta hidrolaz aktivitesini fermente edilmemiş bir içeceğe göre daha büyük ölçüde inhibe ettiği belirlenmiştir (Watawana ve ark., 2015). Çay mantarı ile fermente edilen süper kritik ekstraksiyon sonucunda elde edilen civanperçemi ekstresi, çay mantarıyla fermente edilen civanperçemi infüzyonuna kıyasla daha yüksek antioksidan aktivite ve daha yüksek organik asit içeriği (asetik, süksinik, malik ve oksalik) göstermiştir. Her iki kombucha türü de iyi antimikrobiyal ve antioksidan aktivitenin yüksek olduğu bildirilmiştir (Vitas ve ark., 2018). Rooibos çayı kateşin içermez, bu nedenle rooibos'tan yapılan kombucha, yeşil veya siyah çaydan yapılan kombucha'dan daha düşük antioksidan aktiviteye sahiptir. Bununla birlikte, rooibos kombucha, siyah çaydan yapılan kombucha ile karşılaştırılabilir bir glukuronik asit miktarına sahiptir ve tümü antioksidan aktiviteye sahip rutin, aspalathin, orientin ve isoorientin gibi diğer değerli bileşikleri içerir. Rooibos kombucha, fibroblast hücre hatlarının H₂O₂ ile indüklenen oksidatif hasarın geri kazanılmasında önemli bir pozitif etki göstermiştir (Gaggia ve ark. 2018). Çay mantarı ile tatlandırılmış meşe yapraklarının (*Quercus* spp.) fermantasyonu, duyu özelliklerinde değişiklikler meydana getirmiştir. Bunun nedeninin, fermente edilmemiş içeceklerde bulunan bileşiklerin ekşiliğine ve acı tadına (örneğin flavan-3-ols, hidroksibenzoik asit türevleri ve hidroksisinnamik asitler) neden olan mikrobiyolojik bozunma olduğu düşünülmektedir (Fujihara ve ark., 2003). Endonezya'da, kahverengi renkli ve pullu kabuğundan dolayı "yılan meyvesi" olarak adlandırılan "Salak" meyvesinin suyu 14 günlük çay mantarı fermantasyonu sonucunda diyabetik sıçanlar üzerinde antihiperlipidemik aktivite göstermiştir. Bunun yanı sıra salak kombucha, süperoksit dismutaz (SOD) aktivitesini arttırdığı ve kan serumundaki malondialdehit (MDA) seviyesini düşürdüğü belirlenmiştir (Zubaidah ve ark. 2018). Nar, kırmızı üzüm, vişne ve elmadan elde edilen pastörize suların çay mantarı fermantasyonu, kombucha sirkesinin (% 4 asetik asit) elde edilmesi sonucu tüm meyve sularının fermantasyon sürecinde benzer fizyokimyasal özelliklerinde artan asit ve fruktoz konsantrasyonu, pH'ı, alkol ve şeker içeriğinin azaldığı belirlenmiştir. En düşük asetik asit konsantrasyonu fermente elma suyunda, en yüksek ise fermente nar suyunda olduğu tespit edilmiştir (Akbarirad ve diğerleri 2017).

Soya fasulyesi, peynir altı suyu, proteinler, oligosakkaritler, izoflavonlar, organik asitler ve mineraller gibi birçok değerli madde içeren soya işlemenin bir yan ürünüdür. Altı günlük fermantasyon sırasında soya fasulyesinden elde edilen peynir altı suyundan elde edilen içecekler, mikroorganizmaların oluşturduğu anal olmayan ve cansız aldehitlerden meyveli ve çiçeksi tatlara sahip olduğu bildirilmiştir. Bu ürünlerin, fermente edilmemiş soya peynir altı suyuna göre daha yüksek antioksidan aktiviteye ve *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis* ve *Escherichia coli*'ye karşı antibakteriyel aktiviteye sahip olduğu gösterilmiştir (Tu ve diğerleri 2019). Başa bir araştırmada, muz kabuğu ekstresi kullanılmıştır. Geleneksel kombucha çayına kıyasla, muz kabuğu özlerinden elde edilen içecekler, fermente edilmemiş özlütlere göre daha düşük pH ve daha yüksek fenolik içeriğe sahip oldukları ve fermantasyon ile muz kabuğundaki proteinin mikrobiyal fermantasyonundan kaynaklanabilecek önemli antioksidan aktivite artışı belirlenmiştir (Pure ve Pure, 2016).

4. KOMBUCHA’NIN KİMYASAL BİLEŞİMİ

Çay yapraklarının kimyasal bileşimi derinlemesine incelendiğinde yeşil çay yapraklarının ana bileşenleri, kuru ağırlık olarak ortalama % 25 polifenol içermektedir (Balentine ve ark., 1997; Hara ve ark., 1995a). Önemli ve karakteristik çay polifenollerini kateşinlerdir; (-)-epikateşin (EC), (-)-epikateşin gallat (EKG) (-)-epigallokateşin (EGC)), (-)-epigallocatechin gallate (EGCG), (+)-catechin (C) ve (+)- gallocatechin (GC) (Hara ve ark., 1995a). Bu bileşikler, çay içeceklerinin acılığına, burukluğuna ve ağızda kalan tatlı tadına katkıda bulunur (Hara, ve ark., 1995b). Çay ayrıca önemli bazı flavonollerini de (kersetin, kaempferol, mirisetin ve bunların glikozitleri) içerir. Siyah çayın işlenmesi sırasında meydana gelen polifenollerin oksidasyonu; theaflavinler, theaflavinic asitler, thearubigin veya theasinensis gibi kateşinlerin ve gallik asit komplekslerinin ve proantosiyanidin polimerlerinin oluşumuna yol açar (Balentine ve ark., 1997). Çay birçok amino asit içerir, ancak çay bitkisine özgü olan teanin toplam amino asitlerin % 50'sini oluşturur. Amino asit bozunması, çay aromasının biyogenezinde rol oynar (Balentine ve ark., 1997). Çay yapraklarının uçucu fraksiyonları ayrıntılı olarak incelenmiş ve 600'den fazla farklı molekül izole edilmiştir. Bunlar, terpenoidleri ve amino asitlerin, karotenoidlerin ve linoleik asidin parçalanma ürünlerini içerir (Hara ve ark., 1995a). Kombucha üretmek için siyah çay bileşenleri ve sakaroz, çay mantarının etkisiyle aşamalı modifikasyona uğramaktadır. Fermente içekte tanımlanan ana metabolitler: asetik, laktik, glukonik ve glukuronik asitler, etanol ve gliseroldür (Blanc, 1996). Fermantasyon sürecinin sonunda ortaya çıkan üründe; şekerler, polifenoller, organik gıda asitleri, lizin, lif, etanol, aminoasitler, Na, K, Ca, Cu, Fe, Mn, Ni ve Zn gibi elementlerin olduğu, C ve B vitaminleri gibi suda çözünür vitaminler, katalaz, karbondioksit, antibiyotik madde olarak işlev gören maddeler ve bazı hidrolitik enzim tespit edilmiştir (Malbasa ve ark., 2011; Kozzyrovska ve ark., 2012). Fermantasyon ilerledikçe, bu karışık kültürün maya bileşeni sükrözü parçalayarak efervesan ve ışıltılı görünüm veren glikoz, fruktoz ve karbondioksit üretebilir. Asetik asit bakterileri, glikozu glukonik aside ve fruktozu asetik aside dönüştürme yeteneğine sahiptir. Ayrıca maya bileşeni, daha sonra bu koloninin bakteriyel karşılığı tarafından asetaldehite oksitlenen etanol üretebilir (Morshedi ve Dashti-Rahmatabadi, 2010). Maya, etanol üretirken substrat olarak fruktozu tercih eder. Asetik asit bakterileri tarafından üretilen asetik asit, maya tarafından etanol üretimini uyarma kabiliyetine sahiptir ve bunun karşılığında etanol, asetik asit bakterilerinin büyümesini ve asetik asit üretimini kolaylaştırabilir.

Kombucha karışımında bulunan etanol ve asetik asidin, ortam suyunun patojenik bakterilere karşı antimikrobiyal aktivitesinde rol oynadığı ve böylece çay mantarının kontaminasyonuna karşı bir koruma sağladığı bildirilmiştir (Dufresne ve Farnworth, 2000). Fermentasyon işleminin yan ürünleri azalsa bile bu içeceğin pH değerinin tamponlama kapasitesine sahip olduğu bildirilmiştir. Bu tamponlama kapasitesi, karbondioksit ayrışmasından kaynaklanmaktadır ve bu işlem gerçekleştiğinde, amfiyotik üretim hidrokarbonat anyonu (HCO_3^-) oluşur (Kaczmarczyk ve Lochynski, 2004). Kombucha çayı, antioksidan içeriği, nişasta hidrolaz inhibitör aktivitesi, anyonik mineral bileşimi ve asit içeriği ile ana besininden farklıdır. Fermentasyon sonucu oluşan ürünün şeker konsantrasyonları bir fermentasyondan diğerine farklılık gösterebilir. Bu durum metabolik yolun her zaman aynı şekilde gerçekleşmediğinin göstergesidir (Chen ve Liu, 2000). Jayabalan ve ark. (2007), fermentasyondan 15 gün sonra asetik asit üretiminin maksimum (9.5 g/L) düzeye ulaştığını gözlemlemişlerdir. D-glukuronik asit 12. günde maksimum (2.3 g/L) konsantrasyona ulaşırken, 3. günde düşük miktarda (0.54 g/L) laktik asit olduğunu tespit ettiler. Dünyanın farklı yerlerinden araştırmacılar aynı sakkaroz içeriğini (% 10) kullandıkları kombucha çayında ilk aşılama için farklı miktarlarda kombucha çay suyu kullandılar: % 20 (Chen ve Liu, 2000) ve % 10 (Loncar ve ark., 2000; Jayabalan ve ark., 2007). Fermentasyon işlemi, 1 L'ye kadar küçük hacimli reaktörlerde gerçekleştirildi. Bileşenlerin ölçülen değerleri, uygulanan parametrelerin (fermentasyon sıcaklığı, fermentasyon süresi ve sakkaroz ve siyah çayın başlangıç içeriği) yanı sıra kombucha kültürünün bileşiminin kombucha'nın metabolik aktivitesi ve dolayısıyla son ürünler üzerinde etkisi olduğunu göstermiştir. Chen ve Liu (2000) kombucha'nın 30 günlük fermentasyonu sonucu asetik asit içeriğinin 11 g/L oranını belirlediler. Bu oranın 60 günlük fermentasyon sonunda kademeli olarak 8 g/L'ye kadar düştüğünü bildirdiler. Loncar ve diğerleri (2000), tatlandırılmış siyah çayda kombucha fermentasyonundan sonra glukuronik asit varlığı belirlediler. En yüksek miktar (0.0034 g/L) 7. ve 21. gün fermentasyonlarında ölçülmüştür. Yavari ve ark. (2010), 37 °C'de %0.6, % 0.8 ve % 1'lik oranlarda sakkaroz ile tatlandırılmış vişne suyu ile ürettikleri kombucha çayında fermentasyonun 14. gününde tespit edilen glukuronik asit (132.5 g/L) % 0.8 sakkaroz içeren substratta olduğunu bildirdiler. Yavari ve ark. (2011), 37 °C'de % 0,7 sakkaroz ile tatlandırılmış üzüm suyunda fermentasyondan sonra elde edilen kombucha içeceğindeki glukuronik asit içeriğinin 14 gün fermentasyondan sonra en yüksek değere ulaştığını tespit ettiler. L-laktik asit, geleneksel kombucha içeceği için karakteristik bir bileşik değildir, ancak az miktarda da olsa fermente üründe görülebilir. Jayabalan ve ark. (2007), yeşil çay ile hazırlanan kombucha çayı, siyah çay ve çay atık maddelerinden hazırlanan kombucha'dan daha yüksek laktik asit konsantrasyonuna sahip olduğunu tespit ettiler. Malbasa ve ark. (2002), geleneksel kombucha'da D-glikoz ve D-fruktoz içeriğinin en yüksek değerlerini sırasıyla % 19.60 (14. günde) ve % 10.25 (10. günde) belirlediler. Bauer-Petrovska ve Petrushevska-Tozi (2000), % 0,7 sakkaroz ve 5 g/L siyah çay ile yapılan kombucha'daki suda çözünebilen vitaminleri analiz ettiklerinde; B1 vitamini 74 mg/100 mL, B6 vitamini 52 mg/100 mL, B12 vitamini 84 mg/100 mL ve C vitamini 151 mg/100 mL olarak buldular. Malbasa ve ark., (2011), % 7 sukroz ilave ederek siyah (8.30 mg/100 mL) ve yeşil (9.60 mg/100 mL) çay ile hazırladıkları kombucha'da maksimum B2 vitaminini 10. günde 1.5 g/L olarak tespit ettiler. Elde edilen tüm ürünlerde C vitamini içeriği sürekli artarak, asetik asit bakterileri ve doğal kombucha'dan izole edilen *S. cerevisiae* kombinasyonu ile üretilen içecekte 10. günde 28.98 mg/L ile en yüksek değere ulaşmıştır. Bu değer geleneksel üründe biraz daha düşük olduğu tespit edildi (27,86 mg/L).

Vitas ve ark. (2013) tarafından kış kokulu (30 mg / L) ve ısırgan otu özü (45 mg/L) üzerinde yetiştirilen kombucha ile elde edilen fermente süt ürünlerinde 7 günlük uzun fermantasyon süresinden sonra elde edilen geleneksel kombucha ürünleri için elde edilen değerlere kıyasla çok daha yüksek olan C vitamini (15.19 mg/L) değerlerini bildirdiler. Bauer-Petrovska ve Petrushevskaya-Tozi (2000) kombucha'da manganez, demir, nikel, bakır, çinko, kurşun, kobalt, krom ve kadmiyum içeriklerini belirlediler. Analiz sonuçlarına göre kobalt 0,004 µg/mL ile manganez 0,462 µg/mL aralığında olduğu tespit edilmiştir. Toksik elementlerin belirlenmesinde ise şu değerler elde edildi; kurşun 0,005 µg/mL, krom 0,001 µg/mL tespit edildi. Kombucha'nın metabolik aktivitesinin bir sonucu olarak temel minerallerin (Cu, Fe, Mn, Ni ve Zn) arttığı sonucuna varıldı. Kumar ve ark. (2008), % 10 sakkaroz ve 5 g/L siyah çay içeren içecekte flor, klor, brom, iyot, nitrat, fosfat ve sülfat varlığını tespit ettiler. Fermantasyonun 7. gününde florür için ölçülen en yüksek değer 3.20 mg/g olarak bildirilmiştir. Chu ve Chen, (2006) geleneksel bir içeceği (4 g/L siyah çay, % 10 sakkaroz, 15 gün uzun fermantasyon süresi) incelediler ve tüm kombucha örneklerinin toplam fenol içeriğinin fermantasyon süresi boyunca doğrusal bir artış gösterdiğini tespit ettiler. Jayabalan ve ark. (2007) epikateşin izomerlerinin (EGCG ([-]-epigallocatechin-3-gallate), EGC ([-]-epigallocatechin), ECG ([-]-epicatechin-3-gallate) ve EC ([-] epicatechin)) fermantasyon işlemi sırasında değişken bir stabilite sergilediklerini bildirdiler. Siyah çay ve çay atık materyali içeren substratlar ile karşılaştırıldığında yeşil çay ile hazırlanan substratta EGCG ve ECG'nin bozunması azaldığını; Theaflavin ve thearubigin için ise optimum seviyelerde bozunma gözlemlendiğini bildirdiler. EC içeren yüksek değer 12. günde yeşil çay içeren kombucha'da % 150 olarak tespit edilirken aynı gün EGC için çay atığı içeren kombucha'da % 140 ve siyah çayda % 115 olarak ölçülmüştür. EGCG ve ECG'nin ise kateşine dönüştürüldüğü düşünülmektedir. Kombucha çayı suyunun rengi siyah çayın rengine göre daha açıktı bu durum polifenollerin asidik ortamda bakteri ve mayaların açığa çıkardığı enzimler tarafından mikrobiyal değişime uğradığını göstermiştir.

5. KOMBUCHA'NIN MİKROBİYAL BİLEŞİMİ

Çeşitli çalışmalar, SCOBY veya çay mantarı olarak da adlandırılan Kombucha konsorsiyumunun mikrobiyal spektrumunun fermantasyonlar arasında değişebileceğini göstermiştir (Chakravorty ve ark., 2016; Coton ve ark., 2017). Çoğu maya türü, şekerli etanole fermente edebilir, ancak birçok modern alkollü fermantasyon süreci, yüksek etkinliği nedeniyle genellikle *Saccharomyces cerevisiae* olan tek bir başlangıç kültürü tarafından başlatılır. *Saccharomyces* dışındaki mayalar, aromatik profili zenginleştirmek, nihai ürünün karmaşıklığını ve kinetiğini geliştirmek için endüstride daha fazla kullanılmaktadır (Lopez ve ark., 2014). Kombucha kültüründe pek çok maya cinsi ve türü; *Zygosaccharomyces*, *Candida*, *Kloeckera/Hanseniaspora*, *Torulaspora*, *Pichia*, *Brettanomyces/Dekkera*, *Saccharomyces*, *Lachancea*, *Saccharomycoides*, *Schizosaccharomyces* ve *Kizosaccharomyces* vardır (Coton ve ark., 2017; Marsh ve ark., 2014). *Brettanomyces* cinsine ait: *B. intermedius*, *B. bruxellensis* ve *B. Claussenii*; *Candida* cinsine ait: *C. famata*, *C. guilliermondii*, *C. obtusa*, *C. stellate*, *C. guilliermondii*, *C. colliculosa*, *C. Kefyr* ve *C. Krusei*; *Saccharomyces* cinsine ait; *S. cerevisiae*, *S. bisporus*, *S. ludwigii* ve *S. pombe*; *Schizosaccharomyces* cinsine ait sadece *S. pombe*; *Zygosaccharomyces* cinsi için *Z. rouxii*, *Z. bailii* ve *Z. kombuchaensis* sp. türleri tespit edilmiştir (Chakravorty ve ark., 2016; Coton ve ark., 2017; Jayabalan ve ark., 2014; Marsh ve ark., 2014).

Watawana ve ark. (2016) göreceli bolluk yüzdesinin % 84,1'i ile *Zygosaccharomyces*'i baskın maya olarak ve sırasıyla % 6 ve % 5 ile *Dekkera* ve *Pichia* türlerini rapor ettiler. Mayser (1995), *Candida krusei* veya *Issatchenkia orientalis* gibi biyofilm oluşturan mayaları ve *apiculatus* mayalarının türlerini (*Kloeckera*, *Hanseniaspora*) ortaya çıkardı. *Zygosaccharomyces kombuchaensis* adlı yeni bir askosporojen maya, Kurtzman ve ark. (2001) tarafından Kombucha çayından izole edildi. Kombucha çay kültürünün baskın bakterileri, asetik asit oluşturmak için alkolü substrat olarak kullanabilen aerobik bakteriler olan asetik asit bakterileridir. Bu bakteriler, mayanın aksine, büyümeleri ve aktiviteleri için büyük miktarlarda oksijene ihtiyaç duyarlar. Metabolik süreç, asetaldehitin etanole ve asetaldehit hidratin asetaldehit dehidrojenaz enzimi tarafından asetik aside dönüştürülmesine dayanır (Jayabalan ve ark., 2007). Çay mantarında *Acetobacter xylinoides*, *Bacterium gluconicum*, *Acetobacter aceti*, *Acetobacter pasteurianus* ve *Gluconobacter oxydans* (Jayabalan, ve ark., 2014) dahil olmak üzere birkaç asetik asit bakterisi mevcuttur. Marsh ve ark. (2014)'nın yaptıkları rRNA sekans analizi hem sıvı ortamda hem de biyofilmdeki tüm fermantasyon boyunca %86-%99 nispi *Gluconacetobacter* yoğunluğu olduğunu rapor ettiler. Hindistancevizi suyunu çay mantarı ile fermente eden Watawana ve ark. (2016)'da % 85.6'lık *Gluconacetobacter* ve daha az oranda *Acetobacter*, *Lactobacillus*, *Leuconostoc* ve *Bifidobacterium* türleri tespit ettiler. *Gluconacetobacter* sp. A4, karaciğerde toksik bileşiklerin oluşumunu önlemekten sorumlu, D-glukarik asitten türetilen bir bileşen olan D-sakarik-1,4-lakton asidi üretmek için de dikkate değerdir. Farklı fermantasyon sıcaklıklarında (20 ve 30 °C) *Gluconacetobacter*'in baskın olduğunu gözlemlenirken, *Asetobakter* konsantrasyonunun 24 saatlik fermantasyondan sonra daha düşük seviyelerde olduğu (yaklaşık% 80 ve % 10, sırasıyla) tespit edilmiştir. Yedi gün sonra, *Gluconacetobacter*, toplam bakteri popülasyonunun % 90'ından fazlasından oluşturduğu bildirilmiştir. Fermantasyonun sonuna kadar *Gluconacetobacter* yoğunluğu değişmeden kalırken, *Asetobakter* konsantrasyonu zamanla azalmış ve 21 gün sonra % 3-5 seviyelerine ulaştığı rapor edilmiştir (Jayabalan ve ark., 2014). Fermantasyon süresi ilerledikçe, yüzeyde yeni katmanların oluşturulmasıyla membran kalınlığı artarak kültür ortamında asılı bir yapı oluşturur. Hidrojen ve C-H bağlanması ile birlikte biyofilmin gelişimi tüm fermantasyon boyunca devam edecek, sentez tüm bakterileri hapsederek aşağı doğru büyüdüğünde üst sınıra ulaşacaktır. Belli bir süre sonra yetersiz oksijen kaynağı nedeniyle inaktif hale gelecektir (Esa ve ark., 2014). Kültür ortamının sıvı fazında kalan bakteriler hareketsiz bir durumdadır. Fakat yeniden etkinleştirilebilir ve daha sonraki bir fermantasyonda aşı olarak kullanılabilir (Ruka ve ark., 2012). Bu biyofilm, yüksek kristal, yüksek gerilme mukavemeti, çözücülerin çoğunda aşırı çözünmezlik, kalıplanabilirlik, yüksek derecede polimerizasyon özelliklerine sahiptir. Bitkilerden elde edilen selüloz fibrillerden 100 kat daha incedir ve su tutma kapasitesi 100 katın üzerindedir (Chawla, ve ark., 2009). Biyofilm, kullanılan suşlara, kültür süresine ve kültür ortamında bulunan kimyasal katkı maddelerine bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir. Mikrobiyal selüloz verimini en üst düzeye çıkarmak ve süreci optimize etmek için aşılınmış ortamın hacmi, inkübasyon süresi, yüzey alanı ve yüzey yüksekliği koşulları göz önünde bulundurulması gereken önemli faktörlerdendir (Cacicedo ve ark., 2015). Kombucha fermantasyon kinetiğini anlamının karmaşıklığı, esas olarak, mevcut mikroorganizmaların önemli sayılarından ve bunlar arasındaki etkileşimlerden kaynaklanmaktadır. Bununla birlikte, maya hücrelerinin ölümü ve otolizi aynı zamanda önemli bakterilerin büyümesini uyarayan vitaminler ve diğer besinleri de salgılar.

Çoğu mikrobiyal tür, diğer türlerin spesifik büyüme oranını uyarıcı veya engelleyen metabolik ürünler salgırlar. Bu birlikte yaşama durumu hakkında kapsamlı bir şekilde analiz edilmesi gereken kommensalist veya amensalistik etkileşimler kurarlar. Laktik asit bakterileri ve asetik asit bakterileri gibi bazı bakteri gruplarının yanı sıra *Saccharomyces cerevisiae* gibi maya türleri fermantasyonda önemli roller üstlenirler. Bununla birlikte, bugüne kadar, rolleri kapsamlı bir şekilde tanımlanmamış birçok başka tür ve aralarındaki etkileşimler vardır. Mikrobiyal ekosistemlerin tam olarak anlaşılmasında bazı engeller vardır. Bunlardan en önemlisi, mikrobiyal toplulukların çoğunun muazzam çeşitliliği ve karmaşıklığıdır. Örneğin, bazı mikroorganizmalar paralel olarak katılabilirken diğerleri fermantasyon sırasında baskın bir evrimle sıralı bir şekilde hareket ederler (Chakravorty ve ark., 2016).

6. KOMBUCHA ÜZERİNE TOKSİSİTE ARAŞTIRMALARI

Kombucha, karmaşık bir mikroorganizma karışımı olduğundan tüketim için güvenliğini tartışmak önemlidir. Kombucha zoogloal matındaki bakteri ve mantarlar, kontamine edici bakterilerin büyümesini engelleyebilen güçlü bir simbiyoz oluşturabilirler (Khan ve Mukhtar, 2013). Ev yapımı kombucha kültürlerinde özellikle *Penicillium* ve *Aspergillus*'ta küf kontaminasyonu meydana gelebilmektedir. *Aspergillus* türlerinin kanserojen ve toksijenik etkilere neden olduğu bilinmektedir (Kole ve ark., 2009). Bu nedenle, enfekte içecekleri bağışıklığı zayıflamış kişilerce uygularken dikkatli olmak önemlidir. Terapötik bir içecek olarak kombucha çayının, insan denekleri içeren klinik deneylerle kanıtlanması şu aşamada oldukça zordur. Kombucha tüketiminin herhangi bir yan etkisi olmadığı iddia edilmesine rağmen birkaç istisnai durum yaşanmıştır. Birkaç vaka raporunda, şüpheli karaciğer hasarı, metabolik asidoz ve kutanöz şarbon enfeksiyonları ile kombucha çayının güvenirliliğini sorgulanmasına sebep olmuştur (Ernst., 2003). Böbrek yetmezliği olan kişiler tarafından tüketilen kombucha çayı bazı alerjik reaksiyonlara ve rahatsız edici bir mide, asit duyarlılığı meydana getirmiştir. Birkaç çalışmada, kombucha'nın mide bulantısı, nefes darlığı, boğaz sıkışması, baş ağrısı, baş dönmesi ve sarılığa neden olabileceği vurgulanmıştır (Kole ve ark., 2009). Bazı kişiler kombucha çayı tükettikten sonra baş dönmesi ve mide bulantısı hissettiklerini bildirdiler (Kovacevic ve ark., 2014). Aşırı fermantasyon, yüksek asetik asit konsantrasyonlarının mevcudiyetini artırabilir ve bu, bazı kimyasal kirleticilerin fermantasyon kabından veya ambalaj malzemelerinden sızmasına yol açabilir. Seramik bir kaptaki demlenen kombucha çayının düzenli kullanımının ciddi kurşun zehirlenmesine neden olabileceğine dair kanıtlar vardır (Bolle ve ark., 2011). Çalışmalar, hijyenik olmayan koşullar altında fermente edilen Kombucha çayında *Bacillus* şarbonunun varlığını da bildirmiştir (Smolinske, 2005).

7. KOMBUCHA VE İNSAN SAĞLIĞI ÜZERİNE ETKİLERİ

Kombucha pek çok ülkede çok uzun süredir tüketilmektedir. Kişisel gözlem ve tanıklıklara dayalı olarak sağlık için pek çok fayda bildirilmiştir. 1925 ile 1950 yılları arasında, doktorlar tarafından yürütülen çeşitli tıbbi araştırmalar, Kombucha ile ilgili geleneksel iddiaları doğruladı ve antibiyotik özellikleri, mide, bağırsak ve glandüler aktivitelerin düzenlenmesi, eklem romatizmasının rahatlaması, gut ve hemoroid, olumlu etkiler gibi faydalı etkilere sahip olduğu bildirdi. 1960'lı yıllarda yapılan araştırmalar Kombucha'nın kanser iyileştirici özelliklerini, detoksifiye edici etkilerini ve uzun süreli bir tüketimin bağışıklık sistemi performansını artırdığını ve interferon üretimini artırdığını ortaya koymuştur (Allen, 1998).

Kombucha'nın *Helicobacter pylori*, *Esherichia coli*, *Staphylococcus aureus* ve *Agrobacterium tumefaciens*'e karşı antibiyotik aktivitesi, esas olarak fermantasyon sırasında üretilen asetik asitle ilgili olduğunu bildirmiştir (Steinkraus ve ark., 1996). Kombucha'nın çoğu özelliği, içeceğin asidik bileşimine atfedilir. Detoksifikasyon özelliği, muhtemelen glukuronik asidin toksin moleküllerine bağlanarak böbrekler veya bağırsaklar tarafından organizmadan atılımını artırma kapasitesinden kaynaklanmaktadır. Vücutta biriken toksinlerin ürettiği gut, romatizma, artrit veya böbrek taşları bu şekilde rahatlatılabilir. Ağır metaller veya çevresel kirleticiler, glukuronidasyondan sonra böbrekler yoluyla da atılabilir. Kombucha'nın müşil aktivitesi, laktik asit içeriğine de atfedilir (Reiss, 1994). Laktik asit bakterilerinin konakçıda da immünostimülator etkiler uygulayabileceğine dair bazı göstergeler vardır ancak şu anda, Kombucha'da bulunan mikroorganizmaların insan gastrointestinal sistemini kolonize edip edemeyeceği bilinmemektedir (Marteau ve Rambaud, 1993). Çayın fermantasyonu sırasında esas olarak *Acetobacter xylinum* tarafından oluşturulan selülozik pelikül, yanıklarda ve diğer cilt yaralanmalarında geçici bir deri ikame maddesi olarak kullanılmıştır (Fontana ve ark., 1991). Asetik asit ve kateşinlerin özellikle bazı Gram pozitif ve Gram negatif mikroorganizmayı inhibe ettiği bilinmektedir. Bazı çalışmalar, Kombucha çayının sadece antibakteriyel aktivite değil, aynı zamanda antifungal aktivite de gösterdiğini göstermiştir (Jayabalan ve ark., 2014; Battikh ve ark., 2013). Antifungal aktivite, bu içekte asetik asit üretimi ve varlığına atfedilir. Son zamanlarda, insan hastalıklarıyla ilişkili dirençli patojen suşlarının ortaya çıkması yaygın olarak görülmüştür ve Kombucha çayının bir antimikrobiyal ürün olarak kullanımı bu sorunun üstesinden gelmek için kullanılabilirliği bildirilmiştir (Battikh ve ark., 2013). Yeşil çay ile hazırlanan Kombucha'nın antimikrobiyal aktivitesinin, geleneksel olarak siyah çay ile hazırlanan Kombucha'dan daha yüksek bir antimikrobiyal aktivite gösterdiği tespit edilmiştir (Battikh ve ark., 2013). Probiyotiklerin yaşayan mikroorganizmalar olduğu bilinmektedir. Yeterli miktarlarda uygulandıklarında sağlık açısından faydalar sağlayabilirler. Probiyotik mikroorganizmalar bağırsak mikrobiyotasında dengeyi sağlayarak bağırsaktaki florasını normalleştirir ve bağışıklık sistemini güçlendirirler. Buna ek olarak sindirimi kolaylaştırmak, zararlı bakterilerin aşırı çoğalmalarını önleme, zihinsel berraklık ve pozitif ruh haline sahip olmak, anksiyete ve depresyon gibi psikolojik durumları önüne geçmek gibi fonksiyonları bilinmektedir. Birçok çalışma, kombucha'nın sadece bir probiyotik olmadığını, aynı zamanda simbiyotik bir kombinasyon (prebiyotik ve probiyotik) olarak da şlev gördüğünü de iddia etmiştir (Dufresne ve Farnworth, 2000; Malbasa ve ark., 2011). Çoğu zaman, bir probiyotik karışımın bakteriyel bileşeni *Lactobacillus* veya *Bifidobacterium*'dan veya bu iki suşun bir kokteylden oluşmaktadır. Bu karışımı desteklemek için *Saccharomyces boulardii* ve *S. cerevisiae* gibi birkaç yaygın maya türünde faydalanılabilir (Kozyrovska, ve ark., 2012). Diyet fitokimyasalları, aynı zamanda etkili antikanser ajanlar olarak da tanımlanmıştır. Bilimsel çalışmalar, kombucha'nın da antikanser etkileri olduğunu iddia etmiştir. Rusya'daki Merkezi Onkolojik Araştırma Birimi ve Moskova'daki Rusya Bilimler Akademisi, bu fermente içecek üzerinde popülasyon çalışmaları yürütmüş ve günlük kombucha çayı tüketiminin kansere karşı son derece yüksek bir dirençle korelasyona sahip olduğunu bildirdiler (Dufresne ve Farnworth, 2000). Bilim adamları, bu içeceğin antikanser yeteneği için birçok olası mekanizma buldular. Örneğin, bu fermente içeceğin bir antikanser ajan olarak etki etme kabiliyetinin, çay polifenollerinin ve fermantasyon işlemi sırasında üretilen sekonder metabolitlerin varlığından kaynaklandığı bildirilmiştir (Jayabalan ve ark., 2011; Jayabalan ve ark., 2014).

Birçok çalışma, bu fermente içecekte bulunan çay polifenollerinin gen mutasyonlarını inhibe etme, kanser hücrelerinin proliferasyonunu inhibe etme ve kanser hücresi apoptozunu indüklemeye ve metastazı sona erdirmeye kabiliyetinin antikanser özellikleri için olası mekanizmalar olarak vurgulandığını göstermiştir (Ioannides ve Yoxall, 2003; Bode ve Z.Dong, 2003). Kombucha tüketiminin kanser hastalarının kan pH'ını yeniden düzenlemelerine yardımcı olabileceği de bildirildi. Ek olarak, kanser hastalarının bağ dokularında L-laktik asit yokdenecek kadar düşük seviyelerdedir. Fermentasyon sürecinin bir yan ürünü olarak laktik asit ürettiği Kombucha'nın tüketimi ile bu tür hastalıklarda bağışıklığın artmasına katkıda bulunabilir (Dufresne ve Farnworth, 2000). Polifenoller, glukonik asit, glukuronik asit, laktik asit ve C vitamini gibi kombucha çayında bulunduğu tespit edilen bileşiklerin çoğunun mide kanseri oluşumunu azaltma kabiliyetine sahip olduğu bilinmektedir. Kombucha çayının, dolaylı olarak kanserle ilişkili olduğu düşünülen bir enzim olan glukuronidazın aktivitesini inhibe ettiği bilinen D-sakarik asit-1,4-lakton içerdiği de tespit edilmiştir. Kombucha çayında bulunan polifenollerin antitümör özelliklere sahip olduğu, dolayısıyla kanseri bloke eden bir ajan olarak işlev gördüğü bildirilmiştir (Deghrigue ve ark., 2013). Başka bir çalışma, 100 µg/mL'lik bir konsantrasyonda sitotoksik etkiler gösteren Kombucha çayının etil asetat fraksiyonunda dimetil 2- (2-hidroksi-2-metoksipropiliden) malonat ve vitesin varlığını bildirmektedir (Jayabalan ve ark., 2011). Detoksifikasyon, toksik maddelerin canlı bir organizmanın vücudundan uzaklaştırılmasında fizyolojik veya tıbbi bir süreçtir. Detoksifikasyon, sağlıklı bir karaciğerin korunmasına yardımcı olur ve ayrıca kanserin önlenmesinde önemli rol oynadığı bilinmektedir. Kombucha çayının hazırlanmasında yapılan fermantasyon sürecinde mikroorganizmalar tarafından üretilen enzimler, bakteriyel asitler ve diğer sekonder metabolitler vücudu detoksifiye etme yeteneğine sahiptir (Dufresne ve Farnworth, 2000). Kombucha çayının kişinin diyetine dahil edilmesi, karaciğer üzerindeki detoksifikasyon yükünün azalmasına yardımcı olabilir. Bilimsel çalışmalar, kombucha'nın detoksifikasyon özelliğinin esas olarak glukuronik asidin vücuda giren toksik moleküller ile bağlanma kapasitesi sayesinde toksik moleküllerin böbrekler ve bağırsaklar yardımıyla fizyolojik olarak atılımını hızlandırma kabiliyetinden kaynaklandığını bildirmiştir (Kumar ve ark., 2015). Glukuronik aside benzer şekilde, malik asit de karaciğerin detoksifiye edilmesine yardımcı olan fermantasyonun bir yan ürünüdür. Karaciğerin detoksifikasyonunu desteklemenin yanı sıra, kombucha çayı tüketiminin, ağır metal maddelerin ve çevresel kirlenmelerin insan vücudundan böbrekler yoluyla atılmasına yardımcı olduğu da bilinmektedir. Temel metabolitlerin (bilirubin ve steroid hormon fazlalığı gibi) biyotransformasyonunda da etkilidir (Srihari ve Satyanarayana, 2012). Antioksidanlar, oksitlenebilir bir substrata kıyasla düşük konsantrasyonlarda substratın oksidasyonunu önemli ölçüde geciktiren veya inhibe eden maddelerdir. Hastalık koşullarında antioksidanların birincil etki mekanizması, serbest radikalleri uzaklaştırmaktır. Serbest radikaller, insan vücudunda meydana gelen oksidasyon reaksiyonlarında üretilir ve hücre hasarına, hücrenin ölümüne yol açacak olan çoklu zincir reaksiyonları başlatma yeteneğine sahiptir (Shebis ve ark., 2013). Kombucha fermantasyonu sırasında, çay yapraklarındaki polifenoller radikal temizleyici özelliklere sahiptirler (Malbasa ve ark., 2011). Fenolik bileşik karışımları asidik bir ortamda bulunduğu veya çay mantarında bakteri ve mayalar tarafından serbest bırakılan enzimler tarafından daha küçük moleküllere indirgendiğinde toplam fenolik bileşiklerde artışın meydana geldiği tespit edilmiştir (Srihari ve Satyanarayana, 2012).

Serbest radikal oluşumunu tetikleyen molekül grubu ksenobiyotiklerdir, Kombucha çayı tüketiminin CCl₄ aktivitesini inhibe ettiği ve sıçanlarda karaciğer hasarını önlediği gösterilmiştir (Murugesan ve ark., 2009). In vivo çalışmalar, kombucha çayının parasetamolün neden olduğu hepatotoksisteyi önleyebileceğini ileri sürmüştür (Pauline ve ark., 2001). Kombucha çayının tiyoasetamid kaynaklı hepatotoksisteye karşı koruyucu etkilerini bulmak için çalışmalar da yapılmış ve sonuçlar, polifenol maddelerinin yüksek antioksidan aktivitesi ile antihepatotoksik etkisini ortaya koymuştur. Ayrıca bu çalışmada kombucha çayının, karaciğerin çevresel toksinlere maruz kalmasıyla tetiklenen hepatositlerin apoptotik hücre ölümünü önlediğini de açıklanmıştır (Kabiri ve ark., 2013). Kombu çayı içeren bir diyet verilen alloxan kaynaklı diyabetli sıçanların histolojik analizleri, karaciğer-böbrek fonksiyonlarını koruduğunu ortaya çıkarmıştır. Bu durum plazmadaki aspartat transaminaz, alanin transaminaz ve gama-glutamil transpeptidaz aktivitesinde ve ayrıca kreatinin-üre konsantrasyonlarında azalma ile de desteklenmektedir (Aloulou ve ark., 2012). Enerji verici özelliklerinden dolayı kombucha çayına özel dikkat gösterilmektedir. Kombucha çayının enerji verme özelliği, kan hemoglobini seviyesini ve dokularının oksijen alımını arttıran, ATP'yi üretimini uyarıcı ve sentezlenen glukonik asitin şelatlama kapasitesi ile açıklanabilir. Kombu çayı tarafından sentezlenen zayıf organik asitler ve C vitamini, hem grubu taşıyan moleküllerin emilimi üzerindeki etkiyi artırabilir. Ayrıca B grubu vitaminler lipid ve protein metabolizmasının enzimatik aktivasyonu ile enerji yenilenmesini destekleyebilir (Vina ve ark., 2014). Bilim adamları tarafından yayımlanan birçok kişisel rapor, kombucha çayının antiobezite etkileri hakkında önemli bulgular ortaya koymuştur. Danielian (2005), kombucha'nın genel olarak metabolizmayı dengeleyerek yağ birikimini ortadan kaldırdığı veya sınırladığını bildirmiştir. Düzenli kombucha çayı alımının kilo alımının engellenmesine önemli ölçüde katkıda bulunduğu belirtilmiştir. Geleneksel içeceğin neden olduğu kilo kaybı etkileri, lipaz inhibisyonu ve bunun sonucunda kalori alımının kısıtlanmasıyla bağlantılı olan hipolipidemik etki meydana getirdiği belirlenmiştir. Obezite tedavi edilmediği veya kontrol altına alınamadığı müddetçe sıklıkla diabetes mellitus tip 2 ve hipertansiyona neden olmaktadır. Oksidatif stres, diyabetin birincil nedeni olarak gösterilmektedir. Bu kronik metabolik bozukluğun tedavisi için, endojen insülin salgılanmasının uyarılması, hedef dokularda insülin etkisinin artırılması, diyet nişastasının ve lipid degradasyonunun inhibisyonu ve oral hipoglisemik ajanlarla tedavi dahil olmak üzere halihazırda çeşitli terapötik stratejiler mevcuttur. Geleneksel ilaçlarla ilişkili yetersizlikler, kombucha çayını gibi fonksiyonel gıdalar arasında alternatif doğal terapötik ajanlar için hedefli bir araştırmaya yol açmıştır.

8. SONUÇ VE ÖNERİLER

Kombucha, piyasadaki kolayca satın alınabilen ve hatta elle üretilen fonksiyonel özellikleri sayesinde dünya çapında daha fazla görünürlük kazanmıştır. Bu sağlıklı içecek, farklı çay şekeri konsantrasyonları, SCOBY, çeşitli hava koşulları ve sıcaklıklar kullanılarak hazırlanabilir. Farklı özelliklere sahip kombu çayı üretmeye olanak sağlar. Bu çeşitli varyasyonlar, kombucha'nın kimyasal ve mikrobiyolojik bileşiminde farklılıkların olacağı anlamına gelir ve içeceğin fonksiyonel özelliklerini etkileyebilir. Organik asitler, polifenoller, proste yer alan probiyotik mikroorganizmaların varlığı Kombu çayının fermantasyon sürecinde fonksiyonel özelliklere katkıda bulunurlar. İçeceğin tüm biyolojik aktiviteleri birkaç çalışma dışında genellikle hayvan deneysel modelleri kullanılarak incelenmiştir.

Dolayısıyla kombucha tüketmenin faydalarına ilişkin kesin yargılar ortaya koymak insan modellerinin kullanıldığı deneylerin yetersizliğinden dolayı oldukça zordur. Benzer şekilde kombucha içeceğinin toksisitesi hakkındaki raporlar da henüz başlangıç aşamasında olup, içeceğin tüketiminin artması ile bu alanda daha fazla araştırma yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Fermantasyon sırasında mikroorganizmalar tarafından üretilen selüloz film (SCOBY), geleneksel selülozun yerini almak için uygun bir alternatif olarak tanımlanmıştır. Bu pazar genişlediğinden, tüketici güvenliğini sağlamak için daha fazla ulusal ve uluslararası düzenlemelere ihtiyaç duyulmaktadır. Mevcut çalışmalar, kombucha SCOBY ile fermente edilebilen üzüm suyu, süt, hindistan cevizi suyu ve diğerleri gibi alışılmadık dışında substratlar kullanarak içeceği çeşitlendirmenin mümkün olduğunu ve yenilikçi fonksiyonel içeceklerin üretimine katkıda bulunulabileceğini göstermektedir. Kombu çayı şu anda resmi sağlık beyanı verilemese de, sağlıklı bir diyetin önemli bir parçası olarak kabul edilebilir. Tam olarak geleneksel bir içecek olmayan kombu çayı artık bir "sağlıklı" içecek, farmakolojik olarak aktif moleküllerin bir kaynağı, antioksidan gıda grubunun önemli bir üyesi ve potansiyel yararlı sağlık özelliklerine sahip işlevsel bir gıda olarak görülmektedir.

KAYNAKLAR

- Aguilar-Toala, J.E., Garcia-Varela, R., Garcia, H.S., Mata-Haro, V., Cordova-Gonzalez, A. F., Vallejo-Cordoba, B., Hernandez-Mendoza, A. 2018. Postbiotics: An evolving term within the functional foods field. *Trends in Food Science & Technology*, 75:105-114.
- Akbarirad, H., Assadi, M.M., Pourahmad, R., Khaneghah, A.M. 2017. Employing of the different fruit juices substrates in vinegar kombucha preparation. *Current Nutrition & Food Science*, 13(4):303-308.
- Aloulou, A., Hamden, K., Elloumi, D., Ali, M.B., Hargafi, K., Jaouadi, B., Ayadi, F., Elfeki A., Ammar, E. 2012. Hypoglycemic and antilipidemic properties of Kombucha tea in alloxan-induced diabetic rats. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 12(1):63.
- Ayed, L., Ben Abid, S., Hamdi, M. 2017. Development of a beverage from red grape juice fermented with the Kombucha consortium. *Annals of Microbiology*, 67:111-121.
- Balentine, D.A., Wiseman, S.A., Bouwens, L.C. 1997. The chemistry of tea flavonoids. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 37:693-704.
- Battikh, H., Chaieb, K., Bakhrouf, A., Ammar, E. 2013. Antibacterial and antifungal activities of black and green kombucha teas. *Journal of Food Biochemistry*, 37(2):231-236.
- Battikh, H., Bakhrouf, A., Ammar, E. 2012. Antimicrobial effect of Kombucha analogues. *LWT- Food Science and Technology*, 47(1): 71-77.
- Bauer-Petrovska, B., Petrushevska-Tozi, L. 2000. Mineral and water-soluble vitamin contents in the kombucha drink. *International Journal of Food Sciences and Technology*, 35:201-5.
- Blanc, P.J. 1996. Characterization of the tea fungus metabolites. *Biotechnology Letters*, 18:139-142.
- Bode, A.M., Dong, Z. 2003. Signal transduction pathways: targets for green and black tea polyphenols. *Journal of Biochemistry and Molecular Biology*, 36(1):66-77.
- Bolle, F., Brian, W., Petit, D., Boutakhrit, K., Feraille, G., Van Loco, J. 2011. Tea brewed in traditional metallic teapots as a significant source of lead, nickel and other chemical elements. *Food Additives and Contaminants Part A*, 28(9):1287-1293.

Cacicedo, M.L., Castro, M.C., Servetas, I., Bosnea, L., Boura, K., Tsafrakidou, P., Castro, G. R. 2016. Progress in bacterial cellulose matrices for biotechnological applications. *Bioresource Technology*, 213, 172-180.

Chawla, P.R., Bajaj, I.B., Survase, S.A., Singhal, R.S. 2009. Microbial Cellulose: Fermentative Production and Applications. *Food Technology and Biotechnology*, 47(2):107–124.

Chakravorty, S., Bhattacharya, S., Chatzinotas, A., Chakraborty, W., Bhattacharya, D., Gachhui, R. 2016. Kombucha tea fermentation: Microbial and biochemical dynamics. *International Journal of Food Microbiology*, 220: 63-72.

Chen, C., Liu, B.Y. 2000. Microbial cellulose: Fermentative Changes in major components of tea fungus metabolites during prolonged fermentation. *Journal of Applied Microbiology*, 89:834-839.

Chu, S.C. and Chen, C. 2006. Effects of origins and fermentation time on the antioxidant activities of Kombucha. *Food Chemistry*, 98(3):502-507.

Coton, M., Pawtowski, A., Taminiau, B., Burgaud, G., Deniel, F., Coulloume-Labarthe, L., Coton, E. 2017. Unraveling microbial ecology of industrial-scale Kombucha fermentations by metabarcoding and culture-based methods. *Fems Microbiology Ecology*, 93(5):1-16.

Danielian LT: Kombucha (Kombucha) and Its Biological Features. *Meditisina*, Moscow. Russian, 1 Jan. 2005, ISBN-10 5225048285.

Deghrigue, M., Chria, J., Battikh, H., Abid, K., Bakhrouf, A. 2013. Antiproliferative and antimicrobial activities of Kombucha tea. *African Journal of Microbiology Research*, 7:3466-3470.

Dufresne, C., Farnworth, E. 2000. Tea, Kombucha, and health: a review. *Food Research International*, 33(6):409-421.

Emiljanowicz K.E. and Malinowska-Pańczyk, E. 2020. Kombucha from alternative raw materials-The review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 60 (9):3185-3194.

Ernst, E. 2003. A systemic review of the clinical evidence. *Research in Complementary medicine*, 10(2): 85-87.

Esa, F., Tasirin, S.M., Rahman, N.A. 2014. Overview of bacterial cellulose production and application. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 2:113-119.

Fontana, J.D., Franco, V.C., De Souza, S. J., Lyra, I.N., De Souza, A.M. 1991. Nature of plant stimulators in the production of *Acetobacter xylinum* (tea fungus) biofilm used in skin therapy. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 28:341-351.

Fujihara, M., Muroi, M., Tanamoto, K.I., Suzuki, T., Azuma, H., Ikeda, H. 2003. Molecular mechanisms of macrophage activation and deactivation by lipopolysaccharide:roles of the receptor complex. *Pharmacology & Therapeutics*, 100(2):171-194.

Gaggia, F., Baffoni, L., Galiano, M., Nielsen, D.S., Jakobsen, R.R., Castro-Mejia, J.L., Bosi, S., Truzzi, F., Musumeci, F., Dinelli, G., Di Gioia D. 2018. Kombucha beverage from green, black and rooibos teas: a comparative study looking at microbiology, chemistry and antioxidant activity. *Nutrients*, 11(1):1.

Goh, W.N., Rosma, A., Kaur, B., Fazilah, A., Karim, A.A., Bhat, R. 2012. Fermentation of black tea broth (Kombucha): I. Effects of sucrose concentration and fermentation time on the yield of microbial cellulose. *International Food Research Journal*, 19(1):109-117.

Hara, Y., Luo, S.J., Wickremashinghe, R.L., Yamanishi, T. 1995a. VI. Biochemistry of processing black tea. *Food Reviews International*, 11:457-471.

Hara, Y., Luo, S.J., Wickremashinghe, R.L., Yamanishi, T. 1995b. V. Chemical composition of tea. *Food Reviews International*, 11:435-456.

Hollman, P.C.H., Hertog, M.G.L., Katan, M.B. 1996. Analysis and health effects of flavonoids. *Food Chemistry*, 57:43-46.

Hur, S.J., Lee, S.Y., Kim, Y.C., Choi, I., Kim, G.B. 2014. Effect of fermentation on the antioxidant activity in plant-based foods. *Food Chemistry*, 160:346-356.

Ioannides, C., Yoxall, V. 2003. Antimutagenic activity of tea: role of polyphenols. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 6(6):649-656.

Jayabalan, R., Malbasa, R.V., Loncar, E.S., Vitas, J.S., Sathishkumar, M. 2014. A review on kombucha tea microbiology, composition, fermentation, beneficial effects, toxicity, and tea fungus. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 13(4):538-550.

Jayabalan, R., Marimuthu, S., Swaminathan, K. 2007. Changes in content of organic acids and tea polyphenols during Kombucha tea fermentation. *Food Chemistry*, 102(1): 392-398.

Kabiri, N., Setorki, M., Darabi, M.A. 2013. Protective effects of Kombucha tea and silimaritin against thioacetamide induced hepatic injuries in wistar rats. *World Applied Sciences Journal*, 27(4):524-532.

Kaczmarczyk, D., Lochynski, S. 2004. Products of biotransformation of tea infusion properties and application. *Polish Journal of Natural Sciences*, 29(4):381-392.

Khan, N., Mukhtar, H. 2013. Tea and health: studies in humans, *Current Pharmaceutical Design*, 19(34):6141-6147.

Kole, A.S., Jones, H.D., Christensen, R., Gladstein, J. 2009. A case of Kombucha tea toxicity, *Journal of Intensive Care Medicine*, 24(3): 205-207.

Kovacevic, Z., Davidovic, G., Vuckovic-Filipovic, J., Janicijevic-Petrovic, M.A., Janicijevic, K., Popovic, A. 2014. A toxic hepatitis caused by the kombucha tea case report. *Macedonian Journal of Medical Sciences*, 7(1):128-131.

Kozyrovska, N.O., Reva, O.M., Goginyan, V.B., De Vera, J.P. 2012. Kombucha microbiome as a probiotic: a view from the perspective of post-genomics and synthetic ecology. *Biopolymers and Cell*, 28(2):103-113.

Kumar, K.S., Sastry, N., Polaki, H., Mishra, V. 2015. Colon cancer prevention through probiotics: an overview, *Journal of Cancer Science and Therapy*, 7:081-092.

Kumar, S.D., Narayan, G., Hassarajani, S. 2008. Determination of anionic minerals in black and Kombucha tea using ion chromatography. *Food Chemistry*, 111(3):784-788.

Kurtzman, C.P., Robnett, C.J., Basehoar-Powers, E. 2001. *Zygosaccharomyces kombuchaensis*, a new ascosporogenous yeast from Kombucha tea. *Fems Yeast Research*, 1:133-138.

Liamkaew, R., Chattrawanit J., Danvirutai P. 2016. Kombucha production by combinations of black tea and apple juice. *Science and Technology*, 6 (2):139-146.

Loncar, E., Djuric, M., Malbasa, R., Kolarov, L.J., & Klasnja, M. 2006. Influence of working conditions upon Kombucha conducted fermentation of black tea. *Food and Bioproducts Processing*, 84(3):186-192.

Lopez, C.L.F., Beaufort, S., Brandam, C., Taillandier, P. 2014. Interactions between *Kluyveromyces marxianus* and *Saccharomyces cerevisiae* in tequila must type medium fermentation. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 30(8): 2223-2229.

Malbasa R.V., Loncar E.S., Vitas, J.S., Canadanovic-Brunet, J.M. 2011. Influence of starter cultures on the antioxidant activity of kombucha beverage. *Food Chemistry*, 127(4):1727-1731.

Malbasa, R.V., Loncar, E.S., Kolarov, L.J.A. 2002. Sucrose and inulin balance during tea fungus fermentation. *Roum Biotechnology Letters*, 7:573-6.

Marsh, A.J., O'Sullivan, O., Hill, C., Ross, R.P., Cotter, P.D. 2014. Sequence-based analysis of the bacterial and fungal compositions of multiple Kombucha (tea fungus) samples. *Food Microbiology*, 38:171-178.

Marteau, P., Rambaud, J.C. 1993. Potential of using lactic bacteria for therapy and immunomodulation in man. *FEMS Microbiology Reviews*, 12:207-220.

Martirosyan, D.M. and J. Singh. 2015. A new definition of functional food by FFC: what makes a new definition unique? *Functional Foods in Health and Disease*, 5 (6):209-223.

Mayser, P., Fromme, S., Leitzmann, C., Grunder, K. 1995. The yeast spectrum of the tea fungus Kombucha Das Hefespektrum des Teepilzes Kombucha. *Mycoses*, 295:289-295.

Morshedi, A., Dashti-Rahmatabadi, M.H. 2010. Chronic consumption of Kombucha and black tea prevents weight loss in diabetic rats," *Iranian Journal of Diabetes and Obesity*, 2(2):23-26.

Murugesan, G.S., Sathishkumar, M., Jayabalan, R., Binupriya, A.R., Swaminathan, K., Yun, S. E. 2009. Hepatoprotective and curative properties of Kombucha tea against Carbon tetrachloride-induced toxicity. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 19(4):397-402.

Nuryastuti, T., Van Der Mei, H.C., Busscher, H.J., Irvati, S., Aman, A.T., Krom, B.P. 2009. Effect of cinnamon oil on *icaA* expression and biofilm formation by *Staphylococcus epidermidis*. *Applied and Environmental Microbiology*, 75(21):6850-6855.

Pauline, T., Dipti, P., Anju, B., Kavimani, S., Sharma, S.K., Kain, A.K., Sarada, S.K., Sairam, M., Ilavazhagan, G., Devendra, K., Selvamurthy, W. 2001. Studies on toxicity, anti-stress and hepato-protective properties of Kombucha tea, *Biomedical and Environmental Sciences*, 14(3):207-213.

Pure, A.E., Pure, M.E. 2016. Antioxidant and antibacterial activity of kombucha beverages prepared using banana peel, common nettles and black tea infusions. *Applied Food Biotechnology*, 3(2):125-130.

Reiss, J. 1994. Influence of different sugars on the metabolism of the tea fungus. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung*, 198:258-261.

Ruka, D.R., Simon, G.P., Dean, K.M. 2012. Altering the growth conditions of *Gluconacetobacter xylinus* to maximize the yield of bacterial cellulose. *Carbohydrate Polymers*, 89(2):613-622.

Saponjac, V.T.T. and Vulic, J.J. 2014. Antioxidant and antibacterial activity of the beverage obtained by fermentation of sweetened lemon balm (*Melissa officinalis* L.) Tea with Symbiotic consortium of bacteria and yeasts. *Food Technology and Biotechnology*, 52(4): 420-429.

Shebis, Y., Iluz, D., Kinel-Tahan, Y., Dubinsky, Z., Yehoshua, Y. 2013. Natural antioxidants: function and sources. *Food and Nutrition Sciences*, 4(6):643-649.

Smolinske, S.C. 2005. Herbal product contamination and toxicity. *Journal of Pharmacy Practice*, 18(3):188-208.

Srihari, T., Satyanarayana, U. 2012. Changes in free radical scavenging activity of Kombucha during fermentation, *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 4(11):1978-1981.

Steinkraus, K.H., Shapiro, K.B., Hotchkiss, J.H., Mortlock, R.P. 1996. Investigations into the antibiotic activity of tea fungus kombucha beverage. *Acta Biotechnologica*, 16:199-205.

Talawat, S., Ahantharik, P., Laohwiwattanukul, S., Premasuk, A., Ratanano, S. 2006. Efficacy of fermented teas in antibacterial activity. *Kasetsart Journal Natural Sciences*, 40:925-33.

Tu, C., Tang, S., Azi, F., Hu, W., Dong, M. 2019. Use of kombucha consortium to transform soy whey into a novel functional beverage. *Journal of Functional Foods*, 52:81-89.

Vazquez-Cabral, B.D., Larrosa-Perez, M., Gallegos-Infante, J.A., Moreno-Jimenez, M.R., Gonzalez-Laredo, R.F., Rutiaga-Quinones, J.G., Gamboa-Gomez, C.I., Rocha-Guzman, N.E. 2017. Oak kombucha protects against oxidative stress and inflammatory processes. *Chemico-Biological Interactions*, 272:1-9.

Velicanski A.S., Cvetkovic, D.D., Markov, S.L., Tumbas, V.T., Savatovic, S.M. 2007. Antimicrobial and antioxidant activity of lemon balm kombucha. *Acta Periodica Technologica*, 38:165-72.

Velicanski, A., Cvetkovic, D., Markov, S. 2013. Characteristics of Kombucha fermentation on medicinal herbs from lamiaceae family. *Romani*, 18(1): 8034-8042.

Vina, I., Semjonovs, P., Linde, R., Deninx, I. 2014. Current Evidence on Physiological Activity and Expected Health Effects of Kombucha Fermented Beverage *Journal of Medicinal Food*, 17(2):179-188.

Vitas, J., Malbasa, R., Grahovac, J., Loncar, E. 2013. The antioxidant activity of Kombucha fermented milk products with stinging nettle and winter savory. *Chemical Industry and Chemical Engineering Quarterly*, 19(1):129-139.

Vitas, J.S., Cvetanovic, A.D., Maskovic, P.Z., Svarc-Gajic, J.V., Malbasa, R.V. 2018. Chemical composition and biological activity of novel types of kombucha beverages with yarrow. *Journal of Functional Foods*, 44:95-102.

Watawana, M. I., Jayawardena, N., Gunawardhana, C.B., Waisundara, V.Y. 2015. Health, wellness, and safety aspects of the consumption of Kombucha. *Journal of Chemistry*, 1-11.

Yavari N., Assadi, M.M., Moghadam, M.B., Larijani, K. 2011. Optimizing glucuronic acid production using tea fungus on grape juice by response surface methodology. *Australian Journal of Basic Applied Sciences*, 5:1788-94.

Yavari, N., Assadi, M.M., Larijani, K., Moghadam, M.B. 2010. Response surface methodology for optimization of glucuronic acid production using kombucha layer on sour cherry juice. *Australian Journal of Basic Applied Sciences*, 4(8):3250-6.

Zubaidah, E., Apriyadi, T. E., Kalsum, U., Widyastuti, E., Estiasih, T., Srianta, I., Blanc, P.J. 2018. In vivo evaluation of snake fruit kombucha as hyperglycemia therapeutic agent. *International Food Research Journal*, 25(1):453-457.

Zubaidah, E., C. A. Afgani, U. Kalsum, I. Srianta, and P. J. Blanc. 2019. Comparison of in vivo antidiabetes activity of snake fruit kombucha, black tea kombucha and metformin. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 17:465-469.

TAVUK GnRH-I HORMONUNUN İLK YUMURTANIN VE İLK FERTİL YUMURTANIN YUMURLAMASI İÇİN GEREKLİ SÜREYE ETKİSİ

Dr. Öğr. Gör. Hüseyin Baki ÇİFTÇİ

Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Hayvan Yetiştirme Anabilim Dalı
ORCID: 0000-0002-3855-3001

Doç. Dr. Ali AYGÜN

Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Hayvan Yetiştirme Anabilim Dalı
ORCID: 0000-0002-0546-3034

ÖZET

Bu çalışmanın amacı tavuk GnRH-I hormonunun ilk yumurtanın ve ilk fertil yumurtanın elde edildiği süreye etkisini ölçmektir.

Aynı yaştaki dişi ve erkek Japon bıldırcını (*Coturnix japonica*) cücükleri: a) Kontrol grubu-herhangi bir şey enjekte edilmeyen, b) Negatif kontrol grubu-200 µl standart salina enjekte edilen, c) 5 µg cGnRH içeren 200 µl standart salina ile enjekte edilen ve 10 µg cGnRH içeren 200 µl standart salina ile enjekte edilen grup olarak gruplara ayrıldılar. Gruplara ayrılan erkek ve dişi cücükler 13 ve 20 günlük olduklarında iki defa enjekte edildiler. Büyüme döneminde cücükler ad libitum beslendiler ve aydınlatma yapıldı. Farklı cinsiyete sahip bıldırcınlar telek rengine bakılarak ayırt edildiler sonra bir erkek ve beş dişi olacak şekilde gruplara ayrıldılar ve ebeveyn kafeslerine aktarıldılar.

Kontrol grubuna ve 10µg cGnRH-I enjekte edilen gruba kıyasla 5µg cGnRH-I enjeksiyonu istatistiksel olarak önemli olmasa da ilk yumurtanın elde edildiği sürenin kısalmasına neden olurken; 10µg cGnRH-I enjeksiyonu bu sürenin biraz uzamasına sebep oldu. Kontrol ve negatif kontrol gruplarına kıyasla 5 µg cGnRH-I enjeksiyonu ilk fertil yumurtanın elde edildiği zamanın istatistiksel olarak önemli bulunmasa da kısalmasına neden oldu. İlk fertil yumurtanın elde edilmesi için geçen süre 10 µg cGnRH enjekte edilen gruba kıyasla; 5 µg cGnRH-I enjekte edilen grupta önemli seviyede ($p<0,05$) kısaldı.

Bu çalışmada uygulanan cGnRH-I dozları oldukça yüksekti aynı zamanda büyüme süresi boyunca sürekli aydınlatma yapıldı. Mümkündür ki sürekli aydınlatma tüm deney gruplarında folikül stimüle edici hormon (FSH) salgısının artmasına ve ilk yumurtanın ve ilk fertil yumurtanın elde edilme zamanının kısalmasına neden oldu. Böylece, ilk yumurtlama zamanını ve ilk fertil yumurta elde etme zamanını erkene almak için gerekli FSH konsantrasyonunu cGnRH-I enjekte ederek sağlama yolu bir farka neden olmadı çünkü cücüklerin kanlarında sürekli aydınlatmadan dolayı zaten FSH konsantrasyonu yüksekti. Fazla FSH salgısı sağlamak için dışardan cGnRH-I enjekte etmek önemli bir farka neden olmadı.

Anahtar Kelimeler: cGnRH, Yumurta, Bıldırcın

THE EFFECT OF CHICKEN GnRH-I HORMONE ON THE TIME REQUIRED FOR THE FIRST EGG AND FOR THE FIRST FERTILE EGG LAID

ASBTRACT

The objective of this study was to measure the effect of cGnRH-I injection of Japanese quail chicks on the time required for the first egg and for the first fertile egg laid.

Male and female Japanese quail (*Coturnix japonica*) chicks of same age, were grouped as: a) Control group - which was received no injection, b) Negative control group, which was subcutaneously injected with 200 µl standard saline, c) 5 µg cGnRH group, which was injected with 200 µl standard saline containing 5 µg cGnRH and d) 10 µg cGnRH group, which was injected with 200 µl standard saline containing 10 µg cGnRH. Chicks were injected twice when they were 13 and 20 days old. During the growth period, chicks were fed ad libitum and the light was always on. Quails with different gender were differentiated and grouped as one male and five females and transferred to parent cages.

Injection of 5µg cGnRH-I non-significantly shortened the time period required for the first egg laid as compared to the negative control and 10µg cGnRH-I injected groups. The time period required for first fertile egg laid, was non-significantly shortened by 5µg cGnRH-I injection as first fertile egg laid was significantly shortened ($P<0.05$) by 5µg cGnRH-I injection as compared to 10µg cGnRH-I injected group.

In this study, we applied higher doses of cGnRH-I and also the continuous lightening during the growth period. Probably, continuous lightening caused increase in follicle stimulating hormone (FSH) secretion in all groups and this shortened the time required for the first egg and for the first fertile egg laid. Therefore, providing extra FSH through the injection of cGnRH-I did not cause difference.

Keywords: cGnRH, Egg, Quail

1. GİRİŞ

Klasik olarak gonadotropin salgısını başlatan hormonun (GnRH) hipotalamustan salgılanan, fertilitenin başlamasını ve devamını sağlayan bir deka peptit olduğu bilinmektedir (Delemarre-van de Waal, 2005). GnRH bu etkisini pituitary bezinden lüteinleştirici hormon (LH) ve folikül stimüle edici hormon (FSH) salgısını başlatarak yapar (Sharp et al., 1990; Greives et al., 2008). Kanatlılarda GnRH-I ve GnRH-II olmak üzere iki farklı GnRH varyantı vardır (Millar ve King, 1984, Miyamoto ve ark., 1984, Sherwood ve ark., 1988). Biyolojik olarak aktif olup gonadotropin salgısını, cinsi olgunluk yaşını ve üreme yeteneğinin devamını sağlayan form GnRH-I dir (Sharp ve ark., 1990, Sharp ve Ciccone, 2005).

Hem LH hem de FSH gonadal büyümeyi ve gelişmeyi sağlayarak steroid salgısına neden olurlar. Salgılanan steroidler ise beyini etkileyip cinsel davranışların meydana gelmesine neden olurlar (Greives ve ark., 2008). Hem LH hem de FSH erkek kuşlarda spermatogenezi sağlarken dişilerde oogenezi sağlarlar (Follett, 1992). Erkek kuşlarda günlerin uzaması sonucu FSH salgısı artar bu da testislerin büyümesine neden olur (Urbanski ve Follett, 1982). Bıldırcınlar dâhil olmak üzere kuşlarda gonatların gelişmesi ilkbaharda günlerin uzama başlamasıyla başlar. Bıldırcınlarda eğer gün uzunluğu 11.5 saati geçerse gonatlar hızlı bir gelişme periyoduna girerler akabinde cinsi olgunluk dönemi başlar. Bıldırcınlarda gün uzunluğunun 14.5 saatten daha kısa olduğu yaz sonlarına doğru üreme sezonu biter ve gonatlar regresyona girerler (Nicholls ve ark., 1988).

Eğer bıldırcınlar kısa günlerden sonra 16 saat aydınlık: 8 saat karanlık ışıklandırma ritmi altında tutulurlarsa sürekli üreme döneminde kalırlar (Nicholls ve ark., 1988).

Memelilerde GnRH hormonunun cinsi olgunluk yaşına etkisi konusunda çok çalışma yapılmıştır fakat kanatlılarda (özellikle bıldırcınlarda) bu konuda yeterli veri yoktur. Kanatlılarda yumurtlamanın başlama zamanı genellikle dişiler için cinsi olgunluk döneminin başlangıcı olarak kabul edilir (Gous ve ark., 2000). İlk döllü yumurtanın yumurtlandığı tarih ise erkek kuşlar için cinsi olgunluk döneminin başlama zamanı olarak kabul edilir. Böylece, bu çalışmanın amacı tavuk GnRH-I hormonunun ilk yumurtanın ve ilk döllü yumurtanın elde edildiği süreye etkisini ölçmektir.

2. MATERYALLER VE MOTOTLAR

2.1. HAYVAN, ISITMA, IŞIKLANDIRMA VE YEMLEME

Bu çalışmada yumurtadan yeni çıkış yapmış aynı yaştaki Japon bıldırcın cücükleri (Coturnix japonica, n=480) hayvan materyali olarak kullanıldılar. Cücükler Arapça numaralandırılmış civciv büyütme kafeslerine (Ürün no: CB25-03-5K, Cimuka, 1214. Sok 21/3 Ostim Yenimahalle / Ankara- Türkiye) random olarak konuldular. Cücükler dört gruba ayrıldı ve her gruba 120 civciv konuldu. Her grup iki tekerrürlü olarak oluşturuldu (n=60). Kafeslerde ışıklar devamlı açıktı, sıcaklık ise 35°C ye ayarlanmıştı. Cinsi olgunluk döneminde sıcaklığı normal oda sıcaklığına getirmek için her hafta düzenli olarak sıcaklık 2-3°C düşürüldü. Cinsi olgunluk döneminde ışıklandırma 16 saat aydınlatma, sekiz saat karanlık (16L:8D, uzun gün fotoperyot ritmi) olacak şekilde uygulandı. Cücükler büyüme döneminden cinsi olgunluk dönemine kadar %20.70 ham protein (CP), 2935 kcal/kg metabolik enerji (ME), %1 kasiyum (Ca) ve %0,35 kullanılabilir fosfor (P) içeren yemle ad libitum olarak beslendiler. Su her zaman mevcuttu.

2.2. GRUPLAMA

Cücükler random olarak dört gruba ayrıldı. Her grup ise iki tekerrürden ibaretti. Gruplandırma: a) Kontrol grubu-hiçbir enjeksiyon yapılmayan, b) Negatif kontrol grubu-200 µl standart salina (OSEL Pharmacy and Trade Incorporation, Beykoz, İstanbul-Türkiye) enjekte edilen, c) 5 µg cGnRH enjekte edilen grup-5 µg cGnRH (Kat no: ab143495, Abcam, Discovery Drive, Cambridge Biomedical Campus, Cambridge, CB2 0AX, UK) içeren 200 µl standart salina ile enjekte edilen ve d) 10 µg cGnRH enjekte edilen grup-10 µg cGnRH içeren 200 µl standart salina ile enjekte edilen grup. 12 Eylül 2020 tarihinde cücükler telek rengine bakılarak cinsiyetleri belirlendi sonra bir erkek 5 dişi olacak şekilde Arapça numaralanmış ebeveyn kafeslerine (Ürün no: BYK-03-5K, Cumuka, 1214. Sok 21/3 Ostim Yenimahalle / Ankara-Türkiye) aktarıldılar. Her grup dağınık on kafes gözünden oluşmaktaydı.

2.3. ENJEKSİYON

Enjeksiyon 25509 numaralı ve 01 Temmuz 2004 tarihli Resmi gazetede yayınlanan hayvanları koruma komitesinin 5199 numaralı kanununa uygun olarak yapıldı. Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, yerel etik kurulu tarafında bilimsel çalışmada hayvan kullanma izin belgesi alındı (Belge no: 2019/2-004). Cücükler 28 Ağustos 2020 (13 günlük iken) ve 4 Eylül 2020 tarihinde (20 günlük iken) olmak üzere iki defa enjekte edildiler. Enjeksiyon; ucuna 26G, 1.27 cm uzunluğunda hipodermik ine eklenmiş 1 ml steril enjektör (Lot no: 20190610, Shanghai international holding corporation Gmbh (Europe), eiffestr. 80, 20537 Hamburg, Almanya) kullanılarak kanat altına sub cutan olarak yapıldı.

2.4. DIŞIERDE İLK YUMURTANIN YUMURLANMASI İÇİN GEÇEN SÜRENİN BULUNMASI

Yumurtaların yumurtlandığı tarih ve kafes numarası kabuk üzerine yazıldı. İlk yumurtanın yumurtlandığı tarih ilk yumurtanın elde edilmesi için geçen süre olarak kayıt edildi. İlk yumurta 21 Eylül 2020 tarihinde elde edildi.

2.5. İLK DÖLLÜ YUMURTANIN ELDE EDİLMESİ İÇİN GEÇEN SÜRENİN BULUNMASI

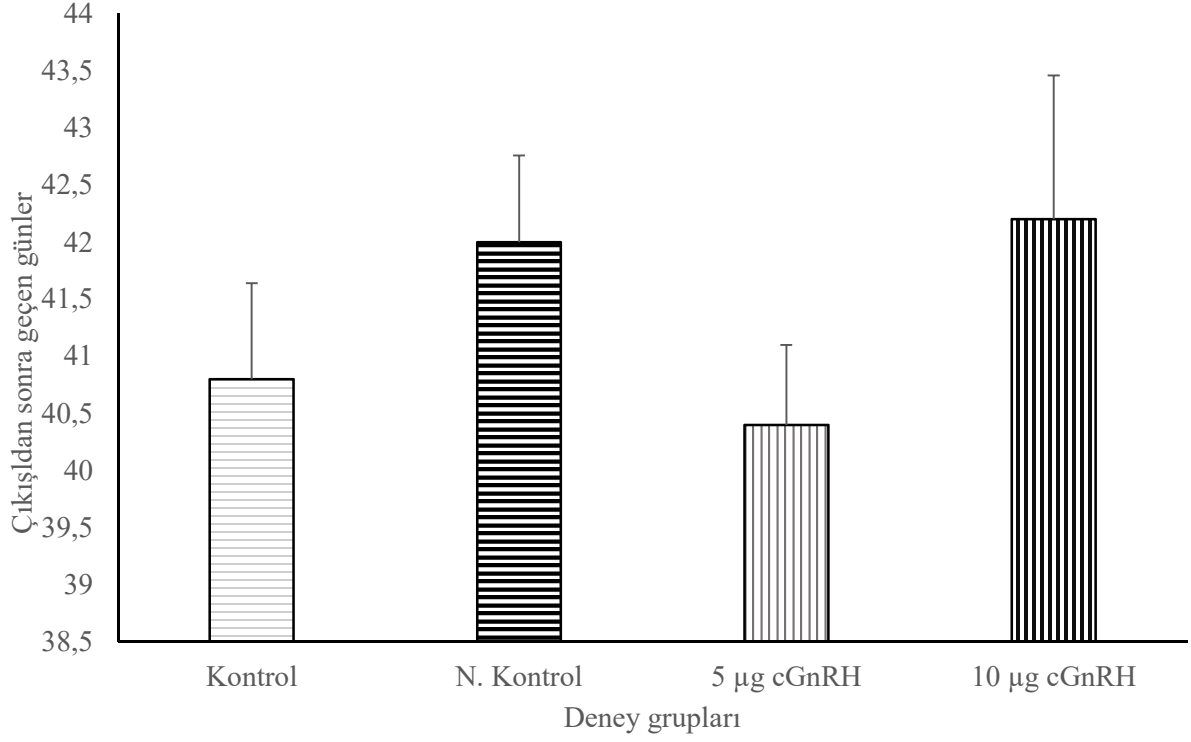
Üzerine yumurtlama tarihi ve kafes numarası yazılmış yumurtalar 10 gün sürekle sıcaklığı 37.7°C ve nemi %55 e ayarlanan inkübatörde (Ürün no: T960 S, Cimuka, 1214. Sok 21/3 Ostim Yenimahalle / Ankara) inkübasyona bırakıldı. On gün sonra, yumurtalar kırılarak içinde embriyo var olup olmadığına bakıldı. İçinde embriyo bulunan yumurtalar döllü olarak kabul edildiler. İlk döllü yumurtanın elde edildiği tarih ise ilk döllü yumurtanın elde edildiği tarih olarak kayıt edildi. İlk döllü yumurta 24 Eylül 2020 tarihinde yumurtlandı.

2.6. İSTATİSTİKSEL ANALİZ

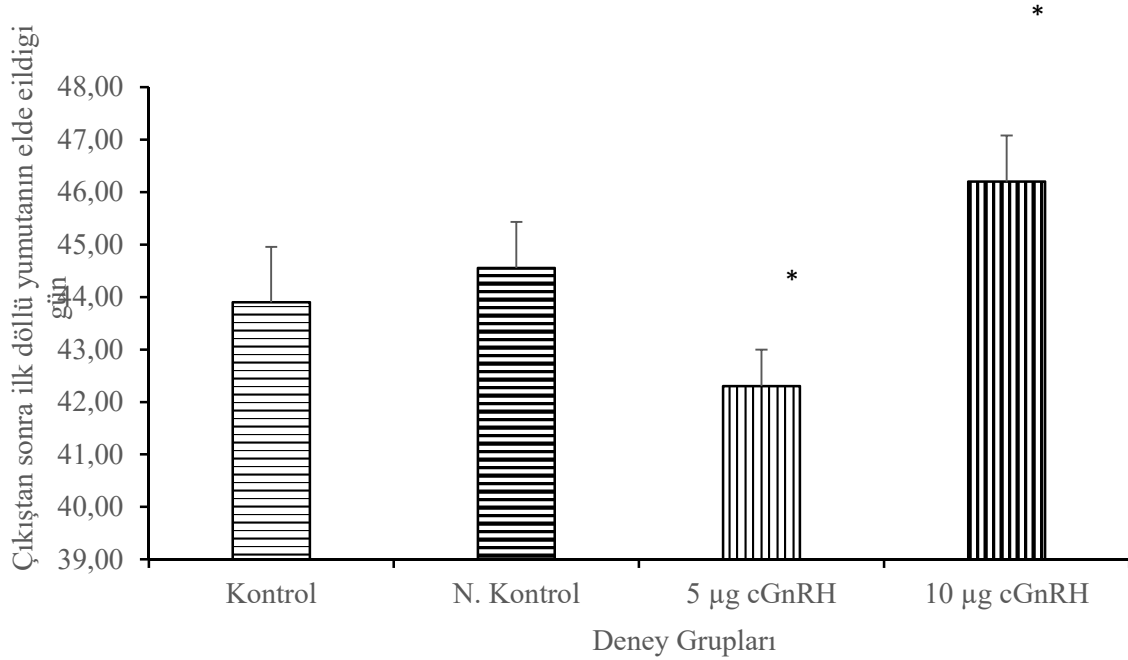
Veriler Minitab istatistik programı yardımıyla varyans analizine (ANOVA) tabi tutuldu. Tüm veriler; ortalama ± SEM şeklinde gösterildi. İkili karşılaştırmalar %95 güvenlik aralığında Tukey testine göre yapıldı.

3. BULGULAR

5 µg cGnRH-I enjekte edilen dişiler daha erken yumurtlamaya başladılar fakat ilk yumurtlama zamanları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmadı ($P>0.05$, Figür 1). Dişi bildircinlar 40-41 günlük olduklarında yumurtlamaya başladılar (Figür 1). 10 µg cGnRH-I enjekte edilen gruba kıyasla 5 µg cGnRH-I enjekte edilen grupta ilk döllü yumurtanın elde edilme zamanı a daha erkendi (Figür 2, $P<0.05$). Diğer farklar istatistiksel olarak önemli bulunmadı. Erkek bildircinlar dişilere kıyasla 2-3 gün daha geç olarak, 42-44 günlük olduklarında, cinsi olgunluk yaşına ulaştılar (Figür 1 ve 2).



Figür 1. Çıkıştan sonra (15 Ağustos 2020, Gün 0) ilk yumurtanın görüldüğü gün



Figür 2. Çıkıştan (15 Ağustos 2020, Gün 0) sonra ilk dörtlü yumurtanın alındığı gün. Yıldız (*) iki gurubun istatistiksel olarak birbirinden farklı olduğunu gösteriyor

4.SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada Japon bildircinlarını (*Coturnix japonica*) erken cinsi olgunluğa gelmeleri için 13 ve 20 günlük iken iki defa tavuk gonadotropin-releasing hormone-I (cGnRH-I) ile enjekte edildiler. Literatürde belirtildiği gibi kuşlar dâhil olmak üzere bütün vertebral türlerinde GnRH cinsi olgunluk döneminin başlamasında kiritik öneme sahiptir (Herbison, 2016). Dişilerde ve erkeklerde gonadotropinlerin epizodik halde sağılanmaya başlaması cinsi olgunluğun ve fertilitenin sağlanması için çok önemlidir. Bu çalışmada; 5µg cGnRH-I enjeksiyonu ilk yumurtlama tarihini negatif kontrol ve 10µg cGnRH-I edilen gruba kıyasla istatistiksel olarak önemli olmasa da ($P>0.05$) biraz daha erkene aldı (Figür 1). Hatta 10µg cGnRH-I enjeksiyonu istatistiksel olarak önemli olmasa da ilk yumurtlama zamanının biraz daha uzamasına neden oldu. Kontrol ve negatif kontrol gruplarına kıyasla 5µg cGnRH-I enjeksiyonu ilk dömlü yumurtanın elde edilme zamanını istatistiksel olmasa da biraz daha erkene aldı (Figür 2). Fakat 10µg cGnRH-I enjekte edilen gruba kıyasla 5µg cGnRH-I enjeksiyonu ilk dömlü yumurtanın elde edilme zamanının önemli derecede kısalmasına neden oldu ($P<0.05$) (Figür 2). Bu çalışmada cinsi olgunluk yaşına kadar kafesler sürekli olarak aydınlatıldı. Sürekli aydınlatmanın horozların ve olgun tavukların hipotalamuslarındaki GnRH-I mRNA ekspresyonunda önemli derecede artışa neden olduğu rapor edilmiştir (Dunn ve Sharp, 1999). Bildircin ve hindiler üzerinde yapılan önceki çalışmalar ışıklandırmanın GnRH-I elçi RNA transkripsiyonuna neden olduğu bildirilmiştir (Baines, E., 2001; Kang et al., 2006). Bu durumda sürekli aydınlatma sonucu bildircinların kanında endojen olarak sentezlenen fazla miktarda GnRH-I zaten vardı Dışarıdan ekstra GnRH-I enjeksiyonu öneli bir farka neden olmadı. Ayrıca bu çalışmada yüksek dozda (10µg) cGnRH-I enjeksiyonunun cinsi olgunluk yaşında gecikmeye neden olması gösteriyor ki; uygulanan cGnRH-I dozu cinsi olgunluk yaşını erkene almak için çok yüksekti. Bu konuda ne yazık ki benzer çalışmalar bulmak zor. Bu nedenle elde ettiğimiz sonuçları karşılaştıracak veri bulamıyoruz. Eğer biz düşük dozlarda (2µg'dan daha düşük) cGnRH-I uygulaması yapsaydık istatistiksel olarak önemli sonuçlar elde edebilirdik.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Selçuk Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından finanse edilmiştir (BAP Proje no:19401124). Çalışmaya Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü tarafından ortam oluşturulmuştur. Bu çalışmanın yapılmasına katkısı olan herkese saygılarımızı sunuyor; teşekkür ediyoruz.

KAYNAKLAR

Baines, E. (2001), "Photoperiodic control of hypothalamic gonadotrophin releasing hormone mRNA in Japanese quail", PhD Thesis, University of Edinburgh, UK.

Delemarre-van de Waal, H.A. (2005), "Secular trend of timing of puberty". *Endocrine Development*, 8:1-14.

Dunn, C. ve Sharp, P.J. (1999), "Photo-Induction of Hypothalamic Gonadotrophin Releasing Hormone-I mRNA in the Domestic Chicken: a Role for Oestrogen?", *Journal of Neuroendocrinology*, 11: 371-375.

Follett, B.K. (1992), "The Physiology of Puberty in Seasonally Breeding Birds", In: Hunzicker-Dunn M., Schwartz N.B. (eds), *Follicle Stimulating Hormone*. Serono Symposia USA, Springer, New York, New York.

Gous, R.M., Bradford, G.D., Johnson, SA, Morris, TR. (2000), “Effect of age of release from light or food restriction on age at sexual maturity and egg production of laying pullets”, *British Poultry Science*, 41:263–271.

Greives, T. J., Kriegsfeld, L. J., Demas, G. E. (2008), “Exogenous kisspeptin does not alter photoperiod-induced gonadal regression in Siberian hamsters (*Phodopus sungorus*)”, *General Comparative Endocrinology*, 156: 552-558.

Herbison, A.E. (2016), “Control of puberty onset and fertility by gonadotropin-releasing hormone neurons”, *Nature Reviews Endocrinology*, 12:452-466.

Kang, S.W., Thayananuphat, A., Rozenboim, I., Millam, J.R., Proudman, J.A., El Halawani, ME. (2006), “Expression of hypothalamic GnRH-I mRNA in the female turkey at different reproductive states and following photostimulation”, *General and Comparative Endocrinology*, 146: 91-99.

Millar, R., King, J. (1984), “Structure-activity relations of LHRH in birds”, *The Journal of Experimental Zoology*, 232: 425-430.

Miyamoto, K., Hasegawa, Y., Nomura, M., Igarashi, M., Kangawa, K., Matsuo, H. (1984), “Identification of the second gonadotropin-releasing hormone in chicken hypothalamus: evidence that gonadotropin secretion is probably controlled by two distinct gonadotropin-releasing hormones in avian species”, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 81: 3874-3878.

Nicholls, T.J., Goldsmith, A.R., Dawson, A. (1988), “Photorefractoriness in birds and comparison with mammals”, *Physiological Reviews*, 68: 133-176.

Sherwood, N.M., Wingfield, J.C., Ball, G.F., Dufty, A.M. (1988), “Identity of gonadotropin-releasing hormone in passerine birds: comparison of GnRH in song sparrow (*Melospiza melodia*) and starling (*Sturnus vulgaris*) with five vertebrate GnRHs”, *General and Comparative Endocrinology*, 69: 341-351.

Sharp, P., Talbot, R., Main, G., Dunn, I., Fraser, H., Huskisson, N. 1990, “Physiological roles of chicken LHRH-I and-II in the control of gonadotrophin release in the domestic chicken”, *Journal of Endocrinology*, 124: 291-299.

Sharp, P., Ciccone, N. (2005), “The gonadotrophin releasing hormone neurone: key to avian reproductive function”. In: Dawson, A., Sharp, P.J. (eds), *Functional Avian Endocrinology*, pp 59-72. Narosa Publishing House, New Delhi, India.

Urbanski, H.F., Follett, B.K. (1982), “Photoperiodic modulation of gonadotrophin secretion in castrated Japanese quail”, *Journal of Endocrinology*, 92: 73-83.

DÜVELERDE SEXED SPERMA İLE YAPILAN SUNİ TOHURLAMA SIRASINDA SPERMANIN UYGULANMA BÖLGESİNİN GEBELİK BAŞARISI ÜZERİNE ETKİSİ

Doktora Öğrencisi Ahmet AKTAR

Bursa Uludağ Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Dölerme ve Suni Tohumlama Anabilim Dalı
ORCID: 0000-0002-2975-2594

Doç. Dr. Selim ALÇAY

Bursa Uludağ Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Dölerme ve Suni Tohumlama Anabilim Dalı
ORCID: 0000-0002-2472-8157

ÖZET

Bu çalışmada holstein ırkı düvelerde sexed sperma ile yapılan suni tohumlama uygulaması sırasında spermanın uygulanma bölgesinin gebelik başarısı üzerine etkisinin incelenmesi amacıyla 122 baş düve rastgele iki gruplara ayrıldı. Düvelerin tamamı düzenli östrus siklusu gösteren, sağlıklı hayvanlardı. Beslenme ve barınma koşulları aynı olacak şekilde ayarlandı. Hayvanların tamamı 0.gün rektal muayane ile kontrol edildi. Ovaryumlarında corpus luteum tespit edilenlere pgf2 α enjeksiyonu uygulandı. Takiben 48-72 saat sonra kızgınlık gösteren hayvanlara suni tohumlama uygulaması yapıldı. Grup I'de (n=59) sperma kornu uteri bölümüne ve Grup II'de (n=63) korpus uteri bölümüne bırakıldı. Gruplar arasında spermadan kaynaklanabilecek farklılıkların önüne geçmek amacıyla aynı boğa ve dolun tarihindeki spermalar rastgele ikiye bölünüp kızgınlık belirtisi gösteren hayvanlar tohumladı. Gebelik muayeneleri tohumlama sonrası 30.gün ultrason ile 7.5 MHz rektal prob kullanılarak yapıldı. Grup I 'de bulunan 59 düvenin 38'i (%66,1), Grup II'de bulunan 63 düveden 40 (%63,4) tanesinin gebe olduğu tespit edildi. Gebelik muayeneleri sonucunda gruplar arasında bulunan fark istatistiksel olarak önemli bulunmadı. Sonuç olarak düvelerde suni tohumlama uygulaması sırasında spermanın uygulanma bölgesinin gebelik başarısı üzerine etkisinin olmadığı bulundu.

Anahtar Kelimeler: Sexed sperma, suni tohumlama, kornu uteri, korpus uteri

THE EFFECT OF SEMEN APPLICATION AREA ON PREGNANCY SUCCESS DURING ARTIFICIAL INSEMINATION WITH SEXED SEMEN IN HEIFERS

ABSTRACT

In this study, 122 heifers were randomly divided into two groups in order to examine the effect of semen application area on pregnancy success during artificial insemination with sexed semen in Holstein breed heifers. All heifers were healthy animals with regular oestrus cycles. Nutrition and housing conditions were set to be the same. All animals were checked by rectal examination on day 0. PGF2 α injection was applied to those whose corpus luteum was found in their ovaries. Subsequently, after 48-72 hours, artificial insemination was applied to the animals showing heat. In Group I (n = 59), the semen was left in the uteri section and in Group II (n = 63) the corpus uteri section. In order to avoid differences between the groups that could arise from sperm, the same bull and the sperm on the date of filling were randomly divided into two and inseminated animals showing signs of heat.

Pregnancy examinations were performed on the 30th day after insemination using ultrasound using a 7.5 MHz rectal probe. It was determined that 38 (66.1%) of 59 heifers in Group I and 40 (63.4%) of 63 heifers in Group II were pregnant. The difference found between the groups as a result of pregnancy examinations was not found to be statistically significant. As a result, it was found that the application area of semen during the application of artificial insemination had no effect on the pregnancy success in heifers.

Keywords: Sexed semen, artificial insemination, cornu uteri, corpus uteri

1.GİRİŞ

Kâr amaçlı ekonomik getirisi olan süt sığırcılığı, ülkemizde çok sayıda üretici tarafından yapılmaktadır. Yaşadığımız son yıllarda modern şartlarda ve belirli bir rekabet ortamında gerçekleştirilen bu faaliyet üreticinin yeterli bir bilgi birikimine, yüksek genetik potansiyele sahip hayvanlara, uygun yaşam koşullarına, kaliteli yem materyallerine sahip olmalıdır. (Açıkgöz, 2006). Türkiye’de 2019 yılı itibariyle sağılan büyükbaş hayvan sayısı 6.660.086 baş ve üretilen süt miktarı 22.96 milyon tondur.(Tüik 2020). Süt sığırcılığı işletmelerinde satılabilir süt miktarını yükseltmek ve damızlık satışı kârlılıkta esas olan unsurlardandır. Hayvanlardan elde edilen ürün miktarının artırılması, hem hayvan sayısının artırılması hem de hayvan başına elde edilen verimin maksimum düzeye çıkarılması ile mümkündür.

İşletmelerde istenilen verimliliğin ve sürekliliğin sağlanması için süt sığırı yetiştiriciliği uygulamalarının bilinmesi ve yakinen takip edilmesi oldukça önemlidir. Kayıt tutma, bakım, besleme, üreme konularında yeterli bilgi ve uygulamaya sahip olunmalıdır. Bu şekilde arzu edilen ilerleme sağlanabilir. (Özhan, 2011).

Suni tohumlama uygulamaları, sığırlarda genetik ilerlemeyi sağlayan ve yaygın biçimde kullanılan etkin bir yöntemdir. Bu yöntem, genetik kabiliyetleri yüksek satın alınması güç olan üstün boğaların spermasını alarak kullanmamıza imkân sağlamaktadır. Suni tohumlama ile denenmiş üstün verimli boğaların spermasının kullanılması yüksek verimli genetiğin artmasına buna bağlı olarak üretimin artmasına sebep olur. Projeni testler ile çok sayıda boğanın birçok sürüde denenmesi gerekir fakat suni tohumlama sayesinde çabuk ve etkili bir şekilde daha çok boğanın test edilmesi sağlanmış olur. Bir boğayı barındırmanın masraf ve tehlikesi bertaraf edilir. Doğal aşım, boğalar vasıtası ile birçok bulaşıcı hastalık için zemin hazırlarken suni tohumlamada kullanılacak boğalar bulaşıcı hastalıklar yönünden sağlık taramasına tabi tutulurlar ve bu şekilde hastalıklar kontrol altına alınmış olur. Herhangi bir nedenden dolayı aşım yapamayan değerli boğaların spermaları özel yöntemler ile alınarak dondurulup uzun süre saklanabildiği için damızlık boğaların kullanılma süreleri uzatılmış olacaktır. Yaralanmaların azaltılması, fertilitate kontrolü, farklı özelliklere sahip ırkların geliştirilmesi, kolay kimlik tespiti ve sürü idaresi gibi suni tohumlamanın birçok yararı bulunmaktadır.

Başarılı bir suni tohumlama işlemi için; inek ve düvelerin kondisyonu, bakım ve besleme şartları iyi olmalı, kızgınlık tespiti ve tohumlama doğru bir şekilde yapılmalı, iyi bir kayıt sistemi ile doğru ve tam kayıtlar tutulmalı, tohumlama işlemi yapan veteriner hekim tecrübeli olmalıdır.

Dişi hayvanlardan olabildiğince erken yaşlarda yavru alma ve süt elde etme hedeflenmektedir. Düveler 14-18 aylık yaşlarda tohumlana bilmektedirler. Düveler ilk tohumlamada ergin ağırlıklarının 2/3’ üne ulaşmaları istenir. (Tümer, 2001).

Uygun dönem aralığından daha erken yaşta damızlıkta kullanmanın düve yetiştirme maliyetini düşürmesi, ömür boyu süt ve döl verimini yükseltmesi, sürüde üreme hızını artırması ve generasyonlar arası süreyi kısaltması sonucu seleksiyonda sağlanacak genetik ilerlemeyi artırması gibi etkileri vardır. (Kaya, 1998).

Damızlıkta kullanma yaşının artması; vücutta yağlanmaya neden olacağından döl verimi düşer, hayvanın ömür boyu verebileceği buzağı ve laktasyon sayısı azalır, buna bağlı olarak ömür boyu süt verimi düşer. Bu durum masrafların artmasına ve generasyon arası sürenin uzamasına neden olur. Islah yapılıyorsa yıllık genetik ilerleme de azalır. (Akbaş, 2011).

Kızgınlığın belirlenmesi, sürüdeki üreme etkinliğinin artırılmasında en önemli etkidir. Tohumlama günü, kızgınlığın doğru belirlenmesine bağlıdır. Sağlıklı bir düve gebe olmadığı sürece 21 günde bir kızgınlık gösterir. Tespit edilen kızgınlıklardan sonra tohumlama işlemi, kullanılan sperma (konvansiyonel-sexed), spermanın çözdürülmesi, genital bölgenin temizliği çok önemlidir. Bu çalışma, holstein ırkı düvelerde sexed sperma ile yapılan suni tohumlama uygulaması sırasında spermanın uygulanma bölgesinin gebelik başarısı üzerine etkisinin incelenmesi amacıyla 122 baş düve rastgele iki gruba ayrılarak yürütülmüştür.

2.MATERYAL METOD

Bu çalışmada, özel bir sütçü sığır işletmesinde bulunan 14-17 aylık holstein düveler kullanılmıştır. Düvelerin tamamı düzenli östrus siklusu gösteren, herhangi bir sağlık problemi bulunmayan hayvanlar arasından seçilmiştir. Hayvanların aynı bakım, besleme ve barınak şartlarında bakılması sağlanmıştır.

122 baş düve rastgele iki gruba ayrılmıştır. Hayvanlara rektal muayenenin yapıldığı gün, 0.gün olarak kabul edilmiştir. Ovaryumlarında corpus luteum tespit edilenlere pgf2a enjeksiyonu uygulanmıştır. Takiben 48-72 saat sonra kızgınlık gösteren hayvanlara suni tohumlama uygulaması yapılmıştır. Kızgınlık tespitinde rektal muayene yapılarak çara akıntısı bulunan ve aynı zaman ultrasonografi ile graff folikülü bulunan hayvanlar kızgın olarak kabul edilmiştir. Suni tohumlama uygulamasında Grup I'de (n=59) sperma kornu uteri bölümüne ve Grup II'de (n=63) korpus uteri bölümüne bırakılmıştır. Tohumlamalar da spermalar aynı sıcaklıkta suda çözdürülüp uygun şekilde hazırlanmıştır. Genital bölgeleri temizlendikten sonra steril bir şekilde tohumlama işlemleri tamamlanmıştır. Gruplar arasında spermadan kaynaklanabilecek farklılıkların önüne geçmek amacıyla aynı boğa ve dolun tarihindeki spermalar rastgele ikiye bölünüp kullanılmıştır.

Gebelik muayeneleri tohumlama sonrası 30.gün ultrason ile 7.5 MHz rektal prob kullanılarak yapılmıştır. Grup I 'de bulunan 59 düvenin 38'i (%66,1), Grup II'de bulunan 63 düveden 40 (%63,4) tanesinin gebe olduğu tespit edildi.

3.SONUÇ

Sütçü işletmelerde üreme problemlerine birçok şeyin etkisi olabilmektedir. Bu nedenle döl tutma problemi olan sürülerde yönetim kararları ve teknik uygulamaların birlikte ele alınması gerekir.

Üreme performansını etkileyen iki önemli unsur; kızgınlıkların belirlenmesi ve tohumlanan hayvanlardan gebe kalanların oranıdır. Buzağılamadan ilk tohumlamaya kadar geçen sürede meydana gelen bir artış servis periyodu ve buzağılama aralığının da uzamasına neden olacaktır. Dolayısıyla ilk tohumlamadaki gebelik oranının artması veya azalması dolaylı olarak gebelik başına tohumlama sayısının artması ya da azalmasına neden olacaktır.

Süt verimini arttırmak için döl verim özellikleri optimum düzeyde kalması gereklidir. Süt sığırcılığı işletmelerinde döl verimi özellikleri optimum değerlerden sapma gösteriyorsa hızlı bir şekilde müdahale edilip iyileştirme işlemlerine başlanmalıdır. Bunun neticesinde hem döl verimi yükselebilecek hem de yüksek süt verimi elde edilebilecek ve ekonomik üretkenlik en yüksek düzeye çıkarılabilecektir.

Bu çalışmada sexed sperma kullanılarak yapılan suni tohumlama uygulamalarında, uterusun farklı bölgelerine bırakılan spermanın gebelik başarısı üzerine etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

KAYNAKÇA

Açıkgöz, M., 2006. Karlı bir süt sığırcılığı nasıl yapılır (40 önemli nokta-yetiştirici el kitabı). Süt Sığircılığı Eğitim Merkezi Yayınları Hayvancılık Serisi: 5.

Türk, 2020. Hayvansal üretim istatistikleri. T. C.

Özhan, M., Tüzemen, N., Yanar, M. 2011. Büyükbaş Hayvan Yetiştirme. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları Ders Notu No:134.

Tümer, S. 2001. Süt sığırcılığında döl verimi ve sürü yönetimi. Kurs Notları.

Kaya, A., Yaylak, E., Önenç, A. 1998. Süt sığırcılığında düzenli üreme ve önemi. Hayvansal üretim 38: 8-17.

Akbaş, Y. 2011. Süt sığırcılığında karlılığı etkileyen faktörler. Uluslararası Bitkisel ve Hayvancılık Dergisi (Tarım Günlüğü) 2: 68-76.

TUZ STRESİ ALTINDAKİ HIYAR BİTKİLERİNDE DIŞSAL PROLİN UYGULAMALARININ FOTOSİSTEM II AKTİVİTESİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Dr. Sezen TOKSOY KÖSEOĞLU

Sakarya Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi
ORCID: 0000-0002-1564-9465

Dr. Öğr. Üyesi Ali DOĞRU

Sakarya Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi
ORCID: 0000-0003-0060-4691

ÖZET

Abiyotik stres faktörleri arasında tuzluluk, bitkisel verimliliği önemli ölçüde sınırlayan en önemli faktördür. Bu çalışmada tuz stresi (100 mM NaCl) altındaki hıyar (*Cucumis sativus* L.) genotipinde (Beith Alpha F1) dışsal prolin uygulamasının fotosistem II aktivitesi üzerindeki etkileri klorofil a floresansı tekniği yardımıyla araştırılmıştır. 10 günlük hıyar fidelerine 100 mM tuza karşı 1 mM prolin 5 gün süreyle uygulanmıştır. 5. günün sonunda yapılan klorofil a floresansı ölçümleri değerlendirilmiştir. Tuz stresi hıyar yapraklarında fotosistem II'nin hem donör hem de akseptör bölgesindeki elektron hareketlerini inhibe etmiştir. Ayrıca tuz stresinin hıyar bitkisinde aktif reaksiyon merkezi miktarını ve kinonA ile plastokinonun indirgenme yeteneğini azalttığı, indirgenmiş reaksiyon merkezlerinin birikimini ve termal disipasyon enerjisini artırdığı belirlenmiştir. Prolin uygulaması ise hıyar bitkilerinde tuz stresinin fotosistem II'nin donör ve akseptör bölgesindeki elektron hareketleri üzerindeki olumsuz etkisini ortadan kaldırmıştır. Nitekim prolin uygulaması tuz stresi altındaki hıyar bitkilerinde Fm ve Fv/Fm'nin önemli derecede artmasını sağlamıştır. Benzer şekilde çalışmamızda Hill reaksiyonunun etkinliği (Fv/Fo) tuz stresi uygulanan hıyar bitkilerinde kontrole göre azalmış, ancak prolin uygulaması bu oranın artmasını sağlamıştır. Ek olarak prolin uygulaması hıyar yapraklarındaki aktif reaksiyon merkezi miktarını ve kinonA ile plastokinonun indirgenme yeteneğini artırırken, indirgenmiş reaksiyon merkezi miktarını ve termal disipasyon enerjisini azaltmıştır. Sonuç olarak prolinin hıyar yapraklarında tuz toleransını artırdığı ve bu yaklaşımın tarımsal amaçlarla kullanılarak tuzluluktan kaynaklanan ekonomik kayıpların önlenebileceği sonucuna varılabilir.

Anahtar Kelimeler: *Cucumis sativus* L., hıyar, prolin, FSII aktivitesi, tuz stresi, tuz toleransı

EFFECTS OF EXOGENOUS PROLINE ON PHOTOSYSTEM II ACTIVITY IN CUCUMBER PLANTS UNDER SALT STRESS

ABSTRACT

Among the abiotic stress factors, salinity is the most important factor limiting vegetative productivity significantly. In this study, the effects of the exogenous proline application on photosystem II activity were investigated in salt-stressed (100 mM NaCl) cucumber (*Cucumis sativus* L.) genotype (Beith Alpha F1) through chlorophyll a fluorescence technique. 1 mM proline against 100 mM salt was applied to 10-day old cucumber seedlings for 5 days. Chlorophyll a fluorescence measurements made at the end of the 5th day were evaluated. Salt stress inhibited electron movements both in donor and acceptor sites of photosystem II in cucumber leaves.

Also, salt application led to the decreased level of active reaction centers, the ability of quinoneA and plastoquinone to reduce, and the increased accumulation of the reduced reaction centers and thermal dissipation energy in cucumber leaves. Proline, on the other hand, ameliorated the adverse effect of salt stress on electron movements in donor and acceptor sites of photosystem II in cucumber plants. Thus proline application caused a significant increase in F_m and F_v / F_m in cucumber plants under salt stress. Similarly, in our study, the efficiency of Hill reaction (F_v / F_o) decreased in cucumber plants under salt stress compared to control, but proline application caused this ratio to increase. Moreover, proline caused the increased level of active reaction centers, the ability of quinoneA and plastoquinone to reduce, the decreased level of the reduced reaction centers, thermal dissipation in cucumber leaves. As a result, it can be concluded that proline increases salt tolerance in cucumber leaves and economic losses caused by salinity can be prevented by using this approach for agricultural purposes.

Keywords: Cucumis sativus L., cucumber, proline, PSII activity, salt stress, salt tolerance

1.GİRİŞ

Abiyotik stres faktörleri arasında tuzluluk, bitkisel verimliliği önemli ölçüde sınırlayan en önemli faktördür. Yeryüzünde geniş bir alan her geçen gün artan tuzluluktan etkilenmektedir. Tuzluluk sulanan topraklarda daha belirgin bir sorundur. Dünyada, ekili alanların yaklaşık %17'si sulama altındadır ve sulu tarım, toplam tarımsal üretimin %30'undan fazlasını sağlamaktadır (Hillel, 2000). Dünyadaki toplam sulanan alanların en az %20'sinin tuzdan etkilendiği tahmin edilmektedir (Pitman ve Läuchli, 2002). Yüksek tuzluluk oranı hem hiperiyonik hem de hiperozmotik streslere neden olmakta ve bitki ölümüne yol açabilmektedir (Hasegawa ve ark., 2000).

Son yıllarda, ozmoprotektanlar (prolin, glisinbetain ve trehaloz), bitki hormonları (gibberellik asit, jasmonik asit, brassinosteroidler ve salisilik asit), antioksidanlar (askorbik asit, glutatyon ve tokoferol), sinyal molekülleri (nitrik oksit ve hidrojen peroksit), poliaminler (spermidin, spermin ve putresin) ve bazı eser elementler (selenyum ve silisyum vb.) bitkilerde tuza bağlı metabolik hasarların azaltılmasında etkili bulunmuştur (Hoque ve ark., 2007 ; Ahmad ve ark., 2010, 2012; Azzedine ve ark., 2011; Hasanuzzaman ve ark., 2011a, b; Hayat ve Ahmad, 2011; Hossain ve ark.,2011; Poór ve ark., 2011; Rawia ve ark., 2011; Ioannidis ve ark., 2012; Nounjan ve ark., 2012; Iqbal ve ark., 2012; Tahir ve ark., 2012; Yusuf ve ark., 2012; Toksoy Köseoğlu ve Doğru, 2021). Bu koruyucu maddeler bitkinin büyümesini, verimini ve tuz toleransını artırma kapasitesine sahiptir.

Prolin, başta kuraklık ve tuz stresi olmak üzere, hiperozmotik streslere maruz kalan bitkilerde osmoregülasyonda önemli bir rol oynamaktadır (Ahmad ve Jhon, 2005; Ahmad ve ark., 2006, 2010, 2012; Ahmad ve Sharma, 2010). Prolin birikiminin abiyotik stres faktörlerine uyum sağlama aracı olduğu Kemble ve MacPherson (1954) tarafından ilk kez çavdar otunda gözlenmiştir. Prolin birikimi stres toleransını farklı şekillerde etkilemektedir (ozmoproteksiyon, redoks dengesi, translasyon, sinyalizasyon) (Rasool ve ark., 2013). Prolin, protein bütünlüğünü koruyan moleküler bir şaperon gibi davranır ve böylece birçok enzimin aktivitesini artırmaktadır. Araştırmalar, prolin miktarındaki artışın bitkilerdeki biyosentetik yolun uyarılmasından kaynaklandığını göstermektedir. Prolin sentezi için glutamat veya ornitin kullanılır, glutamat ozmotik olarak stres altındaki hücrelerde birincil öncü moleküldür (Ahmad ve Sharma, 2008; Koyro ve ark., 2012).

Birçok bitki tuz stresi altında prolin birikimi göstermektedir (Ahmad ve Jhon, 2005; Ahmad ve Sharma, 2010; Enteshari ve ark., 2011; Babu ve ark., 2012; Heidari ve Sarani, 2012; Mittal ve ark., 2012; Rahdari ve ark., 2012; Rajaravindran ve Natarajan, 2012).

Prolin gibi ozmolitlerin birikmesi, bitkilerde tuz stresi koşullarına karşı iyi bilinen bir adaptif mekanizmadır (Hasanuzzaman ve ark., 2013). Prolin birikiminin çoğu bitki türünde stresli koşullara tolerans sağlanması için önemli olduğu öne sürülmüştür (Parida ve Das, 2005; Ashraf ve Foolad, 2007; Ahmad ve ark., 2009). Prolinin uyumlu bir ozmolit ve ozmoprotektan olarak tuz toleransındaki rolü ile ilgili birçok araştırma yapılmıştır. Birçok çalışma, prolinin aktif oksijen türlerinin (AOT) detoksifikasyonu konusunda bir fonksiyona sahip olduğunu göstermiştir (Smirnoff ve Cumbes, 1989; Matysik ve ark., 2002). Prolin ve glisinbetain gibi ozmoregülanların dışsal uygulamasının, tuzluluğun kanolanın hem fizyolojik hem de büyüme parametreleri üzerindeki zararlı etkilerini azalttığı rapor edilmiştir (Sakr ve ark., 2012). Prolin ayrıca tuz stresi altındaki bitkilerde bazı proteinlerin ekspresyonunu indükler ve bitkinin tuz stresine adaptasyonunu geliştirdiği bildirilmiştir (Khedr ve ark., 2003). Khedr ve ark., (2003) tuz stresinin, *Pancreaticum maritimum* bitkisinde antioksidan enzimlerden katalaz (CAT) ve peroksidaz (POD) aktivitesini inhibe ettiğini, ancak bu enzimlerin aktivitelerinin prolin varlığında önemli ölçüde arttığını bildirmişlerdir. Prolinin antioksidan sistemi olumlu yönde etkilemesi, bitkilerin NaCl'nin neden olduğu oksidatif hasara karşı korunmasını sağlamaktadır. Hoque ve ark. (2008) prolinin, antioksidan savunma sisteminde yer alan enzimlerin aktivitesini artırarak *Nicotiana tabacum* bitkilerindeki tuz toleransını arttırdığını göstermiştir. Prolinin sadece ozmotik basıncı ayarlayarak değil, aynı zamanda kompleks II elektron taşınması, membranlar ve Rubisco gibi proteinler ve enzimler gibi birçok fonksiyonel birimi stabilize ederek bitkileri ozmotik streslere karşı koruduğu bildirilmiştir (Hamilton ve Heckathorn, 2001). Prolin bu fonksiyonları fotosentetik aparatı koruyarak (Ashraf ve ark., 2008), oksijen radikali süpürücü olarak işlev görerek (Heuer, 2003) ve bir antioksidan aktivite sergileyerek (Okuma ve ark., 2004) gerçekleştirmektedir. Ben Ahmed ve ark. (2010), prolin takviyelerinin bazı antioksidatif enzim aktivitelerini ve fotosentetik aktiviteyi modüle ederek zeytin ağacında tuz toleransını arttırdığını ve böylece bitki büyümesinin ve su durumunun daha iyi korunduğunu gözlemlemiştir. Ayrıca, prolin ile muamele edilmiş bitkilerde çözünür şeker içeriğinin azalması, prolinin oynadığı önemli ozmoprotektif etkiyi göstermektedir. Deivanai ve ark. (2011), prolin (1, 5 ve 10 mM) ile ön işleme tabi tutulmuş ve farklı NaCl konsantrasyonlarında büyütülmüş pirinç bitkilerinin tuzun olumsuz etkisine karşı koyduğunu göstermiştir. Hoque ve ark. (2007) tuz stresi altında tütün bitkisinde antioksidan enzimlerin aktivitelerini ve büyümeyi incelemiş ve prolinin tuz stresi altında büyümenin inhibisyonunu azalttığını bulmuşlardır. Sobahan ve ark. (2009) dışsal prolin ve betainin pirinç bitkilerinde Na⁺ alımını baskıladığını bildirmiştir. Lima-Costa ve ark. (2008), tuza duyarlı bir *Citrus sinensis* hücre hattının tuza maruz kaldığında daha düşük bir büyüme oranına sahip olduğunu ve prolin biriktirdiğini gözlemlemiştir. Bununla birlikte, bu hücre hattına dışsal prolin uygulaması, hücre metabolizması açısından değerlendirilmiş ve bu tuza duyarlı narenciye hücre hattının büyümesinin artmasıyla birlikte dışsal Pro (5 mM) ve 100 mM NaCl mevcudiyetine bağlı olarak tuz stresi semptomlarının hafifletilmesi üzerine bir pozitif sonuç elde edilmiştir. Yan ve ark. (2011) dışsal 0,2 mM prolinin tuzlu besin çözeltisine uygulanmasının *Cucumis melo* fidelerinin taze ve kuru ağırlıklarındaki azalmayı hafiflettiğini bulmuşlardır. Dışsal prolin uygulaması, tuzlu koşullarda Pn, Fv/Fm, ϕ FSII ve klorofil içeriğinde meydana gelen azalmayı hafifletmiştir.

Sadece NaCl ile karşılaştırıldığında, dışsal prolin ayrıca süperoksit dismutaz, peroksidaz, askorbat peroksidaz, katalaz ve dehidroaskorbat redüktaz aktivitelerini artırırken; süperoksit (O_2^-) ve H_2O_2 içeriğini azaltmıştır. Nounjan ve ark. (2012) tuz stresi koşullarında gerçekleştirilen dışsal prolin takviyesinin, bitkilerde Na^+/K^+ oranını düşürdüğünü, endojen Pro seviyesini ve bazı antioksidan enzimlerin aktivitesini artırdığını bildirmiştir.

Bu çalışmanın amacı, tuz stresi (100 mM NaCl) altındaki hıyar (*Cucumis sativus* L.) genotipinde (Beith Alpha bitkilerinde) dışsal prolin uygulamasının fotosistem II aktivitesi üzerindeki etkilerini klorofil a floresansı tekniği yardımıyla araştırmaktır.

2. MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada bitki materyali olarak hıyar (*Cucumis sativus* L.) bitkisinin tescilli ve sertifikalı bir kültürü olan Beith Alpha çeşidi kullanılmıştır. Tohumlar Adapazarı/Sakarya'daki lokal tohum satıcılarından temin edilmiştir. Araştırma, 2019 yılında Sakarya Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Bitki Fizyolojisi Laboratuvarı'nda yürütülmüştür.

Büyüme Koşulları ve Deneme Planı

Eşit büyüklükte ve sağlam olan tohumlar seçilerek cam petri kaplarında bidistile su ile ıslatılmış kurutma kağıtları arasına yerleştirilmiştir. Petri kapları 24 °C sıcaklık ve %40-50 oransal neme sahip olan iklim dolabında karanlık ortamda çimlenmeye bırakılmıştır. Tablo 1'de içeriği verilen bileşikler 20 litreye tamamlanarak ½ oranında sulandırılmış Hoagland besin çözeltisi hazırlanmıştır. Üç gün sonra uniform fideler perlit ve ½ oranında sulandırılmış Hoagland besin çözeltisi içeren 250 mL'lik saksılara her saksıda bir bitki olacak şekilde yerleştirilmiştir. Akabinde saksılar 25/18 °C sıcaklık (gündüz/gece), 16/8 saat fotoperiyot (gündüz/gece), %50±5 oransal nem ve 200 μmol foton $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ışık şiddetine sahip iklim dolabına bırakılmıştır.

On günlük olan bitkiler her grup için 20 saksı olacak şekilde dört gruba ayrılmıştır. Birinci grupta bulunan kontrol bitkileri çalışmanın sonuna kadar ½ oranında sulandırılmış Hoagland besin çözeltisi ile sulanırken; ikinci gruptaki bitkilere tuz (100 mM NaCl) stresi, üçüncü gruptaki bitkilere Hoagland besin çözeltisine karıştırılarak prolin (1 mM), dördüncü gruptaki bitkilere ise tuz stresi ile birlikte prolin uygulaması (100 mM NaCl+1 mM prolin) yapılmıştır. Bitkiler uygulama öncesi ile aynı şartlarda tekrar iklim dolabına yerleştirilmiştir. Uygulama Tesadüf Parselleri Deneme Deseni'nde iki faktörlü ve 3 tekrarlı yürütülmüştür.

Tablo 1. Hoagland besin çözeltisi (Hoagland, 1920)

Bileşikler	Stok Çözeltiler	½ Hoagland Çözeltisi
Ca(NO ₃) ₂ .4H ₂ O	118,1 g L ⁻¹	50 mL
MgSO ₄ .7H ₂ O	26,6 g L ⁻¹	50 mL
K ₂ HPO ₄ .3H ₂ O	16,4 g L ⁻¹	50 mL
KNO ₃	50,4 g L ⁻¹	50 mL
Al ₂ (SO ₄) ₃ .18H ₂ O	0,1050 g 25 mL ⁻¹	37,5 µL
KI	0,0139 g 25 mL ⁻¹	37,5 µL
KBr	0,0139 g 25 mL ⁻¹	37,5 µL
SnCl ₂ .2H ₂ O	0,0139 g 25 mL ⁻¹	37,5 µL
LiCl	0,0139 g 25 mL ⁻¹	37,5 µL
MnCl ₂ .4H ₂ O	0,1944 g 25 mL ⁻¹	37,5 µL
H ₃ BO ₃	0,3055 g 25 mL ⁻¹	37,5 µL
ZnSO ₄ .7H ₂ O	0,0494 g 25 mL ⁻¹	37,5 µL
CuSO ₄ .5H ₂ O	0,0277 g 25 mL ⁻¹	37,5 µL
NiSO ₄ .7H ₂ O	0,0297 g 25 mL ⁻¹	37,5 µL
Co(NO ₃) ₂ .H ₂ O	0,0277 g 25 mL ⁻¹	37,5 µL
FeSO ₄ .7H ₂ O	0,0834 g 100 mL ⁻¹	10 mL
C ₄ H ₆ O ₆ (Tartarik asit)	0,0450 g 100 mL ⁻¹	10 mL

Klorofil a Floresansı Ölçümleri

Uygulamalardan 5 gün sonra klorofil a floresansı ölçümleri yapılmıştır. Klorofil a floresansı ölçümleri bitkilerin yapraklarında bitki verimlilik analizatörü (HandyPEA florometresi Hansatech Instruments Ltd., Pentney, King's Lynn, Norfolk, England) yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla ölçüm için kullanılacak yapraklar, yaprak klipsleri yardımıyla 45-60 dakika karanlık adaptasyonuna maruz bırakılmıştır. Daha sonra yaprak yüzeylerine 3 500 µmol m⁻² s⁻¹ şiddetinde ışık uygulanmış ve elde edilen parametrelerin değerlendirilmesi PeaPlus ve Biolyzer adlı programlarla uygulanan JIP testi ile yapılmıştır (Bussotti ve ark., 2007). JIP testi ile ilgili terminoloji Tablo 2' de verilmiştir.

İstatistiksel Analizler

Elde edilen verilerin aritmetik ortalama ve standart hataları hesaplanmış, daha sonra verilere SPSS 22.0 paket programı kullanılarak, varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır ve ortalamalar arasındaki farklılıklar Lowest Standard Deviations (LSD) testi ile karşılaştırılmıştır (Steel ve Torrie, 1980; Yurtsever, 1984). Her bir bağımsız değişken için uygulamaların kontrole göre neden olduğu farkın önem kontrolü (Anlamlı Önemli Fark; AÖF) %5 düzeyinde Duncan testi ile hesaplanmıştır.

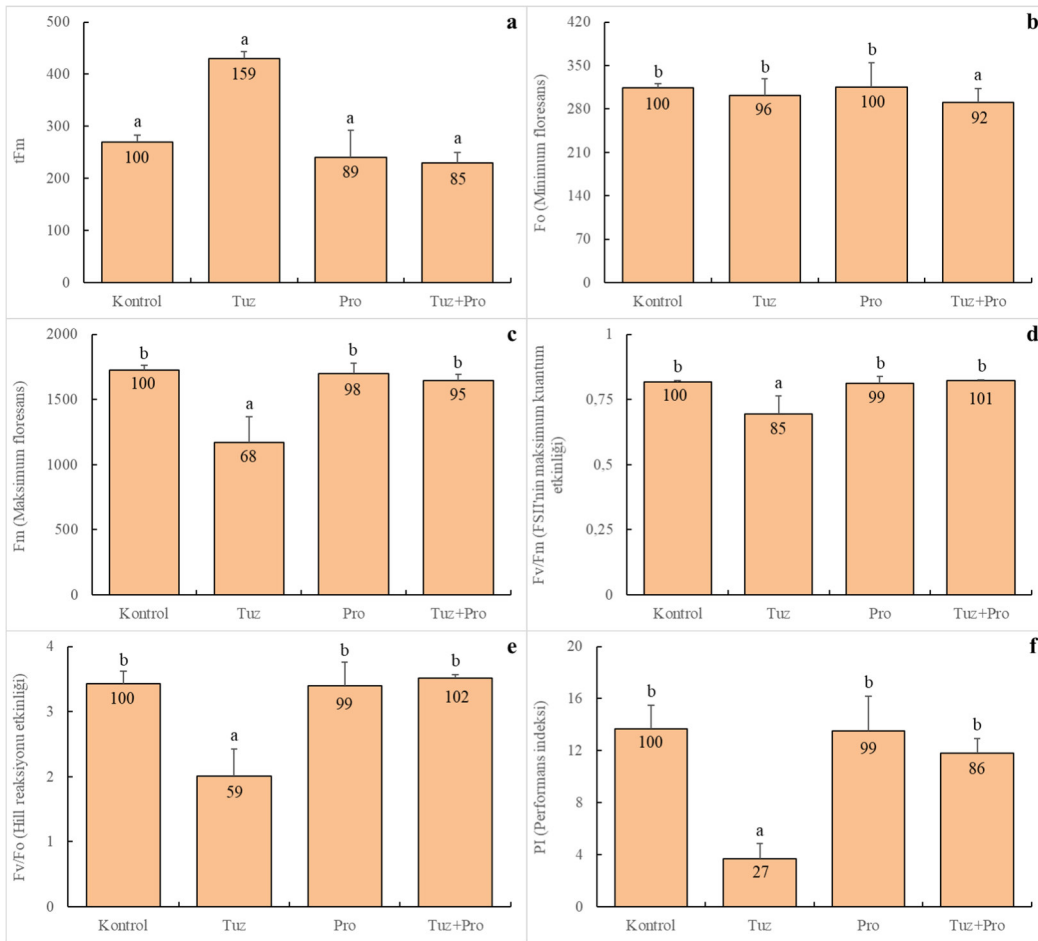
Tablo 2. Klorofil a floresansı ölçümlerine bağlı olarak ölçülen ve hesaplanan JIP testi parametreleri (Doğru, 2019).

Parametreler	
F_o	Karanlık adaptasyonu sağlanmış örnekte tüm FS II reaksiyon merkezlerinin açık olduğu andaki minimum floresans
F_m	Karanlık adaptasyonu sağlanmış örnekte tüm FS II reaksiyon merkezlerinin kapalı olduğu andaki maksimum floresans
F_v	Fotokimyasal olmayan tüm prosesler minimum seviyede iken maksimum değişken floresans
F_v/F_m	FS II' nin maksimum kuantum etkinliği
F_v/F_o	Hill reaksiyonu (fotoliz) etkinliği
ABS/RC	Reaksiyon merkezi başına FS II'nin ortalama anten boyutu
ET_o/RC	FS II'de reaksiyon merkezi başına Q_A 'dan sonraki basamaklardaki maksimum elektron taşınımı
TR_o/RC	FS II'de reaksiyon merkezi başına yakalanan ve Q_A 'nın indirgenmesini sağlayan maksimum enerji
DI_o/RC	FS II'de reaksiyon merkezi başına fotokimyasal olaylar dışında kaybedilen dissipasyon enerjisi
RC/ABS	FS II'deki anten klorofilleri başına aktif reaksiyon merkezi miktarı
Alan	OJIP eğrisinin üzerinde kalan, F_o ile F_m arasında bulunan ve indirgenmiş plastokinon (PQ) havuzunun boyutunu ifade eden bölge
t_{F_m}	F_m 'ye ulaşılması için gereken zaman
$\Delta V/\Delta t_o$	Kapalı (indirgenmiş) reaksiyon merkezlerinin birikim hızı
N	F_m 'ye ulaşılıncaya kadar geçen sürede Q_A 'nın indirgenme sayısı
PI_{ABS}	Performans indeksi
SFI_{ABS}	FS II'nin yapısal ve fonksiyonel durumunun indikatörü
S_M	Tüm reaksiyon merkezlerinin indirgenmesi için gereken enerji
Ψ_o	Yakalanan bir eksitonun bir elektronu Q_A 'dan elektron taşınım sistemine hareket ettirme etkinliği
ϕD_o	Termal dissipasyonun kuantum verimi
ϕE_o	Q_A 'dan PQ'ya elektron taşınımının kuantum verimi
ϕP_o	Primer fotokimyasal olayların maksimum kuantum verimi
$\phi_o/(1-\phi_o)$	Işığa bağımlı olan fotokimyasal reaksiyonların performans göstergesi
$\Psi_o/(1-\Psi_o)$	Işığa bağımlı olmayan karanlık reaksiyonların performans göstergesi

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Tuz stresi (100 mM NaCl), prolin (1 mM Pro) ve tuz+prolin (100 mM NaCl+1 mM Pro) uygulamalarının hıyar yapraklarındaki bazı klorofil a floresansı parametreleri üzerindeki etkisi Şekil 1'de verilmiştir. Buna göre t_{F_m} 'de (maksimum floresansa ulaşılıncaya kadar geçen süre) uygulamalar sonucunda kontrol bitkilerine göre istatistiksel bir değişim gözlenmemiştir ($P>0,05$) (Şekil 1a). F_o (minimum floresans) değeri tuz ve prolin uygulamaları sonucunda kontrolle karşılaştırıldığında etkilenmemiş ($P>0,05$), tuz+prolin uygulaması sonucunda %8 oranında azalmıştır ($P<0,05$) (Şekil 1b).

Tuz stresi uygulaması hıyar yapraklarındaki F_m (maksimum floresans) değerini kontrole göre %32, F_v/F_m (fotosistem II'nin maksimum kuantum etkinliği) oranını %15, F_v/F_o (Hill reaksiyonu etkinliği) oranını %41 ve PI 'yi (performans indeksi) ise %73 oranında ve istatistiksel olarak belirgin derecede azaltmıştır ($P<0,05$) (Şekil 1c, d, e ve f). Sadece prolin uygulaması ise bu parametrelerde kontrollere göre istatistiksel bir değişime yol açmamıştır ($P>0,05$). Ancak tuz stresi altındaki hıyar bitkilerinde gerçekleştirilen prolin uygulamaları F_m , F_v/F_m , F_v/F_o ve PI 'yi sadece tuz stresi uygulanan bitkilerle karşılaştırıldığında sırasıyla %27, %16, %43 ve %59 oranında artırmış ve istatistiksel olarak kontrol bitkilerinde elde edilen değerlere ulaşmasını sağlamıştır ($P<0,05$). Sadece prolin uygulaması ise bu parametrelerde istatistiksel bir değişime yol açmamıştır ($P>0,05$).

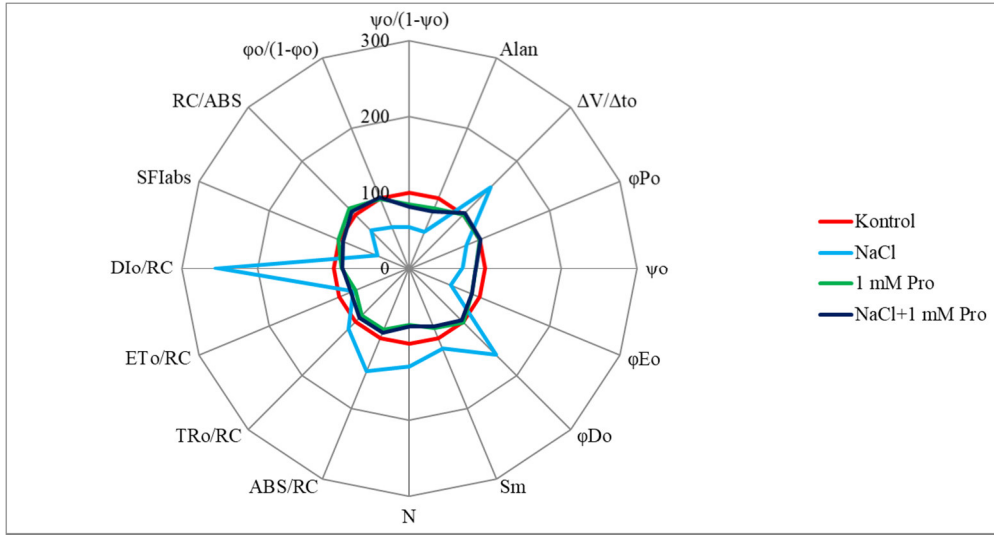


Şekil 1. Kök yoluyla uygulanan prolinin (1 mM) tuz stresi (100 mM NaCl) altındaki hıyar yapraklarındaki (a) tF_m , (b) F_o , (c) F_m , (d) F_v/F_m , (e) F_v/F_o ve (f) PI üzerine etkisi (Barların üzerindeki farklı harfler uygulamalar arasındaki farkın Duncan testine göre $P=0,05$ seviyesinde farklı olduğunu, barların içindeki rakamlar ise kontrole göre değişimi % olarak göstermektedir, kontrol=100; Pro: Prolin).

Tuz stresi (100 mM NaCl), prolin (1 mM Pro) ve tuz+prolin (100 mM NaCl+1 mM Pro) uygulamalarının hıyar yapraklarındaki bazı JIP testi parametreleri üzerindeki etkisi Şekil 2'de verilmiştir.

Buna göre S_M (tüm reaksiyon merkezlerinin indirgenmesi için gerekli enerji), N (F_m 'ye ulaşıncaya kadar geçen sürede kinonA'nın indirgenme sayısı) ve ET_o/RC (fotosistem II'de reaksiyon merkezi başına yakalanan ve kinonA'nın indirgenmesini sağlayan maksimum enerji) parametrelerinin kontrollerle karşılaştırıldığında uygulamalardan istatistiksel anlamda etkilenmediği gözlenmiştir ($P>0,05$) (Şekil 2). Tuz stresi hıyar yapraklarındaki $\Delta V/\Delta t_o$ 'yu (kapalı reaksiyon merkezlerinin birikim hızı) kontrole göre %50, ϕD_o 'ı (termal disipasyonun kuantum verimi) %62, ABS/RC 'yi (reaksiyon merkezi başına fotosistem II'nin ortalama anten boyutu) %47 ve DI_o/RC 'yi (fotosistem II'de reaksiyon merkezi başına non-fotokimyasal yolla kaybedilen disipasyon enerjisi) %156 oranında artırmıştır ($P<0,05$) (Şekil 2). Sadece prolin uygulaması ise bu parametrelerde istatistiksel olarak önemli bir değişime yol açmamıştır ($P>0,05$). Ancak tuz stresi altındaki hıyar bitkilerine uygulanan prolin, sadece tuz stresi altındaki bitkilerle karşılaştırıldığında $\Delta V/\Delta t_o$ 'yu %46, ϕD_o 'ı %64, ABS/RC 'yi %45 ve DI_o/RC 'yi %168 oranında ve belirgin oranda azaltmıştır ($P<0,05$) (Şekil 2). Tuz stresi ve sadece prolin uygulaması alan (OJIP eğrisinin üzerinde kalan ve F_o ile F_m arasındaki bölgenin büyüklüğü) parametresini kontrole karşılaştırıldığında sırasıyla %47 ve %14 oranında azaltırken ($P<0,05$); tuz stresi altındaki hıyar bitkilerine uygulanan prolin bu parametreyi, sadece tuz stresi uygulanan bitkilerle karşılaştırıldığında %28 oranında ve istatistiksel olarak önemli derecede artırmıştır ($P<0,05$) (Şekil 2).

Tuz stresi ve prolin uygulamaları hıyar yapraklarındaki TR_o/RC 'yi istatistiksel olarak etkilememiştir ($P>0,05$). Ancak tuz stresi altındaki hıyar bitkilerine uygulanan prolin yapraklardaki TR_o/RC parametresini sadece tuz stresi uygulanan bitkilere göre %21 oranında azaltmış ve bu değişim istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$) (Şekil 2). Tuz stresi uygulaması hıyar bitkilerinde yapraklardaki ϕP_o 'ı (primer fotokimyasal olayların maksimum kuantum verimi) kontrole göre %18, ϕE_o 'ı (kinonA'dan plastokinona elektron taşınımının kuantum verimi) %41, SFI_{ABS} 'yi (fotosistem II'nin yapısal ve fonksiyonel durumunun indikatörü) %55, RC/ABS 'yi (fotosistem II'de anten klorofilleri başına aktif reaksiyon merkezi miktarı) %29, $\phi_o/(1-\phi_o)$ 'ı (fotokimyasal reaksiyonların performans göstergesi) %41 oranında azaltmıştır ($P<0,05$) (Şekil 2). Sadece prolin uygulaması bu parametrelerde kontrollerle kıyaslandığında istatistiksel bir değişime yol açmamıştır ($P>0,05$). Ancak tuz stresi altındaki hıyar bitkilerinde prolin uygulamaları, sadece tuz stresi uygulanmış bitkilere göre ϕP_o 'ı 19, ϕE_o 'ı 29, SFI_{ABS} 'yi %49, RC/ABS 'yi %36 ve $\phi_o/(1-\phi_o)$ 'ı 43 oranında ve önemli derecede artırmıştır ($P<0,05$) (Şekil 2). Tuz stresi hıyar yapraklarındaki Ψ_o 'ı (yakalanan bir eksitonun bir elektronu kinonA'dan elektron taşınım sistemine hareket ettirme etkinliği) kontrole göre %30, $\Psi_o/(1-\Psi_o)$ 'ı (ışığa bağımlı olmayan karanlık reaksiyonların performans göstergesi) %45 oranında azaltmıştır ($P<0,05$) (Şekil 2). Tuz stresi altındaki hıyar bitkilerine uygulanan prolin ise bu parametreleri, sadece tuz stresi uygulanan bitkilerle karşılaştırıldığında, sırasıyla %18 ve %26 oranında artırmıştır ($P<0,05$) (Şekil 2).



Şekil 2. Kök yoluyla uygulanan prolinin (1 mM) tuz stresi (100 mM NaCl) altındaki hıyar yapraklarındaki bazı JIP testi parametreleri üzerindeki etkisi (Pro: Prolin).

Bitkilerde tuz toleransının gelişmesi ekonomik bakımdan oldukça önemlidir. Tuz toleransı bir bitkinin tuzlu koşullar altında yaşam döngüsünü tamamlayabilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır (Doğru ve Canavar, 2020). Geleneksel ıslah yöntemleri ile günümüze kadar tuz stresine belli oranda toleranslı olan yeni genotipler geliştirilmiştir (Noble ve ark., 1984; Ashraf, 1994; Shannon, 1998; Ashraf, 2002). Ancak bitkilerde tuz toleransı kavramı oldukça karmaşık bir mekanizmaya sahiptir. Çünkü tuz toleransı hem farklı bitki türleri hem de aynı türün farklı genotipleri arasında önemli varyasyonlar göstermektedir (Ashraf, 1994; Ashraf, 2002; Doğru ve Yılmaz Kaçar, 2019). Ayrıca ekonomik bitkilerde tuz toleransının artırılması için yapılan ıslah çalışmalarında kullanılabilir güvenilir bir parametrenin eksikliği de söz konusudur (Kalaji ve Pietkiewicz, 1993). Ancak yapılan araştırmalar bitkilerde tuz stresine verilen metabolik cevapların temel amacının fotosentetik aygıtı tuz stresinin olumsuz etkilerinden korumak ve fotosentetik etkinliğin sürdürülmesini sağlamak olduğunu ortaya çıkarmıştır (Papageorgiou ve Murata, 1995; Kalaji ve Guo, 2008; Tanaka ve ark., 1999). Bu da stres altındaki bitkilerde fotosentez olayının sürekliliğinin önemini göstermektedir. Fotosentetik aktivitede meydana gelen değişimler gelişmiş bitkilerde bir stres sensörü olarak kabul edilmektedir (Doğru ve Canavar, 2020). Günümüzde fotosentetik aktivitenin ölçülmesi için en modern ve güvenilir tekniğin klorofil a floresansı olduğu bildirilmiştir (Maxwell ve Johnson, 2000; Doğru, 2019; Doğru ve Çakırlar 2020a, 2020b). Çalışmamızda hıyar bitkilerine uygulanan tuz stresi FSII'nin maksimum kuantum etkinliğini (F_v/F_m) kontrole göre belirgin derecede azaltmıştır. F_v/F_m oranı birçok gelişmiş bitkide sayısal değer olarak 0,83 civarındadır ve bu değer azalması bir fotoinhibisyon göstergesi olarak kabul edilmektedir (Björkman ve Demmig, 1987). Bu sonuç hıyar bitkisinde tuz stresinin etkisiyle FSII birimlerindeki elektron taşınım reaksiyonlarının belli oranda inhibe edildiğini göstermektedir (Doğru ve Çakırlar, 2020a). Sonuçlarımız tuz stresinin hıyar yapraklarında minimum floresansı (F_o) etkilemediğini, ancak maksimum floresans (F_m) değerini kontrole göre azalttığını göstermiştir. Georgieva ve Lichtenthaler (1999) F_m değerinin FSII'nin akseptör bölgesinin indirgenme durumunu gösterdiğini bildirmiştir. Buna göre çalışmamızda uyguladığımız tuz stresinin hıyar bitkilerindeki FSII birimlerinin akseptör bölgesinin indirgenmesini engellediği sonucuna varılabilir.

Bitkiler tuz stresinin olumsuz etkilerinden korunmak için farklı metabolik stratejiler geliştirmiştir. Bu stratejilerden biri prolin gibi ozmotik koruyucu moleküllerin dokularda biriktirilmesi (Ashraf ve Foolad, 2007; Asgher ve ark., 2013). Ozmotik regülasyonun korunması dışında prolinin tuz stresi altındaki bitkilerde; membran ve proteinlerin stabilizasyonunun sağlanması, azot ve karbon kaynağı olması, hücrel antioksidant sistemlerin aktive edilmesi ve reaktif oksijen türlerinin detoksifikasyonu gibi fonksiyonları mevcuttur (Ben Ahmed ve ark., 2010; Dawood ve ark., 2014). Yapılan çeşitli araştırmalar dışsal prolin uygulamalarının mısır, domates ve pirinç gibi farklı bitki türlerinde tuz toleransının artırılmasına katkıda bulunduğunu ortaya çıkarmıştır (Alam ve ark., 2016; Kahlaoui ve ark., 2018; Bhusan ve ark., 2016).

Sonuçlarımız tuz stresi altındaki hıyar bitkilerine uygulanan prolinin, tuz stresinin FSII birimlerindeki elektron hareketleri üzerindeki kısıtlayıcı etkisini ortadan kaldırdığını ve FSII'nin akseptör bölgesinin daha kolay indirgenmesini sağladığını göstermiştir. Nitekim prolin uygulaması tuz stresi altındaki hıyar bitkilerinde F_m ve F_v/F_m 'nin önemli derecede artmasını sağlamıştır. Benzer şekilde çalışmamızda Hill reaksiyonunun etkinliği (F_v/F_o) tuz stresi uygulanan hıyar bitkilerinde kontrole göre azalmış, ancak prolin uygulaması bu oranın artmasını sağlamıştır. Bu oran FSII'nin lümene bakan kısmında bulunan ve suyu parçalamaktan sorumlu olan yapının etkinliğini ifade etmektedir. Bu yapı tuz stresi gibi çevresel stres faktörlerine karşı fotosentetik elektron taşınım sisteminin en duyarlı bölgesidir. Pereira ve ark. (2000) bu oranda meydana gelen azalmanın fotosentetik elektron taşınımında meydana gelen azalmanın bir göstergesi olduğunu rapor etmiştir. Fricke ve Peters (2002) ile Doğru ve Canavar (2020) tuz stresi altındaki bitkilerde su alınımının belli oranda inhibe edildiğini bildirmiştir. Bu durum tuz stresi altındaki hıyar bitkilerinde F_v/F_o oranının azalmasına neden olmuş olabilir. Prolin uygulaması ise tuz stresine maruz bırakılmış olan hıyar bitkilerinin ortamla olan su ilişkilerini regüle ederek veya suyu parçalayan sistemi koruyarak bu oranın artmasını sağlamış olabilir. Bu sonuç aynı zamanda prolin uygulamasının FSII'nin donör bölgesinin oksitlenme yeteneğini artırdığını da açıkça göstermektedir. Bunun yanı sıra çalışmamızda tuz stresi uygulaması hıyar bitkilerinde fotokimyasal reaksiyonların performansını ($\phi_o/(1-\phi_o)$) da azaltmıştır. Muhtemelen fotokimyasal reaksiyonların yavaşlaması ve buna bağlı olarak fotosentezin elektron taşınım reaksiyonlarının ATP ve NADPH gibi ürünlerinin sentez hızının azalması fotokimyasal olmayan karanlık reaksiyonların performansının ($\Psi_o/(1-\Psi_o)$) da azalmasına yol açmıştır. Elde ettiğimiz sonuçlara göre tuz stresi altındaki hıyar bitkilerinde fotosentetik elektron taşınım reaksiyonlarının yavaşlamasının bir nedeni de aktif reaksiyon merkezlerinin miktarının (RC/ABS) azalması olabilir. DI_o/RC (FSII'de reaksiyon merkezi başına fotokimyasal olmayan olaylarda kaybedilen disipasyon enerjisi) ve ϕD_o (termal disipasyonun kuantum verimi) parametrelerinde tuz stresi uygulaması sonucunda meydana gelen artışlar da bu fikri destekler niteliktedir. Nitekim Kalaji ve ark. (2011) tuz stresi altındaki arpa bitkilerinde aktif reaksiyon merkezi miktarındaki azalmanın nedeni olarak DI_o/RC ve ϕD_o 'daki artışı göstermiştir. Prolin uygulaması ise tuz stresi uygulanan hıyar bitkilerinde fotokimyasal ve fotokimyasal olmayan reaksiyonların performansını ve aktif reaksiyon merkezi miktarını artırmıştır. Buna paralel olarak fotokimyasal olmayan olaylarda kaybedilen disipasyon enerjisi ve termal disipasyonun kuantum verimi de azalmıştır. Çalışmamızda ayrıca kapalı reaksiyon merkezlerinin birikim hızı ($\Delta V/\Delta t_o$) tuz stresi uygulaması altındaki hıyar bitkilerinde önemli derecede artış göstermiştir. Bu sonuç da reaksiyon merkezlerinin tuz stresi etkisiyle indirgenmediğini ve kinonA'nın indirgenme yeteneğinin azaldığını açıkça göstermektedir.

Prolin uygulaması ise $\Delta V/\Delta t_0$ değerini azaltarak kinonA'nın indirgenme yeteneğini artırmıştır. Sonuçlarımız aynı zamanda hıyar bitkilerinde tuz stresinin etkisiyle elektron taşınım sisteminin kinonA'dan sonraki bölümünde de elektron taşınım reaksiyonlarının belli oranda inhibe edildiğini göstermiştir. Nitekim FSII'de kinonA'dan plastokinona elektron taşınımının kuantum verimi (ϕE_0), yakalanan bir eksitonun bir elektronu kinonA'dan elektron taşınım sistemine hareket ettirme yeteneği (Ψ_0) ve indirgenmiş plastokinon havuzunun boyutu (alan) parametrelerinde tuz stresi etkisiyle belirgin azalmalar tespit edilmiştir. Ancak prolin uygulaması bu parametrelerin istatistiksel olarak artmasına ve kontrol seviyesine ulaşmasını sağlamıştır. Tüm bu değişimlerle uyumlu olarak, FSII'nin yapısal ve fonksiyonel durumunun indikatörü olan SFI_{ABS} parametresi de tuz stresi etkisiyle azalırken, tuz stresi altındaki hıyar bitkilerine yapılan prolin uygulaması ile artış göstermiştir.

Prolinin bitkilerdeki fotosentetik etkinlik ve fotokimyasal aktivite üzerindeki çalışmalar oldukça sınırlıdır ve bu konuda çok az bilgi mevcuttur. Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlar tuz stresinin hıyar bitkilerinde fotosentezin elektron taşınım reaksiyonlarını sistemin farklı bölgelerinde belirgin derecede inhibe ettiğini göstermiştir. Sonuçlarımız tuz stresinin hıyar bitkilerinde FSII'nin hem donör hem de akseptör bölgesindeki elektron hareketlerini belirli derecede inhibe ettiğini, prolin uygulamasının ise bu inhibisyonu ortadan kaldırdığını göstermiştir. Bunun dışında tuz stresi aktif reaksiyon merkezlerinin miktarını azaltmış ve reaksiyon merkezlerinin oksitlenmesini ve kinonA ile plastokinonun indirgenme yeteneklerini azaltmış, termal disipasyon enerjisini artırmış ancak prolin uygulaması bu olumsuz etkileri ortadan kaldırarak FSII'nin yapısal ve fonksiyonel olarak daha iyi durumda olmasını sağlamıştır. Buna göre, kök yoluyla gerçekleştirilen prolin uygulamalarının hıyar bitkilerinde tuz stresinin FSII aktivitesi üzerindeki inhibitör etkisini ortadan kaldırdığını ve bu yaklaşımın tarımda kullanılmasıyla tuz stresinin yol açtığı ekonomik kayıpların önüne geçilebileceği sonucuna varılabilir.

KAYNAKLAR

- Ahmad, P., C.A. Jeleel, M.M. Azooz, G. Nabi. 2009. Generation of ROS and non-enzymatic antioxidants during abiotic stress in plants. *Bot. Res. Intern.* 2 (1): 11–20.
- Ahmad, P., C.A. Jaleel, M.A. Salem, G. Nabi, S. Sharma. 2010. Roles of Enzymatic and non-enzymatic antioxidants in plants during abiotic stress. *Crit. Rev. Biotechnol.* 30 (3): 161–175. doi: 10.3109/07388550903524243.
- Ahmad, P., K.R. Hakeem, A. Kumar, M. Ashraf, N.A. Akram. 2012. Salt-induced changes in photosynthetic activity and oxidative defense system of three cultivars of mustard (*Brassica juncea* L.). *Afr. J. Biotechnol.* 11 (11): 2694–2703. doi: 10.5897/AJB11.3203.
- Ahmad, P., R. Jhon. 2005. Effect of Salt stress on growth and biochemical parameters of *Pisum sativum* L. *Arch. Agro. Soil. Sci.* 51 (6): 665–672. doi: 10.1080/03650340500274151.
- Ahmad, P., S. Sharma. 2008. Salt stress and phyto-biochemical responses of plants-a review. *Plant. Soil. Environ.* 54 (3): 89–99.
- Ahmad, P., S. Sharma. 2010. Physio-biochemical attributes in two cultivars of mulberry (*Morus alba*) under NaHCO₃ stress. *Int. J. Plant. Produc.* 4 (2): 79–86. doi: 10.22069/IJPP.2012.685.
- Ahmad, P., S. Sharma, P.S. Srivastava. 2006. Differential physio-biochemical responses of high yielding varieties of Mulberry (*Morus alba*) under alkalinity (Na₂CO₃) stress in vitro. *Physiol. Mol. Biol. Plants.* 12 (1): 59–66.

Asgher, M., M.I.R. Khan, N. Iqbal, A. Masood, N.A. Khan. 2013. Cadmium tolerance in mustard cultivars: dependence on proline accumulation and nitrogen assimilation. *J. Funct. Environ. Bot.* 3 (1): 30–42. doi: 10.5958/j.2231-1750.3.1.005.

Ashraf, M., Dr. W. Lin. 1994. Breeding for salinity tolerance in plants. *Critical Reviews in Plant Sciences.* 13 (1): 17-42. doi: 10.1080/07352689409701906.

Ashraf, M. 2002. Salt tolerance of cotton: some new advances. *Critical Reviews in Plant Sciences.* 21 (1): 1-30. doi: 10.1080/0735-260291044160.

Ashraf, M., H.R. Athar, P.J.C. Harris, T.R. Kwon. 2008. Some prospective strategies for improving crop salt tolerance. *Adv. Agron.* 97: 45–109. doi: 10.1016/s0065-2113(07)00002-8.

Ashraf, M., M.R. Foolad. 2007. Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. *Environ. Exp. Bot.* 59 (2): 206–216. doi: 10.1016/j.envexpbot.2005.12.006.

Azzedine, F., H. Gherroucha, M. Baka. 2011. Improvement of salt tolerance in durum wheat by ascorbic acid application. *J. Stress. Physiol. Biochem.* 7 (1): 27–37.

Babu, M.A., D. Singh, K.M. Gothandam. 2012. The effect of salinity on growth, hormones and mineral elements in leaf and fruit of tomato cultivar PKM1. *J. Anim. Plant. Sci.* 22 (1): 159–164.

Ben Ahmed, C., B. Ben Rouina, S. Sensoy, M. Boukhriss, F. Ben Abdullah. 2010. Exogenous proline effects on photosynthetic performance and antioxidant defense system of young olive tree. *J. Agric. Food. Chem.* 58 (7): 4216–4222. doi: 10.1021/jf9041479.

Bhusan, D., D. K. Das, M. Hossain, Y. Murata, Md. A. Hoque. 2016. Improvement of salt tolerance in rice (*Oryza sativa* L.) by increasing antioxidant defense systems using exogenous application of proline. *Australian Journal of Crop Science* 10 (1): 50-56.

Björkman, O., B. Demmig. 1987. Photon yield of O₂ evolution and chlorophyll fluorescence characteristics at 77K among vascular plants of diverse origins. *Planta* 170, (4): 489–504. doi: 10.1007/BF00402983.

Bussotti, F., R. J. Strasser, M. Schaub. 2007. Photosynthetic behavior of woody species under high ozone exposure probed with the JIP-test: A review. *Environmental Pollution* 147 (3): 430-437. doi: 10.1016/j.envpol.2006.08.036.

Dawood, M.G., H.A.A. Taie, R.M.A. Nassar, M.T. Abdelhamid, U. Schmidhalter. 2014. The changes induced in the physiological, biochemical and anatomical characteristics of *Vicia faba* by the exogenous application of proline under seawater stress. *S. Afr. J. Bot.* 93: 54–63. doi: 10.1016/j.sajb.2014.03.002.

Deivanai, S., R. Xavier, V. Vinod, K. Timalata, O.F. Lim. 2011. Role of exogenous proline in ameliorating salt stress at early stage in two rice cultivars. *J. Stress. Physiol. Biochem.* 7 (4): 157–174.

Doğru, A., H. Çakırlar. 2020a. Is leaf age a predictor for cold tolerance in winter oilseed rape plants? *Functional Plant Biology* 47 (3): 250-262. doi: 10.1071/FP19200.

Doğru, A., H. Çakırlar. 2020b. Effects of leaf age on chlorophyll fluorescence and antioxidant enzymes in winter rapeseeds leaves under cold acclimation conditions. *Brazilian Journal of Botany* 43, 11-20. doi: 10.1007/s40415-020-00577-9.

Doğru, A. 2019. Bazı arpa genotiplerinde kurşun toleransının klorofil a floresansı ile değerlendirilmesi. *Bartın University International Journal of Natural and Applied Science* 2 (2): 228-238.

Doğru, A., S. Canavar. 2020. Bitkilerde tuz toleransının fizyolojik ve biyokimyasal bileşenleri. *Academic Platform Journal of Engineering and Science* 8 (1): 155-174. doi: 10.21541/apjes.541620.

Doğru, A., M. Yılmaz Kaçar. 2019. A preliminary study on salt tolerance of some barley genotypes. *SAU Journal of Science* 23 (5): 755-762. doi: 10.16984/saufenbilder.371055.

Enteshari, S., R. Alishavandi, K. Delavar. 2011. Interactive effects of silicon and NaCl on some physiological and biochemical parameters in *Borago officinalis* L. *Iranian J. Plant Physiol.* 2 (1): 315–320.

Fricke, W., W. S. Peters. 2002. The biophysics of leaf growth in salt-stressed barley. A study at the cell level. *Plant Physiology* 129: 374-388. doi: 10.1104/pp.001164.

Georgieva, K., H. K. Lichtenthaler. 1999. Photosynthetic activity and acclimation ability of pea plants to low and high temperature treatment as studied by means of chlorophyll fluorescence. *Journal of Plant Physiology* 155 (3): 416-423. doi: 10.1016/S0176-1617(99)80125-4.

Hamilton, E.W. III, S.A. Heckathorn. 2001. Mitochondrial adaptation to NaCl. Complex I is protected by antioxidants and small heat shock proteins, whereas complex II is protected by proline and betaine. *Plant Physiol.* 126 (3): 1266–1274. doi: 10.1104/pp.126.3.1266.

Hasanuzzaman, M., K. Nahar, M. Fujita. 2013. Plant Response to Salt Stress and Role of Exogenous Protectants to Mitigate Salt-Induced Damages. pp. 25-87. In: Ahmad P., M. Azooz, M. Prasad (Ed.) *Ecophysiology and Responses of Plants under Salt Stress*. Springer, New York, NY. doi: 10.1007/978-1-4614-4747-4_2.

Hasanuzzaman, M., M. Fujita. 2011a. Selenium pretreatment upregulates the antioxidant defense and methylglyoxal detoxification system and confers enhanced tolerance to drought stress in rapeseed seedlings. *Biol. Trace. Elem. Res.* 143 (3): 1758–1776. doi: 10.1007/s12011-011-8998-9.

Hasanuzzaman, M., M. Fujita. 2011b. Exogenous silicon treatment alleviates salinity-induced damage in *Brassica napus* L. seedlings by up-regulating the antioxidant defense and methylglyoxal detoxification system. Abstract of Plant Biology 2011, American Society of Plant Biology.

Hasegawa, P.M., R.A. Bressan, J.K. Zhu, H.J. Bohnert. 2000. Plant cellular and molecular responses to high salinity. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 51: 463–499. doi: 10.1146/annurev.arplant.51.1.463.

Hayat, S., A. Ahmad. 2011. *Brassinosteroids: a class of plant hormone*. Springer, Dordrecht. doi: 10.1007/978-94-007-0189-2.

Heidari, M., S. Sarani. 2012. Growth, biochemical components and ion content of Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) under salinity stress and iron deficiency. *J. Saudi. Soc. Agricul. Sci.* 11 (1): 37–42.

Heuer, B. 2003. Influence of exogenous application of proline and glycinebetaine on growth of salt stressed tomato plants. *Plant Sci.* 165 (4): 693–699. doi: 10.1016/S0168-9452(03)00222-X.

Hillel, D. 2000. *Salinity management for sustainable irrigation : integrating science, environment, and economics* (English). Environmentally and socially sustainable development series. Rural development*ESSD Environmentally & Socially Sustainable Development Work in Progress. Washington, D.C. : The World Bank.

Hoagland, D.R. 1920. Optimum nutrient solutions for plants. *Sci.* 52 (1354): 562-564. doi: 10.1126/science.52.1354.562.

Hoque, M.A., M.N.A. Banu, E. Okuma, K. Amako, Y. Nakamura, Y. Shimoishi, Y. Murata. 2007. Exogenous proline and glycinebetaine increase NaCl-induced ascorbate-glutathione cycle enzyme activities, and proline improves salt tolerance more than glycinebetaine in tobacco Bright Yellow-2 suspension-cultured cells. *J. Plant Physiol.* 164 (11): 1457–1468. doi: 10.1016/j.jplph.2006.10.004.

Hoque, M.A., M.N.A. Banu, Y. Nakamura, Y. Shimoishi, Y. Murata. 2008. Proline and glycinebetaine enhance antioxidant defense and methylglyoxal detoxification systems and reduce NaCl induced damage in cultured tobacco cells. *J. Plant Physiol.* 165 (8): 813–824. doi: 10.1016/j.jplph.2007.07.013.

Hossain, M.A., S. Munemasa, M. Uraji, Y. Nakamura, I.C. Mori, Y. Murata. 2011. Involvement of endogenous abscisic acid in methyl jasmonate-induced stomatal closure in *Arabidopsis*. *Plant Physiol.* 156 (1): 430–438. doi: 10.1104/pp.111.172254.

Ioannidis, N.E., J.A. Cruz, K. Kotzabasis, D.M. Krame. 2012. Evidence that putrescine modulates the higher plant photosynthetic proton circuit. *PLoS One* 7 (1): e29864. doi: 10.1371/journal.pone.0029864.

Iqbal, N., Masood, A., Khan, N.A. 2012. Phytohormones in salinity tolerance: ethylene and gibberellins cross talk. pp. 77-98. In: Khan NA, R. Nazar, N. Iqbal, N.A. Anjum (Ed.) *Phytohormones and abiotic stress tolerance in plants*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. doi: 10.1007/978-3-642-25829-9.

Kahlaoui, B., M. Hachicha, E. Misle, F. Fidalgo, J. Teixeira. 2018. Physiological and biochemical responses to the exogenous application of proline of tomato plants irrigated with saline water. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences* 17 (1): 17-23.

Kalaji, M. H., P. Guo. 2008. Chlorophyll fluorescence: a useful tool in barley plant breeding programs. pp. 447-471. In: Sanchez, A., S.J. Gutierrez (Ed.) *Photochemistry Research Progress*, Nova Science Publishers, NY, USA.

Kalaji, M. H., S. Pietkiewicz, 1993. Salinity effects on plant growth and other physiological processes. *Acta Physiologia Plantarum* 15 (2): 89-124.

Kalaji, M. H., G. Govindjee, K. Bosa, K. Janusz, K. Z. Golaszewska. 2011. Effects of salt stress on photosystem II efficiency and CO₂ assimilation of two Syrian barley landraces. *Environmental and Experimental Botany*. 73 (1): 64-72. doi: 10.1016/j.envexpbot.2010.10.009.

Kemble, A.R., H.T. Macpherson. 1954. Sorbitol and proline as intracellular osmotic solutes in the green alga *Stichococcus bacillaris*. *Can. J. Bot.* 56: 676–679.

Khedr, A.H.A., M.A. Abbas, A.A.A. Wahid, W.P. Quick, G.M. Abogadallah. 2003. Proline induces the expression of salt-stress-responsive proteins and may improve the adaptation of *Pancreatium maritimum* L. to salt-stress. *J. Exp. Bot.* 54 (392): 2553–2562. doi: 10.1093/jxb/erg277.

Koyro, H.W., P. Ahmad, G. Nicole. 2012. Abiotic stress responses in plants: an overview. pp. 1-28. In: Ahmad P., M.N.V. Prasad (Ed.) *Environmental adaptations and stress tolerance of plants in the era of climate change*. Springer, New York.

Lima-Costa, M.E., S. Ferreira, A. Duarte, A.L. Ferreira. 2008. Alleviation of salt stress using exogenous proline on a citrus cell line. *Acta Hort.* 868 (868): 109–112. doi: 10.17660/ActaHortic.2010.868.10.

Matysik, J., A. Alia, B. Bhalu, P. Mohanty. 2002. Molecular mechanisms of quenching of reactive oxygen species by proline under stress in plants. *Curr. Sci.* 82 (5): 525–532.

Maxwell, K., G. N. Johnson. 2000. Chlorophyll fluorescence-a practical guide. *Journal of Experimental Botany.* 51 (345): 659-668. doi: 10.1093/jxb/51.345.659.

Mittal, S., N. Kumari, V. Sharma. 2012. Differential response of salt stress on *Brassica juncea*: photosynthetic performance, pigment, proline, D1 and antioxidant enzymes. *Plant Physiol. Biochem.* 54, 17–26. doi: 10.1016/j.plaphy.2012.02.003.

Noble, C. L., G. M. Halloran, D. W. West. 1984. Identification and selection for salt tolerance in lucerne (*Medicago sativa* L.). *Australian Journal of Agricultural Research* 35 (2): 239-252. doi: 10.1071/AR9840239.

Nounjan, N., P.T. Nghia, P. Theerakulpisut. 2012. Exogenous proline and trehalose promote recovery of rice seedlings from salt-stress and differentially modulate antioxidant enzymes and expression of related genes. *J. Plant Physiol.* 169 (6): 596–604. doi: 10.1016/j.jplph.2012.01.004.

Okuma, E., Y. Murakami, Y. Shimoishi, M. Tada, Y. Murata. 2004. Effects of exogenous application of proline and betaine on the growth of tobacco cultured cells under saline solutions. *Soil Sci. Plant. Nutr.* 50 (8): 1301–1305. doi: 10.1080/00380768.2004.10408608.

Papageorgiou, G. C., N. Murata. 1995. The unusually strong stabilizing effects of glycine betaine on the structure and function of the oxygen-evolving photosystem complex. *Photosynthesis Research* 44 (3): 243-252. doi: 10.1007/BF00048597.

Parida, A.K., A.B. Das. 2005. Salt tolerance and salinity effect on plants: a review. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 60 (3): 324–349. doi: 10.1016/j.ecoenv.2004.06.010.

Pereira, W. E., D. L. de Siqueira, C. A. Martinez, M. Puiatti. 2000. Gas exchange and chlorophyll fluorescence in four citrus root stocks under aluminum stress. *Journal of Plant Physiology* 157 (5): 513-520. doi: 10.1016/S0176-1617(00)80106-6.

Pitman, M.G., A. Läuchli. 2002. Global impact of salinity and agricultural ecosystems. pp 3–20. In: Läuchli A., U. Lüttge (Ed.) *Salinity: environment – plants – molecules*. Springer, Dordrecht.. doi: 10.1007/0-306-48155-3_1.

Poór, P., K. Gémes, F. Horváth, A. Szepesi, M.L. Simon, I. Tari. 2011. Salicylic acid treatment via the rooting medium interferes with stomatal response, CO₂ fixation rate and carbohydrate metabolism in tomato, and decreases harmful effects of subsequent salt stress. *Plant Biol.* 13 (1): 105–114. doi: 10.1111/j.1438-8677.2010.00344.x.

Alam, R., D.K. Das, M.R. Islam, Y. Murata, M.A. Hoque. 2016. Exogenous proline enhances nutrient uptake and confers tolerance to salt stress in maize (*Zea mays* L.). *Progressive Agriculture* 27 (4): 409-417. doi: 10.3329/pa.v27i4.32120.

Rahdari, P., S. Tavakoli, S.M. Hosseini. 2012. Studying of salinity stress effect on germination, proline, sugar, protein, lipid and chlorophyll content in Purslane (*Portulaca oleracea* L.) leaves. *J. Stress. Physiol. Biochem.* 8 (1): 182–193.

Rajaravindran, M., S. Natarajan. 2012. Effect of NaCl Stress on Biochemical and Enzymes Changes of the Halophyte *Suaeda maritima* Dum. *Inter. J. Res. Plant Sci.* 2 (1): 1–7.

Rasool, S., A. Hameed, M. M. Azooz, Muneeb-u-Rehman, T. O. Siddiqi, P. Ahmad. 2013. Salt Stress: Causes, Types and Responses of Plants. pp. 1-24. In: Ahmad P., M.M. Azooz, M.N.V. Prasad (Ed.) *Ecophysiology and Responses of Plants under Salt Stress*. Springer-Verlag New York. doi: 10.1007/978-1-4614-4747-4.

Rawia Eid, A., L.S. Taha, S.M.M. Ibrahiem. 2011. Alleviation of adverse effects of salinity on growth, and chemical constituents of marigold plants by using glutathione and ascorbate. *J. Appl. Sci. Res.* 7: 714–721.

Sakr. M.T., N.M. El-Sarkassy, M.P. Fuller. 2012. Osmoregulators proline and glycine betaine counteract salinity stress in canola. *Agron. Sustain. Dev.* doi: 10.1007/s13593-011-0076-3.

Shannon, M.C. 1998. Adaptation of plants to salinity. *Advances in Agronomy* 60: 75-119. doi: 10.1016/S0065-2113(08)60601-X.

Smirnoff, N., Q.J. Cumbes. 1989. Hydroxyl radical scavenging activity of compatible solutes. *Phytochemistry* 28 (4): 1057–1060. doi: 10.1016/0031-9422(89)80182-7.

Sobahan, M.A., C.R. Arias, E. Okuma, Y. Shimoishi, Y. Nakamura, Y. Hirai, I.C. Mori, Y. Murata. 2009. Exogenous proline and glycinebetaine suppress apoplastic flow to reduce Na⁺ uptake in rice seedlings. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 73 (9): 2037–2042. doi: 10.1271/bbb.90244.

Steel, R. G. D., J. H. Torrie. 1980. Principles and procedures of statistics. Mc Graw Hill Book Company Inc., New-York.

Tahir, M.A., T. Aziz, M. Farooq, G. Sarwar. 2012. Silicon-induced changes in growth, ionic composition, water relations, chlorophyll contents and membrane permeability in two salt-stressed wheat genotypes. *Arch. Agron. Soil Sci.* 58 (3): 247–256. doi: 10.1080/03650340.2010.518959.

Tanaka, Y., T. Hibino, Y. Hayashi, A. Tanaka, S. Kishitani, T. Takabe, S. Yokota, T. Takabe. 1999. Salt tolerance of transgenic rice overexpressing yeast mitochondrial Mn-SOD in chloroplasts. *Plant Science* 148 (2): 131-138. doi: 10.1016/S0168-9452(99)00133-8.

Toksoy Köseoğlu, S., A. Doğru. 2021. Salisilik Asit Uygulamalarının Tuz Stresi Altındaki Hıyar Bitkilerinde Fotosentetik Aktivite Üzerindeki Etkileri. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi* 9: 418-429. doi: 10.29130/dubited.746811.

Yan, Z., S. Guo, S. Shu, J. Sun, T. Tezuka. 2011. Effects of proline on photosynthesis, root reactive oxygen species (ROS) metabolism in two melon cultivars (*Cucumis melo* L.) under NaCl stress. *Afr. J. Biotechnol.* 10 (80): 18381–18390. doi: 10.5897/AJB11.1073.

Yurtsever, N. 1984. Deneysel İstatistik Metotları. Köy Hizmetleri Toprak ve Gübre Arş. Enst. Müdürlüğü Yayınları Genel Yayın No. 121 Ankara.

Yusuf, M., Q., Fariduddin, P. Varshney, A. Ahmad. 2012. Salicylic acid minimizes nickel and/or salinity- induced toxicity in Indian mustard (*Brassica juncea*) through an improved antioxidant system. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 19 (1): 8–18. doi: 10.1007/s11356-011-0531-3.

SEREBRAL PALSI'Lİ BİREYLERDE SPOR

Öğretim Görevlisi Gülşah ÜNVER

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi
ORCID: 0000-0002-3031-8322

ÖZET

Engelli bireyler, doğuştan ya da sonradan herhangi bir nedenle bazı hareketleri, duyuları, işlevleri kısıtlanan kişilerdir. Engelli bireylerin içerisinde Serebral Palsi'li bireyler belirli bir oran teşkil etmektedir. Engelli sporları, bedensel veya zihinsel engeli olan kişiler tarafından yapılan sporlardır. Engelli bireylerin fonksiyonel kapasitelerinin değerlendirilmesi ile her spor için sınıflandırma kuralları tanımlanmış ve spor sınıfları oluşturulmuştur. Spor branşlarının, spor sınıflarının engelli bireylere uygunluğunun belirlenmesi için değerlendirme yapılmalıdır. Engelliler için olan spor branşları ve spor sınıflarından bazıları Serebral Palsi'li bireyler için uygundur. Serebral Palsi'li bireyler kriterlerini sağladıkları spor branşlarına, spor sınıflarına katılabilirler. Bu çalışmanın amacı Serebral Palsi, engelli sporları, Serebral Palsi'li bireylerin katılabilecekleri spor branşları ve spor sınıfları hakkında bilgi vermektir. Bu çalışma engelli bireylerin spora katılımlarının artması yönünde katkı sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Engelli Bireyler, Serebral Palsi, Spor

SPORT IN INDIVIDUALS WITH CEREBRAL PALSY

ABSTRACT

Disabled individuals are those whose movements, senses and functions are restricted due to any congenital or acquired reason. Individuals with Cerebral Palsy constitute a certain rate among disabled individuals. Disabled sports are performed sports by people with physical or mental disabilities. By evaluating the functional capacities of disabled individuals, classification rules for each sport were defined and sports classes were created. Evaluation should be made to determine the suitability of sports branches and sports classes for people with disabilities. Some of the sports branches and sports classes for the disabled are suitable for individuals with Cerebral Palsy. Individuals with Cerebral Palsy can participate in sports branches, sports classes for which they meet their criteria. The aim of this study is to provide information about Cerebral Palsy, sports for the disabled, sports branches and sports classes in which individuals with Cerebral Palsy can participate. This study will contribute to increase the participation of disabled individuals to sports.

Keywords: Disabled Individuals, Cerebral Palsy, Sport

GİRİŞ

Engelli bireyler doğuştan ya da sonradan herhangi bir nedenle yeteneklerinde çeşitli düzeylerde kayıpları olan, bazı hareketleri, duyuları, işlevleri kısıtlanan kişilerdir. Yeti yitimleri engelli bireylerin bazı aktivitelerini kısmi ya da tam olarak engellemekte ve sosyal yaşamlarını sürdürmelerini zorlaştırmaktadır (İnan ve ark., 2013; Işık, 2013; Beşer ve ark., 2006). Engelli bireylerin içerisinde Serebral Palsi tanısı olan bireyler de bulunmaktadır. Engelli bireylerin bedensel, zihinsel ve sosyal becerileri geliştirilmelidir. Sporun katkıları düşünüldüğünde engelli bireylerin sportif etkinliklere katılımlarının önemi anlaşılmaktadır.

Bu çalışmanın amacı Serebral Palsi, engelli sporları, Serebral Palsi'li bireylerin katılabilecekleri spor branşları ve spor sınıfları hakkında bilgi vermektir.

SEREBRAL PALSİ VE ETİYOLOJİSİ

Serebral Palsi (SP), matürasyon dönemindeki beyinde non-progresif bir lezyon nedeniyle ortaya çıkan, aktivite kısıtlılığına neden olan, hareket gelişimindeki ve postürdeki kalıcı bozukluklardır (Rosenbaum ve ark., 2007). SP'de spastisite, atetoz, kuvvetsizlik, koordinasyon bozukluğu, tremor, rijidite gibi bazı motor bozukluklar ve bu motor bozukluklara eşlik eden görme bozuklukları, konuşma bozuklukları, davranış bozuklukları, işitme kayıpları, epilepsi, mental retardasyon, konvülziyonlar ve algılama bozuklukları gibi çeşitli problemler de olabilir. SP'de hasar ilerleyici değildir fakat etkilenimlerin sonuçları ilerleyicidir. Bu nedenle SP gelişimsel bir bozukluk olarak kabul edilmektedir (Sade ve Otman, 1997; Livanelioğlu ve Kerem Günel, 2009). SP'nin görülme sıklığı her 1000 canlı doğumda 2-2,5 olarak aktarılmaktadır. Bu oran ülkeden ülkeye farklılık göstermektedir (Sankar ve Mundkur, 2005; Odding ve ark., 2006). Ülkemizde yapılan bir çalışmada ise SP'nin görülme oranı her 1000 canlı doğumda 4,4 olarak saptanmıştır (Serdaroğlu ve ark., 2006).

Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde, SP'nin etiyolojisi için birçok risk faktörü olduğu anlaşılmaktadır. SP ile ilişkili risk faktörleri prenatal, perinatal, postnatal faktörler şeklinde ayrılarak incelenebilir. Prenatal faktörler kapsamında hipoksi, genetik bozukluklar, metabolik bozukluklar, çoğul gebelik, rahim içi enfeksiyonlar, pıhtılaşma bozuklukları, toksinlere maruz kalma, intrauterin gelişme geriliği yer alır. Perinatal faktörler kapsamında asfiksi, erken doğum, düşük doğum ağırlığı, kan uyuşmazlığı, enfeksiyon, anormal fetal tablo, plasental abrupsiyon, plasenta previa, zor doğum yer alır. Postnatal faktörler kapsamında ise doğumdan sonraki 48 saat içinde nöbet geçirme, serebral enfarktüs, hiperbilirubinemi, sepsis, respiratuar distres, menenjit, intraventriküler kanama, periventriküler lökomalazi, kafa travması yer alır (Kriger, 2006; Jones ve ark., 2007; Güneş, 2020). SP'nin görülme nedenleri arasında doğum şartlarının olumsuz olması, akraba evlilikleri, yetersiz bakım hizmetleri, hamilelik döneminde sağlık kontrollerinin yetersiz olması, doğum ağırlığının düşük olması, doğumun erken olması gibi nedenler daha fazla yer alır (Reddihough ve Collins, 2003; Odding ve ark., 2006).

SP tiplerine göre ayrılır. SP'nin tipleri spastik (bilateral, unilateral), diskinetik (distonik, kore-atetoid), ataksik ve sınıflandırılmayan olarak belirtilir. Spastik tip, tüm SP tipleri içerisinde en sık görülen tiptir. Spastik tip SP'de pramidal sistem etkilenimi hakimdir ve tonus artışına ek olarak üst motor nöron belirtileri gözlenir. Spastik SP'de alt ekstremitelerde kalça adduksiyonu, internal rotasyonu, ayak bileğinin ekin deformitesi ile karakterize patolojik postür mevcuttur. Bilateral spastik SP diplejik ve kuadriplejik bireyleri, unilateral spastik SP hemiplejik bireyleri tanımlamaktadır. Spastik Kuadriplejik SP tüm ekstremitelerin ve gövdenin etkilendiği, üst ekstremitelerin alt ekstremitelerden daha çok tutulduğu en ağır motor fonksiyonel tablodur. Spastik Kuadriplejik SP'de istemli motor hareketler oldukça kısıtlı olup çoğunlukla da kognitif problemler eşlik eder. Spastik Diplejik SP, çoğunlukla düşük doğum ağırlığı ve prematüre doğum ile ilişkilidir. Spastik Diplejik SP'de alt ekstremiteler, üst ekstremitelerden daha fazla etkilenir. Spastik Hemiplejik SP vücudun tek tarafında üst ekstremitenin alt ekstremiteye göre daha fazla etkilendiği durumdur (Beyazova ve Kutsal, 2000; Morris, 2007; Cans, 2000; Çankaya, 2019). Diskinetik tip SP, ekstrapiramidal sistem lezyonlarının hakim olduğu klinik tablodur. Diskinetik tipte kas tonusu değişken, primitif refleks paternler baskındır.

Diskinetik tipte dizartri, disfaji görülebilirken mental problemler ise genellikle görülmez. Diskinetik tip SP kendi içerisinde distonik ve kore-atetoik olarak ayrılır. Distonik SP'de hipertoni ve hipokinezi; kore-atetoik SP'de hiperkinezi ve hipotoni görülür. Ataksik tip SP serebellum hasarına bağlı denge, koordinasyon ve ince hareketlerin kontrolündeki bozuklukla karakterize, tremorun yaygın olarak görülebildiği, nistagmus ve konuşmada artikülasyon problemlerinin de eşlik edebildiği SP tipidir. Sınıflandırılmayan SP spastik, diskinetik ve ataksik SP özelliklerini taşımayan, genel bir hipotoni ile seyreden veya tüm klinik tip SP'lerin özelliklerini aynı anda gösteren ve herhangi bir özelliğin diğerine göre üstün olmadığı durumların mevcut olduğu SP'dir (Beyazova ve Kutsal, 2000; Çankaya, 2019; Sankar ve Mundkur, 2005; Shankaran, 2008; Üneş, 2019; Berker ve Yalçın, 2010).

ENGELLİ SPORLARI

Engelli bireyler için spor, rehabilitasyon ve rekreasyon amaçlı olarak fayda sağlayabilecek, engelli bireylerin toplum içerisine katılımlarını artırabilecek uygulamalardır. Spor, engelli bireylerin topluma uyumlarını sağlamak, sosyalleşmelerine katkıda bulunmak, karşılaştıkları bazı kısıtlamaları azaltmak için aracıdır. Spor, engelli bireylere fiziksel, ruhsal ve sosyal olarak destek sağlar (Çevik ve Kabakasal 2013; Özer, 2001; İlhan, 2008).

Engelli sporları, bedensel veya zihinsel engeli olan kişiler tarafından yapılan sporlardır. Engelli spor dallarının bazıları mevcut spor dallarının engelli kişiler tarafından daha rahat bir şekilde yapılabilmesi için uyarlamalardan oluşur iken bazıları ise sadece engelliler için özel olarak düşünülmüştür. Engelli sporcular ulusal ve uluslararası seviyelerde oynayabilir, üst düzey spor organizasyonlarında yarışabilirler. 1960 yılındaki Roma Olimpiyat Oyunlarının ardından I. Paralimpik Oyunlar gerçekleştirilmiştir. Tüm paralimpik oyunlar, Uluslararası Paralimpik Komitesi (IPC) tarafından yönetilmektedir. Paralimpik branşlar, yaz ve kış oyunları olarak ayrılır. Paralimpik branşlar içerisinde atıcılık, atletizm, badminton, binicilik, bisiklet, bocce, futbol, goalball, halter, judo, kano, kürek, masa tenisi, okçuluk, oturarak voleybol, tekerlekli sandalye basketbol, tekerlekli sandalye eskrim, tekerlekli sandalye rugby, tekerlekli sandalye tenis, tekvando, triatlon, yüzme, alp kayağı, biatlon, buz hokeyi, kayaklı koşu, tekerlekli sandalye curling, snowboard bulunur (Brittain, 2016; DePauw ve Gavron, 2005; Bayramlar, 2009; Arslan ve Sezer, 2020; Özay, 2019).

Engelli bireylerin fonksiyonel kapasitelerinin değerlendirilmesi ile spor branşları için sınıflandırma kuralları tanımlanmış ve spor sınıfları oluşturulmuştur. Spor branşlarının, spor sınıflarının engelli bireylere uygun olması oldukça önemlidir. Engelli bireyler durumlarına uygun spor branşlarına, spor sınıflarına yönlendirilmelidir. Yönlendirmenin doğru bir şekilde yapılabilmesi için de engelli sporcunun ayrıntılı olarak değerlendirilmesi gerekir. Engelli bireyler içerisinde bulunan SP'li bireyler de kriterlerini sağladıkları spor branşlarına ve spor sınıflarına katılabilirler.

SEREBRAL PALSİ'Lİ BİREYLER İÇİN SPOR BRANŞLARI VE SPOR SINIFLARI

Engelliler için olan spor branşları ve spor sınıflarından bazıları SP'li bireyler için uygundur. SP tanısı olan kişiler, kriterlerini sağladıkları paralimpik branşlara, spor sınıflarına katılabilirler. Ayrıca SP'li bireyler kriterleri sağlamaları şartıyla paralimpik oyunlarda yer almayan branşlara, sınıflara da katılabilirler. Bireylerin spor branşlarına, spor sınıflarına uygun olup olmama durumları değerlendirilmeleri neticesinde belirlenir.

SP'li bireyler badminton branşındaki spor sınıflarından SL3, SL4'e katılabilirler. Spastisitesi 2-3 derecesinde olan SP'li bireyler SL3 spor sınıfında, spastisitesi 1-2 derecesinde olan SP'li bireyler ise SL4 spor sınıfında yer alabilirler. SP'li bireyler Bocce'nin sınıflarına katılabilirler. SP için para-kürek PR3, PR2, PR1 spor sınıfları uygundur. PR3 spor sınıfında tek ekstremitesinde etkilenime neden olan SP, PR2 spor sınıfında bilateral alt ekstremite etkilenime neden olan SP, PR1 spor sınıfında bilateral alt ve üst ekstremite etkilenimine neden olan SP rekabet edebilir. Masa tenisi branşında SP için Sınıf 1, 2, 3, 4, 6, 8, 9 uygundur. Sınıf 1'de vücut kontrolü ve kol koordinasyonu azalmış SP, Sınıf 2'de Sınıf 1'den daha az şiddetli SP, Sınıf 3'de gövde fonksiyonu biraz azalmış ancak kol koordinasyon ve hareket hızı normal SP, Sınıf 4'de Sınıf 3'den daha iyi fonksiyona sahip SP, Sınıf 6'da raket tutan kolun etkilenimini içeren, hemiplejik, diplejik ya da atetoid karakterde SP, Sınıf 8'de orta derece hemiplejik veya diplejik SP, Sınıf 9'da hafif derece SP (hemiparezi veya monopleji) olan sporcular yer alabilir. Okçulukta ayakta sınıf (ST) SP'li bireyler için uygundur. SP'li bireyler, oturarak voleybolda VS1 ve VS2 spor sınıflarında yarışabilirler. CP-ISRA (Cerebral palsy sport classification) sınıf 7 ya da daha alt sınıfta bulunmak VS1, CP-ISRA sınıf 8'de bulunmak VS2 için uygunluk gösterebilir. Triatlonda PTS2, PTS3 sınıflarında yarışan sporcular arasında SP'li bireyler de yer alabilir. Tekerlekli sandalye curling için yalnızca bir sınıf oluşturulmuş olduğundan uygunluk kriterini taşıyan SP'li bireyler Uygun (WC-E) tanımlaması ile rekabet edebilirler. SP'li bireyler durumlarına uygun para snowboard sınıflarına katılabilirler. Bilek güreşinde PID, PIDH spor sınıflarında SP'li bireyler yer alabilir (Atalay Güzel ve Kafa, 2020).

Serebral Palsi futbol, rekreasyonel aktivite olarak oynanabilen bir takım sporudur. Serebral Palsi Futbol FT1, FT2 ve FT3 olarak 3 spor sınıfını içerir. Serebral Palsi futbol FIFA oyun kurallarına göre oynanır. Bazı kural ve düzenlemeler ile biraz modifiye edilmiştir. En önemli modifikasyonlar ofsayt yokluğu, saha boyutlarının daha küçük olması, daha küçük bir kale kullanılması, oyunun süresinin 2x30 dakika olması, oyun alanında 7 oyuncu bulunmasıdır (Atalay Güzel ve Kafa, 2020; Arslan ve Sezer, 2020).

SONUÇ

Engelli bireylerin fiziksel aktivitelere, spor branşlarına katılım oranları diğer bireylere göre daha düşüktür. Engelli bireylerin sportif etkinliklere katılımı artmalıdır. Engelli bireyler içerisinde SP'li bireyler belirli bir oran teşkil etmektedir. SP tipleri, SP'deki motor bozukluklar, SP'de motor bozukluklara eşlik edebilen diğer problemler düşünülerek SP'li bireylerin spora katılımlarını zorlaştıran durumlar tespit edilmeli ve bu kapsamda çalışmalar yapılmalıdır. Ayrıca engelli bireylerin katılabilecekleri spor branşları hakkında başta engelli çocuğa sahip ebeveynler olmak üzere genel olarak toplum bilgilendirilmelidir.

KAYNAKLAR

Arslan F, Sezer SY. (2020). Sporda Bilimsel ve Akademik Yaklaşımlar 5. Gece Kitaplığı: Ankara.

Atalay Güzel N, Kafa N. (2020). Engellilerde Spor ve Sınıflandırma. Hipokrat Yayınevi: Ankara.

Bayramlar K. (2009). Ortopedik özürliülerde rekreasyonel aktiviteler ve spor. Ankara Üniversitesi Dikimevi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokul Dergisi, 8(1): 23-27.

Berker N, Yalçın S. (2010). The help guide to cerebral palsy 2. Amerika: Global Help Organization.

Beşer E, Atasoylu G, Akgör Ş, Ergin F, Çullu E. (2006). Aydın il merkezinde özürllülük prevalansı, etyolojisi ve sosyal boyutu. TSK Koruyucu Hekimlik Bülteni, 5(4): 267-275.

Beyazova M, Kutsal YG. (2000). Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon. Güneş Kitabevi: Ankara.

Brittain I. (2016). The paralympic games explained. Routledge: NewYork.

Cans C. (2000). Surveillance of cerebral palsy in Europe: a collaboration of cerebral palsy surveys and registers. Dev Med Child Neurol, 42(12):816-824.

Çankaya Ö. (2019). Serebral Palsili çocuklarda çevresel faktörler ile aktivite ve katılım arasındaki ilişkinin incelenmesi. Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Programı, Doktora Tezi, Ankara.

Çevik O, Kabasakal K. (2013). Spor etkinliklerinin, engelli bireylerin toplumsal uyumuna ve sporla sosyalleşmelerine etkisinin incelenmesi. Uluslararası Sosyal ve Ekonomik Bilimler Dergisi, 3 (2): 74-83.

DePauw K, Gavron S. (2005). Disability and Sport. Champaign, IL: Human Kinetics.

Güneş D. (2020). Serebral Palsili çocuklarda alt ekstremite selektif kontrolü ve gövde kontrolünün oturmadan ayağa kalkma performansına etkisinin incelenmesi. Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Işık H. (2013). Engellilik sorununa kelami bir yaklaşım. Ekev Akademi Dergisi, 17(57): 1-22.

İlhan L. (2008). Eğitilebilir zihinsel engelli çocuklarda beden eğitimi ve sporun sosyalleşme düzeylerine etkisi. Kastamonu Eğitim Dergisi, 16(1): 315-324.

İnan S, Peker GC, Tekiner S, Ak F, Dağlı Z. (2013). Engellilik, Türkiye’de engellilerin durumu ve sağlık hizmet sunumuna bir bakış. TAF Prev Med Bull, 12(6): 723-728.

Jones MW, Morgan E, Shelton JE, Thorogood C. (2007). Cerebral palsy: Introduction and diagnosis (Part I). Journal of Pediatric Health Care, 21(3): 146-152.

Krigger KW. (2006). Cerebral palsy: An overview. Am Fam Physician., 73 (1): 91-100.

Livanelioğlu A, Kerem Günel M. (2009). Serebral Palsi’de Fizyoterapi. Yeni Özbek Matbaası: Ankara.

Morris C. (2007). Definition and classification of cerebral palsy: A historical perspective. Developmental medicine and child neurology Supplement, 109: 3-7.

Odding E, Roebroek ME, Stam HJ. (2006). The epidemiology of cerebral palsy: incidence, impairments and risk factors. Disability and Rehabilitation, 28(4): 183-191.

Özer SD. (2001) Engelliler İçin Beden Eğitimi ve Spor, Nobel Yayınları: Ankara.

Özay FH. (2019). Bedensel engelli sporcuların toplumsal hayata katılımında sporun etkisi. Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Reddihough DS, Collins KJ. (2003). The epidemiology and causes of cerebral palsy. Australian Journal of Physiotherapy. 49(1): 7-12.

Rosenbaum P, Paneth N, Leviton A, Goldstein M, Bax M, Damiano D, Dan B, Jacobsson B. (2007). A report: the definition and classification of cerebral palsy April 2006. Dev Med Child Neurol Suppl, 109: 8-14.

Sade A, Otman AS. (1997). Serebral Paralizi’de Değerlendirme ve Tedavi Yöntemleri, 2. Baskı. Hacettepe Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu Yayınları: Ankara.

Sankar C, Mundkur N. (2005). Cerebral palsy-definition, classification, etiology and early diagnosis. Indian J Pediatr., 72(10): 865-868.

Serdaroğlu A, Cansu A, Özkan S, Tezcan S. (2006). Prevalence of cerebral palsy in Turkish children between the ages of 2 and 16 years. Dev Med Child Neurol, 48(6): 413-416.

Shankaran S. (2008). Prevention, diagnosis, and treatment of cerebral palsy in near-term and term infants. Clin Obstet Gynecol, 51(4):829-839.

Üneş Ş. (2019). İşlevsellik, yetiyitimi ve sağlığın uluslararası sınıflandırması kapsamında Serebral Palsili çocukların alt ekstremitte ortez kullanımının değerlendirilmesi. Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Programı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

SAĞLIK BİLİMLERİ ALANINDA YAPILAN LİSANSÜSTÜ ÇALIŞMALARDA META-ANALİZİ YÖNTEMİNİN KULLANIMI

Dr. Öğr. Üyesi Ender UZABACI

Bursa Uludağ Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Biyometri Anabilim Dalı

ORCID: 0000-0002-9634-0055

ÖZET

Bu çalışmanın amacı Türkiye’de 1994-2020 yılları arasında sağlık bilimleri alanında yapılan lisansüstü çalışmalarda meta analizi yönteminin kullanımını ve bu konuda yapılan çalışmaların içeriğini incelemektir. Bu çalışmada yüksek lisans ve doktora tez çalışmaları betimsel olarak incelenmiştir. Araştırma için Yükseköğretim Kurulu (YÖK) Ulusal Tez Merkezi veri tabanı kullanılmıştır. Bu veri tabanında kayıtlı tezler “meta analizi” anahtar kelimesi kullanılarak taranmış ve sağlık bilimleri alanında yapılmış toplam 43 çalışmanın olduğu belirlenmiştir.

Meta analizi yönteminin kullanıldığı çalışmaların sayısının özellikle 2016 yılı ve sonrasında artış gösterdiği tespit edilmiştir. İncelenen çalışmalardan 27’si (%62,80) yüksek lisans, 16’sı (%37,20) ise doktora tez çalışmasıdır. En çok Gazi Üniversitesi’nde (n=8) bu konuda çalışma yapıldığı belirlenmiştir. Anabilim dalı olarak ele alındığında ise bu çalışmalardan 17’sinin (%39,50) Biyoistatistik anabilim dalına, 13’ünün (%30,20) ise Hemşirelik anabilim dalına bağlı olarak yürütüldüğü belirlenmiştir. İncelenen çalışmaların biyoistatistik, hemşirelik, veteriner hekimlik, beslenme ve diyetetik, diş hekimliği gibi konularda yapıldığı tespit edilmiştir. Bu çalışma kapsamında ele alınan lisansüstü tez çalışmaları kullanılan veri türü, kullanılan etki büyüklüğü, meta analize alınan çalışma sayısı, meta analiz için kullanılan yöntem, yayın yanlılığı ve heterojenlik gibi özellikler bakımından da detaylı bir şekilde incelenmiştir.

Meta analizi yöntemi aynı konuda farklı zaman ve araştırmacılar tarafından yapılan araştırma sonuçlarını uygun istatistiksel yöntemlerle birleştirdiği ve bu sayede elde edilen sonuçların daha güvenilir nitelikte olması nedeniyle sağlık alanında yapılan çalışmalarda da tercih edilen bir yöntem haline gelmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sağlık Bilimleri, Meta Analizi, Lisansüstü, Etki Büyüklüğü

THE USE OF META-ANALYSIS METHOD IN GRADUATE STUDIES IN THE FIELD OF HEALTH SCIENCES

ABSTRACT

The aim of this study is to examine the use of meta-analysis method in graduate studies in the field of health sciences in Turkey between the years 1994-2020 and to examine the contents of the work done in this regard. In this study, master’s and doctoral thesis studies were analyzed descriptively. Higher Education Council (YÖK) National Thesis Center database was used for the research. Theses registered in this database were scanned using the keyword “meta-analysis” and it was determined that there were 43 studies in the field of health sciences. It has been determined that the number of studies in which the meta-analysis method was used increased, especially in 2016 and after. Of the reviewed studies, 27 (62.80%) were master’s and 16 (37.20%) doctoral dissertations. It was determined that most of the studies were conducted in Gazi University (n=8).

When considered as a department, it was determined that 17 of these studies (39.50%) were related to the Biostatistics department and 13 (30.20%) of them were conducted under the department of Nursing. It was determined that the studies examined were conducted in subjects such as biostatistics, nursing, veterinary medicine, nutrition and dietetics, and dentistry. The postgraduate thesis studies discussed within the scope of this study were also examined in detail in terms of characteristics such as data type used, effect size used, number of studies included in meta-analysis, method used for meta analysis, publication bias and heterogeneity.

The meta-analysis method has become a preferred method in studies in the field of health because it combines the results of research conducted by researchers at different times and on the same subject with appropriate statistical methods and thus the results obtained are more reliable.

Keywords: Health Sciences, Meta-analysis, Graduate, Effect Size

1. GİRİŞ

Meta-analiz yöntemi aynı konuda yapılmış çalışma sonuçlarının sentezlenmesi olarak tanımlanabilir. Bu yöntem aynı konuda birbirinden bağımsız olarak yapılmış deney ve çalışma sonuçlarını uygun istatistiksel yöntemlerle bir araya getirme sürecidir (1, 2). Meta analizi ile bireysel çalışmalardan elde edilen bulgular bir araya getirilerek bu sonuçlardaki çeşitlilik açıklanmakta ve daha güvenilir sonuçlar elde edilmektedir.

Meta-analizi yöntemi özellikle son yıllarda pek çok bilim alanında kullanılmaktadır. Tüm bilimsel çalışmalarda olduğu gibi bu yöntemin kullanıldığı çalışmaların da makale olarak dergilerde yayınlanması ya da lisansüstü tez çalışmaları olarak yapılmasında araştırmanın planlanması aşamasından bulguların raporlanması aşamasına kadar tüm bilgilerin açık ve detaylı bir şekilde okuyucuya sunulması gerekmektedir (3). Meta analizi yöntemini uygularken özellikle üzerinde durulması ve incelenmesi gereken bazı kavramlar vardır. Bu kavramlara çalışmada yer verilmesi o meta analiz araştırmasının kalitesini göstermektedir.

Bu araştırmanın amacı Türkiye’de 1994-2020 yılları arasında sağlık bilimleri alanında yapılmış lisansüstü çalışmalarda meta analizi yönteminin kullanımını ve bu konuda yapılmış çalışmaların içeriklerini incelemektir.

2. GEREÇ ve YÖNTEM

Bu çalışmada yüksek lisans ve doktora tez çalışmaları betimsel olarak incelenmiştir. Araştırma için Yükseköğretim Kurulu (YÖK) Ulusal Tez Merkezi veri tabanı kullanılmıştır. Bu veri tabanında kayıtlı tezler “meta analizi” anahtar kelimesi kullanılarak taranmış ve sağlık bilimleri alanında yapılmış 43 çalışma incelenmiştir.

Çalışmanın birinci kısmında, bu tez çalışmalarının yıllara göre dağılımı, yapıldığı üniversite, enstitü, anabilim dalı, konu ve tez türüne (yüksek lisans ve doktora) ait bilgiler değerlendirilmiştir.

Çalışmanın ikinci kısmında ise yayınlanması için izin verilmiş ve sistematik derleme niteliğinde olmayan tez çalışmaları içerik bakımından incelenmiştir. Bu aşamada incelenen çalışmalar kullanılan veri türü (gerçek veri ya da simülasyon), etki büyüklüğü türü, etki büyüklüklerini birleştirme yöntemi, meta analizi ile birleştirilen çalışma sayısı, yayın yanlılığı ve heterojenlik kavramlarının incelenme durumu ve kullanılan istatistiksel program bilgileri bakımından detaylı bir şekilde incelenmiştir. Elde edilen bulgular sayı (n) ve yüzde (%) olarak raporlanmıştır.

3.BULGULAR

Lisansüstü tez çalışmalarının yıllara, üniversitelere ve enstitülere göre dağılımına ait bilgiler Tablo 1’de yer almaktadır. İncelenen tez çalışmalarının türü, anabilim dalı ve konusu bakımından dağılımına ait bilgiler Tablo 2’de yer almaktadır.

Tablo 1: İncelenen çalışmaların yıl, üniversite ve enstitü bakımından dağılımı (n=43)

Yıl	n	%
1994-1996	2	4,70
1997-1999	2	4,70
2000-2002	1	2,30
2003-2005	0	0,00
2006-2008	2	4,70
2009-2011	3	7,00
2012-2014	3	7,00
2015-2017	12	27,90
2018-2020	18	41,70
Üniversite	n	%
Gazi Üniversitesi	8	18,40
İstanbul Üniversitesi	4	9,30
Marmara Üniversitesi	4	9,30
Ankara Üniversitesi	3	7,00
Biruni Üniversitesi	3	7,00
Hacettepe Üniversitesi	3	7,00
İnönü Üniversitesi	2	4,70
Akdeniz Üniversitesi	2	4,70
Mersin Üniversitesi	2	4,70
Selçuk Üniversitesi	2	4,70
Çukurova Üniversitesi	2	4,70
Bursa Uludağ Üniversitesi	2	4,70
Erciyes Üniversitesi	1	2,30
Ondokuz Mayıs Üniversitesi	1	2,30
Bahçeşehir Üniversitesi	1	2,30
İzmir Katip Çelebi Üniversitesi	1	2,30
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi	1	2,30
Dicle Üniversitesi	1	2,30
Enstitü	n	%
Sağlık Bilimleri Enstitüsü	40	93,00
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü	3	7,00

Tablo 2: İncelenen çalışmaların türü, anabilim dalı ve konu bakımından dağılımı (n=43)

Tür	n	%
Yüksek Lisans	27	62,80
Doktora	16	37,20
Anabilim Dalı	n	%
Biyoistatistik	17	39,50
Hemşirelik	11	25,60
Farmakoloji	2	4,70
Ortodonti	2	4,70
Beslenme ve Diyetetik	1	2,30
Zootekni	1	2,30
Beden Eğitimi ve Spor	1	2,30
Tıbbi Biyoloji ve Genetik	1	2,30
Histoloji ve Embriyoloji	1	2,30
Sağlık Yönetimi	1	2,30
Mikrobiyoloji	1	2,30
Genetik	1	2,30
Ruh Sağlığı ve Psikiyatri Hemşireliği	1	2,30
Ağız, Diş, Çene Hastalıkları ve Cerrahisi	1	2,30
Doğum ve Kadın Hastalıkları Hemşireliği	1	2,30
Konu	n	%
Biyoistatistik	16	37,20
Hemşirelik	14	32,60
Veteriner Hekimlik	4	9,30
Genetik	2	4,70
Farmakoloji	2	4,70
Diş Hekimliği	2	4,70
Beslenme ve Diyetetik	1	2,30
Beden Eğitimi ve Spor	1	2,30
Histoloji ve Embriyoloji	1	2,30

İncelenen çalışmalardan iki tanesi Ulusal Tez Merkezi'nde tamamının yayınlanmasına yazarlar tarafından izin verilmediği için değerlendirilmemiştir. Bunun yanında Genetik ve Mikrobiyoloji alanlarında yapılan üç çalışma da mevcut literatürü derleme ve var olan kaynaklardaki sonuçları herhangi bir istatistiksel yöntem kullanmadan bir araya getiren sistematik gözden geçirme türüne benzer araştırmalar olduğu için inceleme dışı bırakılmıştır. Bu nedenle çalışmaların içeriklerine göre değerlendirmeler 38 tez çalışması üzerinde yapılmıştır. Otuz sekiz tez çalışmasının 34'ünde (%89,50) gerçek verilerin kullanıldığı, 2 tanesinde sadece simülasyon yapıldığı, 2 tanesinde ise simülasyonun yanında gerçek veri seti üzerinde uygulama da yapıldığı tespit edilmiştir. İncelenen çalışmalarda kullanılan etki büyüklüğü, etki büyüklüklerini birleştirme yöntemi, çalışma sayısı, yayın yanlılığı ve heterojenliğin değerlendirilme durumlarına ilişkin bilgiler Tablo-3'de yer almaktadır.

Tablo 3: İncelenen çalışmaların içerik özellikleri (n=38)

Yöntem	n	%
Rassal Etki Modeli (REM)	15	36,60
Sabit Etki Modeli (SEM)	4	9,80
REM+SEM	15	36,60
Ağ Meta Analiz	1	2,40
Bilgi yok	6	14,60
Etki Büyüklüğü	n	%
Standartlaştırılmış Ortalama Fark (SMD)	19	50,00
Oran (Odds oranı, Relatif Risk, Risk Ratio)	16	42,10
SMD+Oran	2	5,30
Cohen Kappa	1	2,60
Çalışma Sayısı	n	%
Simülasyon (farklı örneklem hacimleri)	4	10,50
1-50	28	73,80
51-100	4	10,50
101-150	1	2,60
150 ve daha fazla	1	2,60
Yayın yanlılığı	n	%
İncelenmiş	24	63,20
İncelenmemiş	14	36,80
Heterojenlik	n	%
İncelenmiş	37	97,40
İncelenmemiş	1	2,60
Program	n	%
Comprehensive Meta Analysis (CMA)	19	50,00
R	5	13,20
Stata	2	5,30
Medcalc+Stata	1	2,60
Revman	2	5,30
CMA+Medcalc	1	2,60
Meta Analyst	1	2,60
Bilgi yok	7	18,40

4. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Bu çalışmada sağlık bilimleri alanında meta analizi yöntemi kullanılarak yapılmış lisansüstü tez çalışmaları incelenmiştir. Öncelikle Türkiye’de yapılmış 192 lisansüstü tez çalışmasında meta analizi yönteminin kullanıldığı ve bu tezlerin 43’ünün sağlık bilimlerinin farklı alanlarında yapıldığı belirlenmiştir. Yıllara göre incelendiğinde özellikle 2016 yılından sonra bu yöntemin daha fazla kullanıldığı görülmektedir. En çok Gazi Üniversitesi’nde bu konuda çalışma yapıldığı belirlenmiştir. Yapılan çalışmaların %93,00’ü Sağlık Bilimleri Enstitüsü’ne bağlı olarak yürütülmüş olmasına rağmen 3 çalışmanın da sağlık alanında olup Lisansüstü Eğitim Enstitüsü’ne bağlı olarak yürütüldüğü tespit edilmiştir.

Meta analizi konusunda yapılmış çalışmaların 27'si (%62,80) yüksek lisans, 16'sı (%37,20) ise doktora tez çalışmasıdır. Anabilim dalı olarak ele alındığında ise bu çalışmaların daha çok Biyoistatistik ve Hemşirelik anabilim dallarına bağlı olarak yürütüldüğü belirlenmiştir. Diğer anabilim dallarına bağlı olarak yürütülen çalışmaların sayısı oldukça azdır. İncelenen çalışmaların en çok biyoistatistik ve hemşirelik konularında yapıldığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte veteriner hekimlik, beslenme ve diyetetik, diş hekimliği ve temel tıp bilimleri konularında da bu yöntemin kullanılabildiğini gösteren tez çalışmalarının olduğu belirlenmiştir.

Meta analizi yönteminin kullanıldığı tez çalışmalarının içerikleri incelendiğinde standartlaştırılmış ortalama farklar ve oranların kullanıldığı çalışmaların birbirine yakın sayıda olduğu belirlenmiştir. Etki büyüklüklerini birleştiren yöntemlere bakıldığında rassal etki modelinin tek başına kullanıldığı çalışmalar ile rassal etki modelinin sabit etki modeli ile birlikte kullanıldığı çalışma sayısının aynı olduğu tespit edilmiştir. İncelenen tezlerde örneklem büyüklüklerinin daha çok 50 ve altı olduğu belirlenmiştir. Yayın yanlılığı ve heterojenlik kavramları meta analizi yönteminde oldukça önemli konulardır (4,5). İncelenen çalışmalarda heterojenliğin %97,40 oranında değerlendirildiği belirlenirken yayın yanlılığının incelendiği çalışmaların oranı ise %63,20'dir. Meta analizinde heterojenliği değerlendirmek için farklı yöntemler vardır (4). En çok Q, I^2 ve τ^2 değerleri yardımıyla heterojenliğin değerlendirildiği belirlenmiştir. Heterojenlik seçilen etki modelini belirlemektedir. Yayın yanlılığı ise hem grafiksel hem de istatistiksel yöntemlerle belirlenebilmektedir (4). Sadece grafiksel yöntemlerin (huni grafiği) uygulandığı çalışma sayısı 9 (%37,50) tanedir. Grafiksel yöntemler objektif olabileceği için grafiklerin istatistiksel test sonuçları ile de değerlendirilmesi daha çok önerilmektedir. Grafiklerin yanında test sonuçlarını da raporlayan çalışma sayısı 15'dir. Yayın yanlılığını değerlendirmek için Egger (5) ve Begg yöntemleri en çok tercih edilen istatistiksel yöntemlerdir. Meta analizi farklı istatistiksel programlar yardımı ile yapılabilmektedir. Her programın kendine özgü özellikleri mevcuttur (6). İncelenen tez çalışmalarında meta analizi yöntemini uygulamak için en çok Comprehensive Meta Analysis yöntemi tercih edilmiştir.

Bu çalışmada meta analizi yönteminin lisansüstü tez çalışmalarında ne kadar tercih edildiği ve bu yöntemin sağlık bilimlerinde kullanımı incelenmiştir. İncelenen çalışmalara göre son yıllarda bu yönteme ilginin arttığı görülmektedir. En çok biyoistatistik ve hemşirelik alanında uygulanmış olmasına karşılık farklı bilim alanlarında da kullanılabilir olduğu belirlenmiştir. İçerik bakımından yapılan değerlendirmeler ise meta analizi yönteminin kullanıldığı çalışmaların bazı konular bakımından eksik bilgileri içerdiğini göstermektedir. Meta analizi yöntemi diğer bilimsel araştırmalarda olduğu gibi aynı araştırmayı başka bir araştırmacının kolay bir şekilde çalışmayı tekrar edebileceği biçimde açık ve detaylı bir inceleme, analiz ve raporlama gerektirmektedir.

KAYNAKÇA

- Hedges LV (1992). Meta Analysis. *Journal of Educational Statistics*, 279- 96.
- Olkin I (1999). Diagnostic statistical procedures in medical meta analyses. *Statistics in Medicine*, 18(17-18), 233-2341.
- Çarkungoz E, Ediz B (2009). Meta Analizi. *Uludag Univ. J. Fac. Vet. Med.* 28(1). 33-37.
- Ab H. (2010). Meta-analysis in medical health. *Hippokratia*, 14(supp 1), 29-37.
- Egger M, Smith GD, Phillips AN (1997). Meta-analysis: principles and procedures. *BMJ*, 315, 1533-1537.
- Wang J, Leeflang M (2019). Recommended software/packages for meta-analysis of diagnostic accuracy. *Journal of Laboratory and Precision Medicine*. 4(22), 1-5.

DEPREM SONRASI SAĞLIK KAYNAKLARININ OPTİMİZASYON YAKLAŞIMIYLA PLANLANMASI

Arş. Gör. Sema ÇİFTÇİ

Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi

ORCID: 0000-0003-4265-2384

Prof. Dr. Ümit Sami SAKALLI,

Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi

ORCID: 0000-0002-1695-3151

ÖZET

Deprem gibi doğal afetler, mevcut kaynaklara talepte olağanüstü artışa neden olur. Çevre bölgelerden kaynak desteği gelene kadar, afete uğramış bölge, kendi kaynaklarıyla depremin etkileriyle mücadele etmek zorundadır. Bu durum özellikle sağlık birimleri (doktor, hemşire vb.) ve ambulans gibi sağlık kaynaklarının yetersizliğine sebep olur. Bu nedenle sağlık kaynaklarının optimum tahsis edilmesi, deprem sebebiyle hayatını kaybeden sayısının en aza indirilmesinde oldukça önemli bir noktada yer almaktadır. Bu doğrultuda bu çalışmada, depreme maruz kalmış bölgenin, mevcut kaynaklarının en optimal şekilde tahsis edilmesine yönelik karışık tam sayılı bir matematiksel programlama modeli geliştirilmiştir. Geliştirilen model, deprem sonrası ilk 24 saat için, çok periyodlu dinamik bir süreç olarak formüle edilmiştir. Çalışma kapsamında, enkazdan çıkartılan yaralılara ilk tıbbi müdahaleyi gerçekleştirecek sağlık birimlerinin ataması ve olay yeri tıbbi müdahalesi gerçekleştirilmiş yaralıların, hastaneye sevkini sağlayacak ambulans ataması yapılmıştır. Mevcut kıt kaynakların farklı lokasyonlar arasında, optimum tahsis edilmesi depremlerde yaşanan can kayıplarının en aza indirilmesini sağlayacaktır. Sağlık kaynaklarının optimum tahsis edilmesi problemine yönelik geliştirilen model, Kırıkkale ili deprem senaryosu üzerinde 9 farklı lokasyon için test edilmiştir. Model çıktıları incelendiğinde; farklı lokasyonlara atanan sağlık birimlerinin, lokasyonlarda bulunan yaralı sayısı ve ambulans atamalarının ise lokasyonların hastaneye uzaklıklarıyla doğru orantılı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bununla birlikte yapılan çalışma depremlerde sağlık kaynaklarının tahsis edilmesi için çok periyodlu zaman dilimini ele alan önemli bir örnektir.

Anahtar Kelimeler: Deprem, Kaynak Tahsisi, Optimizasyon, Matematiksel Programlama, Karışık Tam Sayılı Programlama

PLANNING OF HEALTH RESOURCES AFTER EARTHQUAKE WITH OPTIMIZATION APPROACH

ABSTRACT

Natural disasters like earthquakes, bring about an extraordinary increase in demand for an existing resources. Till the resource support stem from the surrounding regions, the affected region must deal with the effects of the earthquake with its own resources. This is particularly the case with medical units (doctors, nurses, etc.) and causes insufficient medical resources like ambulances. For this reason, optimal allocation of health resources is at a very significant point in minimizing the number of casualties owing to the earthquake.

Therefore, in this study, a mixed integer mathematical programming model was developed for the optimal allocation of existing resources of the earthquake-exposed region. The developed model is formulated as a multi-period dynamic process for the first 24 hours after an earthquake. As part of the study, medical units were assigned to perform the first medical intervention for the injured who were removed from the debris, and an ambulance was assigned to provide the transfer of the injured to the hospital, where medical intervention was performed at the scene. Optimal allocation of insufficient resources between different locations will minimize the loss of life in earthquakes. The model developed for the problem of optimal allocation of health resources has been tested for 9 different locations on the earthquake scenario of Kırıkkale province. It was concluded that the medical units assigned to different locations were directly proportional to the number of injured in the locations and the ambulance assignments were directly proportional to the distance of the locations to the hospital. Yet, the study is an significant example of a multi-period time period for allocating health resources in earthquakes.

Keywords: Keywords: Earthquake, Resources Allocation, Optimization, Mathematical Programming, Mixed Integer Programming

1. GİRİŞ

Afetler tüm canlıların yaşamsal eylemlerini durdurarak ya da kesintiye uğratarak, maddi ve manevi büyük hasarlara sebep olan, mevcut imkânlar ile baş edilemeyen ve aniden meydana gelen, durum ya da olay olarak ifade edilmektedir [1]. Doğal afetlerin bazı örnekleri; depremler, heyelanlar, yangınlar, su baskınları, çığ, yeraltı suyu yükselmeleri, kaya düşmeleridir [2]. Depremler, en ölümcül doğal afetlerden biridir ve genellikle yıkıcı hasara ve can kayıplarına sebep olmuştur. Yapılan istatistiklerine göre 1998 ile 2018 yılları arasında depremlerde 752.498 kişi hayatını kaybetmiştir ve yaklaşık 1.574.000 kişi yaralanmıştır [3]. Türkiye bulunduğu konum ve jeopolitik yapısı nedeniyle depremler açısından oldukça riskli bir konumdadır. 1900'den beri Türkiye'de yaşanan depremler, nüfus ve altyapı üzerinde büyük etkiye neden olmuştur ve yaklaşık olarak her yedi yılda bir büyük ölçekli deprem meydana gelmektedir [3]. Türkiye' de meydana gelen depremler tüm can ve mal kayıplarının %55' ini oluşturmaktadır [4]. Toplamda 1950'den beri 33.000'den fazla insan depremler nedeniyle hayatını kaybetmiştir [3].

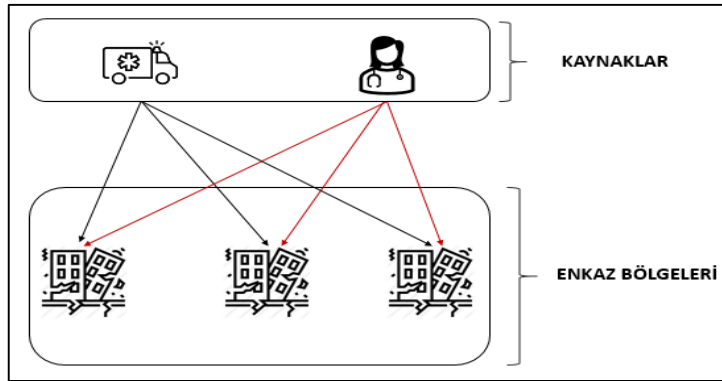
Depremlerde yaşanan can ve mal kayıplarını en aza indirmek için afet öncesi ve afet sonrası süreci ifade eden afet yönetim sisteminin etkin bir şekilde kullanılması gerekmektedir. Afet yönetim sistemi tehlikelere karşı zararları azaltma, hazırlıklı olma, müdahale etme ve iyileştirme olmak üzere dört aşamadan oluşmaktadır [5]. Afet yönetim sisteminde kaynak yetersizliği, ulaşım problemleri, geçici barınma sorunları gibi birçok problem bulunmaktadır. Kaynak yetersizliği (arama kurtarma ekibi, sağlık ekibi, malzeme, ulaşım filoları, vb.) problemleri için kaynak tahsis çalışmaları kayıpların azaltılması açısından oldukça önemlidir. [6]. Bu kapsamda depremlerde kaynak tahsis çalışmalarıyla ilgili literatür incelendiğinde; barınma ve tıbbi yerler gibi geçici tesisler için yer tahsis problemi [7], [8], [9]; barınak, gıda vb. gibi yardım malzemelerinin tahsis problemi [10], [11] oldukça yaygın olarak çalışılmıştır. Depremlerde sağlık kaynaklarının tahsisi çalışmaları incelendiğinde ise; [12], deprem sonucu ulaşım kaynaklarının etkilenen bölgelere tahsis edilmesi, yaralıların ise hastanelere taşınması için bir model geliştirmişlerdir. [13], kitlesel yaralı felaketleri için afet bölgeleri, sahra hastanesi ve mevcut hastaneler arasında lojistik akışın sağlanması ve tıbbi kaynak tahsisi için optimizasyon modeli geliştirmişlerdir.

[14], bir afet anında acil kurtarma ekiplerinin tahsisi için bir model geliştirmişlerdir. [15], hızla gelişen felaketlerde tıbbi kaynakların optimal dağıtımı için, kurtarma ve tıbbi ekip dağıtımının yapılmasını için matematiksel bir model geliştirmişlerdir. [16] ise, deprem sonrası geçici tıbbi tesis yerlerine kaynak dağıtımını için, personel ekipman ataması yapmışlardır. Afetlerde sağlık kaynaklarının atanmasına yönelik yapılan araştırmalara göre, çalışmalar genel itibariyle tek dönemli olup, dinamik değildir [15], [16]. Bu nedenle de yaralı gruplarının birbirleri arasında geçiş durumu ihmal edilmiştir. Bu kapsamda bu çalışma depremlerden sonra enkaz bölgelerine sağlık birimi ve ambulans ataması için çok dönemli dinamik bir model geliştirdi. Modelde triyaj grupları arasında geçiş olasılıkları da sürece dahil edilerek özgün bir çalışma yapılmıştır. Çalışmanın devamında Bölüm 2’ de problem için problem tanımlanması, model varsayımları, model formülasyonu açıklanmıştır. Bölüm 3’ de Bölüm 2’ de geliştirilen model için vaka analizi sonuçları açıklanmıştır. Bölüm 4’ de model sonuçları verilerek çalışma sonlandırılmıştır.

2. PROBLEMİN TANIMLANMASI VE MODEL FORMÜLASYONU

2.1. Problem Tanımlanması

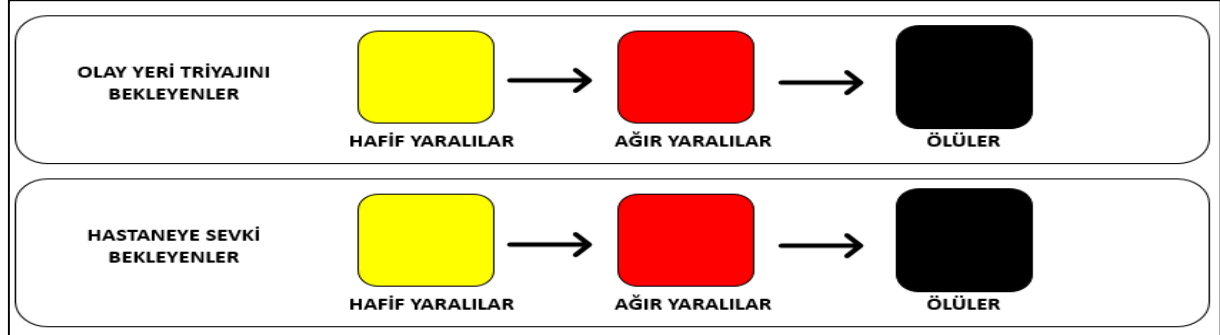
Deprem sonrası ilk 24 saat ilin kendi kaynaklarıyla mücadele etmesi gereken bir süreçtir. Birden fazla etkilenmiş bölge arasında mevcut sağlık birimlerinin ve ambulans kaynaklarının optimum tahsis edilmesi, hayatını kaybeden sayısının azaltılmasında doğrudan etkilidir. Bu kapsamda çalışmada; olay yeri triyajını gerçekleştirecek sağlık birimlerinin (doktor, paramedik ve acil tıp teknisyeni) tahsisi ve triyaj işleminden sonra hastaneye sevk sağlanabilmesi için ambulans tahsisi problemi ele alınmıştır. Aşağıdaki Şekil 1’ de problem açıklaması gösterilmiştir.



Şekil 1. Problem açıklaması

Çalışma kapsamında yaralılar; olağanüstü durumlarda yaralıların sağlık durumu ciddiyetlerine göre ağır yaralı (kırmızı renkli), geciktirilebilir yaralı (sarı renkli), hafif yaralı (yeşil renkli) ve ölü (siyah renkli) şeklinde triyaj sistemine göre değerlendirilmiştir. Bu doğrultuda enkaz bölgelerinde sarı ve kırmızı renkli triyaj grubundaki yaralıların bulunacağı varsayılmaktadır. Diğer triyaj gruplarıyla ilgili açıklamalar Bölüm 2.2’ de verilmiştir. Model çok periyodlu olarak formüle edildiği için zaman ilerledikçe yaralı grupları arasında geçiş olasılıkları sisteme dahil edilmiştir. Bu doğrultuda, sarı renkli triyaj grupları zamanında olay yeri triyajını alamazlarsa ve hastaneye sevk edilemezse belli bir olasılıkla kırmızı triyaj grubuna geçerler.

Aynı şekilde kırmızı triyaj grubunda yer alan kişilerde zamanında olay yeri triyajını alamazlarsa ve hastaneye sevk edilemezlerse belli bir olasılıkla hayatını kaybederler. Triage grupları arasında bu geçiş durumları aşağıdaki Şekil 2’ de gösterilmiştir.



Şekil. 2. Yaralı grupları arasındaki geçiş süreci

2.2. Model Varsayımları

Çalışma kapsamında matematiksel modelde kullanılan varsayımlar aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

- 1.İlin kendi kaynaklarını kullanarak ilk 24 saatte afet müdahalesini gerçekleştireceği,
- 2.AFAD ekiplerinin enkaz bölgelerine gelerek, yaralıları çıkarma işlemlerini gerçekleştireceği,
- 3.AFAD enkaz alanından kişileri ağır (kırmızı renkli) ve geciktirilebilir (sarı renkli) yaralı olmak üzere iki gruptan çıkarabilir,
- 4.Ölülerin sevk işlemlerinin AFAD tarafından gerçekleştirileceği,
- 5.Sağlık müdahale işlemi ağır ve geciktirilebilir yaralı grupları için gerçekleştirilecek olup, hafif yaralı kişilerin enkaz bölgelerinde bulunmayacağı,
- 6.Enkaz bölgelerine atanacak sağlık personellerinin yeteneklerinin homojen olduğu,
- 7.Yaralılar için ölüm olasılığı zamanla artması,
- 8.Her yaralı sınıflandırmasındaki kayıpların, bilinen bir zaman fonksiyonu tarafından tanımlanan bir ölüm olasılığını izlediği,
- 9.Hastaneye sevk için kullanılacak ambulansların özelliklerinin homojen olduğu ve her seferde 1 yaralıya hizmet verebileceği
- 10.İkincil bir afet olmayacağı varsayılmaktadır.

2.3. Model Formülasyonu

Çalışmada, depremlerde mevcut sağlık kaynakların kullanım etkinliğini artırmak için kaynak tahsis modeli geliştirilmiştir. Geliştirilen modelde kullanılan indis, parametreler ve karar değişkeni bilgileri aşağıda verilmiştir.

İndisler:

t: zaman periyodu (t=0,1,2,4)

i: yaralı tipi (i=1,2)

j: bölge numarası (i=1,2,3,4,5,6,7,8,9)

Parametreler:

A_{tij} : t zaman periyodunda j. bölgede bulunan i tipi toplam yaralı sayısı
 F_i : t zaman periyodunda olay yeri triyajı alamayan hastanın kötüleşme oranı
 G_i : t zaman periyodunda hastaneye sevk edilemeyen hastanın kötüleşme oranı
 B_i : i tipi hastanın triyaj süresi
 C_j : j. lokasyondan hastaneye sefer sayısı
 SBS: İlde bulunan toplam sağlık birimi sayısı
 M: İlde bulunan toplam ambulans sayısı

Karar Değişkenleri

V_{tj} : t zaman periyodunda triyaj alan i tipi toplam yaralı sayısı
 U_{tj} : t zaman periyodunda triyaj alamayan i tipi toplam yaralı sayısı
 Z_{tj} : t zaman periyodunda hastaneye sevk edilen i tipi toplam yaralı sayısı
 W_{tj} : t zaman periyodunda hastaneye sevk edilemeyen i tipi toplam yaralı sayısı
 R_t : t zaman periyodunda hayatını kaybeden i tipi toplam yaralı sayısı
 H_{tj} : t zaman periyodunda triyaj alamayıp durumu (i-1)'e kötüleşen yaralı sayısı
 K_{tj} : t zaman periyodunda triyaj alamayıp durumu (i-1)'e kötüleşen yaralı sayısı
 ASB_j : j. bölgeye atanan sağlık birimleri sayısı
 AAS_j : j. bölgeye atanan sağlık birimleri sayısı

Amaç fonksiyonu:

$$\text{Minimize: } \sum_{t=1}^4 R_t \quad (1)$$

Kısıtlar:

$$\sum_{i=1}^2 B_i * V_{tj} \leq 360 * ASB_j \quad \forall t, j \quad (2)$$

$$Z_{t1j} + W_{t1j} = V_{t1j} + (W_{(t-1)1j} - K_{(t-1)1j}) + K_{(t-1)2j} \quad \forall t, j \quad (3)$$

$$Z_{t2j} + W_{t2j} = V_{t2j} + (W_{(t-1)2j} - K_{(t-1)2j}) \quad \forall t, j \quad (4)$$

$$U_{(t-1)1j} - H_{(t-1)1j} + H_{(t-1)2j} + A_{t1j} = V_{t1j} + U_{t1j} \quad \forall t, j \quad (5)$$

$$U_{(t-1)2j} - H_{(t-1)2j} + A_{t2j} = V_{t2j} + U_{t2j} \quad \forall t, j \quad (6)$$

$$H_{tj} = F_i * U_{tj} \quad \forall t, i, j \quad (7)$$

$$K_{tj} = G_i * W_{tj} \quad \forall t, i, j \quad (8)$$

$$\sum_{i=1}^2 Z_{tj} \leq AAS_j * C_{jp} \quad \forall t, j \quad (9)$$

$$R_t = \sum_{j=1}^9 H_{t1j} + K_{t1j} \quad \forall t, p \quad (10)$$

$$\sum_{j=1}^9 ASB_j \leq SBS \quad (11)$$

$$\sum_{j=1}^9 AAS_j \leq M \quad (12)$$

$$AAS_j \geq 1 \quad \forall j \quad (13)$$

$$ASB_j \geq 1 \quad \forall j \quad (14)$$

Modelin amacı (1) hayatını kaybeden hasta sayısını en aza indirmektedir. Bu amaçla denklem (10)'da gösterildiği gibi iki farklı ölüm şekli vardır. Birincisi, olay yeri triyajı alamayan ağır yaralı hastaların hayatını kaybetmesi olup, ikincisi ise ambulans yetersizliğinden kaynaklı hastaneye sevk edilemeyen ağır yaralı hastaların hayatını kaybetmesidir.

Denklem (2), her bir zaman periyodu t 'nin 360 dakika sürmesi nedeniyle, zaman periyodu süresince olay yeri triyajı alan toplam yaralı sayısı, o bölgeye atanmış sağlık birimi ile her bir yaralı grubunun triyaj süresinin çarpımından büyük olmayacağını ifade etmektedir.

Denklem (3), her bir zaman periyodunda hastaneye sevk edilen ve edilemeyen ağır yaralı sayısı toplamının $(Z_{t1j} + W_{t1j})$ hesaplanması için tanımlanmıştır. Aynı zaman periyodunda triyaj alan ağır yaralı hastalar (V_{t1j}) ve $(t-1)$ zaman periyodunda hastaneye sevk edilemediği için t zaman periyodunda hastaneye sevk edilmesi gereken ağır yaralı hastalar $(W_{(t-1)1j})$ ve $(t-1)$ zaman periyodunda hastaneye sevk edilemediği için geciktirilebilir yaralı grubundan ağır yaralı grubuna geçen hasta sayısı $(K_{(t-1)2j})$ toplamından, $(t-1)$ zaman periyodunda hastaneye sevk edilemediği için hayatını kaybeden ağır yaralı kişilerin $(K_{(t-1)1j})$ çıkartılmasına eşittir. Denklem(4) ise Denklem(3)'e benzer şekilde, her bir zaman periyodunda hastaneye sevk edilen ve edilemeyen geciktirilebilir yaralı sayısı $(Z_{t2j} + W_{t2j})$ toplamının hesaplanması için tanımlanmıştır.

Denklem (5), her bir zaman periyodunda olay yeri triyajı alan ve alamayan ağır yaralı sayısı toplamının $(V_{t1j} + U_{t1j})$ hesaplanması için tanımlanmıştır. $(t-1)$ zaman periyodunda triyaj alamayıp t zaman periyodunda triyaj alacak yaralı sayısından $(U_{(t-1)1j})$, $(t-1)$ zaman periyodunda triyaj alamadığı için hayatını kaybeden ağır yaralı sayısının $(H_{(t-1)1j})$ çıkarılmasına, $(t-1)$ zaman periyodunda triyaj alamadığı için durumu geciktirilebilir yaralıdan ağır yaralıya geçen hasta sayısına $(H_{(t-1)2j})$, t zaman periyodunda enkazdan çıkartılan ağır yaralı hasta sayısının (A_{t1j}) eklenmesine eşittir. Denklem (6) ise, Denklem (5)'e benzer şekilde her bir zaman periyodunda olay yeri triyajı alan ve alamayan geciktirilebilir yaralı sayısı toplamının $(V_{t2j} + U_{t2j})$ hesaplanması için tanımlanmıştır.

Denklem (7), her bir zaman periyodunda olay yeri triyajı alamayan her bir yaralı grubunun (H_{ij}) , F_i oranında $(i-1)$ yaralı grubuna geçeceğini ifade etmektedir. Burada $(i-1)$ grubuna geçiş ifadesi, ağır yaralı grubundaki kişilerin hayatını kaybetmesi, geciktirilebilir yaralı grubundaki kişilerin ise ağır yaralı grubuna geçmesini göstermektedir. Denklem (8) ise, denklem (7)' a benzer şekilde her bir zaman periyodunda hastaneye sevk edilemeyen her bir yaralı grubunun $(i-1)$ yaralı grubuna geçeceğini ifade etmektedir. Burada kullanılan G_i değeri de literatürden alınmıştır.

Denklem (9), her bir zaman periyodunda hastaneye sevk edilen ağır ve geciktirilebilir yaralı hasta sayısı toplamı (Z_{tij}) , j . bölgeden hastaneye yapılacak (C_j) sefer sayısı ile j . bölgeye atanmış toplam ambulans sayısı çarpımından büyük olmayacağını ifade etmektedir. Denklem (11), sağlık birimleri kapasite kısıtını ifade etmekte olup, her bir bölgeye atanan sağlık birimi sayısı toplam sağlık birim kapasitesinden fazla olmayacağını ifade etmektedir. Denklem (12) ise, ambulans kapasite kısıtını ifade etmekte olup, her bir bölgeye atanan ambulans sayısı toplam ambulans kapasitesinden fazla olmayacağını ifade etmektedir. Denklem (13), her bir bölgeye en az 1 sağlık birimi atanması gerektiğini, Denklem (14) ise, her bir bölgeye en az 1 ambulans atanması gerektiğini ifade etmektedir.

3. VAKA ANALİZİ

Bölüm 2' de anlatılan model Kırıkkale ilinde test edilmiştir. Vaka analizinin gerçekleştirilebilmesi için deprem sonrası ağır ve geciktirilebilir yaralı sayısı (A_{ij}) , Kırıkkale ili için geliştirilen deprem senaryosundan [17]' den alınmıştır. Ağır ve geciktirilebilir yaralılar için olay yeri triyaj süresi (B_i) ise, [18] tarafından belirlenen ağır yaralılar için 3,3 dakika, geciktirilebilir yaralılar için ise 2,5 dakika sürelerinin; gerçek hayatı yansıtması ve kötümser bir senaryoyu temsil etmesi açısından 10 katı değerleri alınmıştır.

Olay yeri triyajı alamayan hastaların ve hastaneye sevk edilemediği için yaralıların kötüleşme oranı için tarafından geliştirilen $f_{(t)}$ hayatta kalma fonksiyonu; çalışma kapsamında $(1-f_t)$ şeklinde ölüm fonksiyonu olarak kullanılmıştır. Her bir bölgeden, her bir zaman periyodu (360 dakika) boyunca hastaneye yapabileceği sevk sayısı (C_j) ise, Google Haritalar aracılığıyla hesaplanmıştır. İlde bulunan toplam ambulans sayısı (ASB) 37, toplam doktor sayısı (AAS) değerleri ise 73'tür. Parametre değerlerinin belirlenmesi sonucunda bölüm 2.3' de formüle edilen matematiksel model Problem Genel Cebirsel Modelleme Sistemi (GAMS) kullanılarak CPLEX çözücüsü ile karışık tam sayılı programlama (MIP) problemi olarak, INTEL(R) Core(TM) i7-5500 CPU ve 8 GB belleğe sahip bir bilgisayarda çalıştırılmıştır. Model sonuçları analiz edildiğinde 9 farklı bölge için ASB karar değişkeni ile hesaplanan sağlık birimi sayısı ve ambulans sayısı atamaları aşağıdaki Tablo 1' de verilmiştir. Atama sonuçlarına göre kaynakların ağır ve geciktirilebilir hasta sayısının fazla olduğu noktalara atanması olay yeri triyajı alamadığı için hayatını kaybeden sayısını (H_{tij}) en aza indirmiştir. Aynı zamanda hastaneye daha uzak bölgelere daha fazla ambulans atamasının yapılmasının, hastaneye sevk edilmediği için hayatını kaybeden sayısını (K_{tij}) en aza indirmiştir. Atama sonuçlarına göre toplam 8 kişi hayatını kaybederek, modelin optimal sonucu bulunmuştur.

Tablo 1. GAMS Atama Sonuçları

ÇIKTILAR / BÖLGELER	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Sağlık Birimi Sayısı	8	7	5	4	4	5	6	8	4
Ambulans Sayısı	2	4	2	2	3	2	2	3	4

Geliştirilen modelin GAMS programı çıktıları detaylı olarak ağır yaralı hastalar için ($i=1$) ve geciktirilebilir yaralı grubundaki hastalar için ($i=2$) Tablo 2 ve Tablo 3' de verilmiştir. Hayatını kaybeden yaralıların olay yeri triyajı alamayan, ağır yaralı grubundaki hastalar olduğu açıkça görülmektedir. Olay yeri triyajı alamayan 5. lokasyondaki yaralıların %80'i [19] çalışmasından alınan orana göre hayatını kaybetmiştir. Farklı lokasyonlara atanan ambulans sayıları optimal olup, hastaneye sevk edilemeyen yaralı sayısı bütün zaman periyodları sonucunda 0 değerini almıştır.

Tablo 2. GAMS Kırmızı Yaralı Grubundaki Hastalar İçin İlk 24 Saatlik Karar Değişkeni Sonuçları

Lokasyonlar /Sayılar	Atij	Vtij	Utij	Htij	Ztij	Wtij	Ktij
1	18	18	0	0	18	0	0
2	85	85	0	0	85	0	0
3	63	63	0	0	63	0	0
4	46	46	0	0	46	0	0
5	60	50	10	8	10	0	0
6	59	59	0	0	59	0	0
7	69	69	0	0	69	0	0
8	106	106	0	0	106	0	0
9	49	49	0	0	49	0	0

Tablo 3. GAMS Sarı Yaralı Grubundaki Hastalar İçin İlk 24 Saatlik Karar Değişkeni Sonuçları

Lokasyonlar /Sayılar	Atij	Vtij	Utij	Htij	Ztij	Wtij	Ktij
1	21	21	0	0	21	0	0
2	102	102	0	0	102	0	0
3	75	75	0	0	75	0	0
4	56	56	0	0	56	0	0
5	70	70	0	0	70	0	0
6	71	71	0	0	71	0	0
7	80	80	0	0	80	0	0
8	126	126	0	0	126	0	0
9	56	56	0	0	56	0	0

4. SONUÇLAR

Deprem gibi doğal afetler sonrasında sağlık birimlerine ve ambulans kaynaklarına olan talepte artış vardır. Talepte meydana gelen ani artış sonucunda kaynakların tahsis edilmesi sistemini zorlayabilir ve bu nedenle bu gibi durumlarda sınırlı kaynaklarının etkin kullanımı kritik önem taşımaktadır. Bu kapsamda bir deprem durumunda kaynak tahsisine öncelik vermek için bir çözüm yaklaşımı geliştirdik. Mağdurların sayısı ve triyaj kategorileri göz önüne alındığında, modelimiz beklenen hayatını kaybeden sayısını en aza indirmek için enkaz bölgelerine atanacak sağlık birimi sayısı ve hastaneye sevk için gerekli ambulans sayısının atanmasını içerir. Modelde, gerçek hayat problemini yansıtmak için birden fazla yaralı grubu, birden fazla etkilenmiş bölge ve çok periyodlu dinamik bir matematiksel model geliştirilmiştir.

Optimum sonucu elde etmek için, bu problem matematiksel programlama modeli olarak formüle edilerek, karışık tam sayılı model olarak çözülmüştür. Çözüm yönteminin kısa bir zaman içerisinde en optimum sonucu bulduğu gözlemlenmiştir. Bu durum gerçek bir deprem durumunda modelin kullanılabilirliğini sağlamaktadır. Çalışmanın sonucu olarak, deprem gibi afet durumlarında en uygun karar verme yaklaşımı için afetlerin kendine özgü doğaları dikkate alınarak zaman açısından daha uzun periyodlu problemlerin formüle edilmesi gelecek çalışmalar için önem taşımaktadır. Aynı zamanda gerçek hayat problemini yansıtılabilmesi için birden fazla hastaneye sevk durumu oldukça önemlidir. Bu kritik noktalar gelecek çalışmalar için önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

[1]G.-S. D. HOYOIS P., SCHEUREN J-M., BELOW R., “Annual disaster statistical review: numbers and trends 2006 | UNDRR.” [Online]. Available: <https://www.undrr.org/publication/annual-disaster-statistical-review-numbers-and-trends-2006>. [Accessed: 08-Mar-2021].

[2]O. Ergünay, “AfeYönetiminde Kurumsal Yapılanma Ve MevzuatNedir? Nasıl Olmalıdır?,” İstanbul Depremini Beklerken Sorunlar ve Çözümler CHP İstanbul Sempozyumu, pp. 97–108, 2008.

[3]A. Yildiz, R. Teeuw, J. Dickinson, and J. Roberts, “Children’s earthquake preparedness and risk perception: A comparative study of two cities in Turkey, using a modified PRISM approach,” *Int. J. Disaster Risk Reduct.*, vol. 49, p. 101666, Oct. 2020, doi: 10.1016/j.ijdrr.2020.101666.

[4]Ş. Ersoy and A. Koçak, “Disasters and earthquake preparedness of children and schools in Istanbul, Turkey,” *Geomatics, Nat. Hazards Risk*, vol. 7, no. 4, pp. 1307–1336, Jul. 2016, doi: 10.1080/19475705.2015.1060637.

[5]M. Kadioğlu, “Küresel iklim değişikliği uyum stratejileri,” *Kar Hidrolojisi Konf.*, pp. 69–94, 2008.

[6]C. Thévenaz and S. L. Resodihardjo, “All the best laid plans...conditions impeding proper emergency response,” *Int. J. Prod. Econ.*, vol. 126, no. 1, pp. 7–21, Jul. 2010, doi: 10.1016/j.ijpe.2009.09.009.

[7]X. Gao, X. Gao, Y. Zhou, M. I. H. Amir, F. A. Rosyidah, and G. M. Lee, “A Hybrid Genetic Algorithm for Multi-emergency Medical Service Center Location-allocation Problem in Disaster Response,” *Int. J. Ind. Eng. Theory, Appl. Pract.*, vol. 24, no. 6, Jan. 2018.

[8]C. Duhamel, A. C. Santos, D. Brasil, E. Châtelet, and B. Birregah, “Connecting a population dynamic model with a multi-period location-allocation problem for post-disaster relief operations,” *Ann. Oper. Res.*, vol. 247, no. 2, pp. 693–713, Dec. 2016, doi: 10.1007/s10479-015-2104-1.

[9]M. K. Oksuz and S. I. Satoglu, “A two-stage stochastic model for location planning of temporary medical centers for disaster response,” *Int. J. Disaster Risk Reduct.*, vol. 44, p. 101426, Apr. 2020, doi: 10.1016/j.ijdrr.2019.101426.

[10]J. Liu, L. Guo, J. Jiang, D. Jiang, and P. Wang, “Emergency material allocation with time-varying supply-demand based on dynamic optimization method for river chemical spills,” *Environ. Sci. Pollut. Res.*, vol. 25, no. 18, pp. 17343–17353, Jun. 2018, doi: 10.1007/s11356-018-1489-1.

[11]J. Yu, C. Zhang, J. Wen, W. Li, R. Liu, and H. Xu, “Integrating multi-agent evacuation simulation and multi-criteria evaluation for spatial allocation of urban emergency shelters,” *Int. J. Geogr. Inf. Sci.*, vol. 32, no. 9, pp. 1884–1910, Sep. 2018, doi: 10.1080/13658816.2018.1463442.

[12]M. Najafi, K. Eshghi, and S. de Leeuw, “A dynamic dispatching and routing model to plan/ re-plan logistics activities in response to an earthquake,” *OR Spectr.*, vol. 36, no. 2, pp. 323–356, Mar. 2014, doi: 10.1007/s00291-012-0317-0.

[13]S. Jin, S. Jeong, J. Kim, and K. Kim, “A logistics model for the transport of disaster victims with various injuries and survival probabilities,” *Ann. Oper. Res.*, vol. 230, no. 1, pp. 17–33, Jul. 2015, doi: 10.1007/s10479-013-1515-0.

[14]S. Zhang, H. Guo, K. Zhu, S. Yu, and J. Li, “Multistage assignment optimization for emergency rescue teams in the disaster chain,” *Knowledge-Based Syst.*, vol. 137, pp. 123–137, Dec. 2017, doi: 10.1016/j.knosys.2017.09.024.

[15]S. Rezapour, N. Naderi, N. Morshedlou, and S. Rezapourbehnagh, “Optimal deployment of emergency resources in sudden onset disasters,” *Int. J. Prod. Econ.*, vol. 204, no. August, pp. 365–382, 2018, doi: 10.1016/j.ijpe.2018.08.014.

[16]Y. Liu, N. Cui, and J. Zhang, “Integrated temporary facility location and casualty allocation planning for post-disaster humanitarian medical service,” *Transp. Res. Part E Logist. Transp. Rev.*, vol. 128, pp. 1–16, Aug. 2019, doi: 10.1016/j.tre.2019.05.008.

[17]S. ÇİFTÇİ, Z. ÇAKIRER, and Ü. SAKALLI, “Creating Earthquake Scenario with Simulation Study and Analysis of Loss Prediction in Kırıkkale Province,” *Uluslararası Muhendis. Arastirma ve Gelistirme Derg.*, vol. 12, no. 2, pp. 603–617, Jun. 2020, doi: 10.29137/umagd.705067.

[18]M. D. Dean and S. K. Nair, “Mass-casualty triage: Distribution of victims to multiple hospitals using the SAVE model,” *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 238, no. 1, pp. 363–373, Oct. 2014, doi: 10.1016/j.ejor.2014.03.028.

[19]A. F. Mills, “A simple yet effective decision support policy for mass-casualty triage,” *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 253, no. 3, pp. 734–745, Sep. 2016, doi: 10.1016/j.ejor.2016.03.005.

YAPISAL SAĞLIK İZLEME SİSTEMLERİ İLE YAPILARIN PERİYOT DEĞERLERİNİN BELİRLENMESİ

Dr. Öğr. Üyesi Selçuk KAÇIN

İskenderun Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü

ORCID : 0000-0001-5406-5756

Araştırma Görevlisi Halil Çağrı YILMAZ

İskenderun Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü

ORCID : 0000-0001-7714-1918

ÖZET

Bu çalışmada yapı sağlığı izleme sistemleri yardımıyla bir okul binasının dinamik karakteristiklerinden biri olan periyot değerlerinin bulunması amaçlanmıştır. Yapıların dinamik karakteristiklerinin (doğal frekans, mod şekli ve modal sönüm oranı) belirlenmesi yapıların dinamik yükler altındaki davranışlarını belirlememiz için oldukça önemlidir. Dinamik karakteristikler teorik ve deneysel yöntemler yardımıyla belirlenebilmektedir. Yapısal sağlık izleme sistemleri, sensör teknolojilerindeki hızlı değişim ve sensörlere daha kolay erişilebilmesi sayesinde son yıllarda oldukça yaygınlaşmıştır. Yapı sağlığı izleme sistemleri ile yapıların gerçek zamanlı takibi ve gelişebilecek olumsuzluklara müdahale saatler mertebesine inmiştir. Yapıların titreşim etkisi altındaki tepkileri çeşitli sensörler (ivmeölçerler, hızölçerler vb.) yardımıyla kayıt altına alınmakta ve elde edilen verilerin analizleri ile dinamik karakteristikler elde edilmektedir. Bu çalışmada Hatay- İskenderun'da yer alan 4 Katlı betonarme bir okul binasının periyot değerlerini elde etmek amacı ile çevrel titreşim etkisi altındaki tepki kayıtları toplanmıştır. Bu amaçla 6 adet ivmeölçer sensör kullanılmıştır. Kayıtların analiz edilmesi ile yapının periyot değerleri hesaplanarak yorumlanmıştır. Tepki kayıtlarının analizinde sadece çıktı verilerine dayalı analiz yapan operasyonel modal analiz (OMA) yöntemi kullanılmıştır. Ayrıca okul binası yapı analiz programları ile de sonlu elemanlar ile modellenerek çözülecek ve deneysel olarak elde edilen periyot değerleri ile program sonuçları karşılaştırılacaktır.

Anahtar Kelimeler: çevrel titreşim, yapı sağlığı izleme, yapı dinamiği, periyot

DETERMINATION TO PERIOD OF STRUCTURES WITH STRUCTURAL HEALTH MONITORING SYSTEMS

ABSTRACT

In this study, it is aimed to find periods, which are one of the dynamic characteristics of a school building, with the help of structural health monitoring systems. Determining the dynamic characteristics of the structures (natural frequency, mode shape and modal damping ratio) is very important in determining the behavior of the structures under dynamic loads. Dynamic characteristics can be determined with the help of theoretical and experimental methods. Structural health monitoring systems have become quite common in recent years, thanks to the rapid changes in sensor technologies and easier access to sensors. Real-time building monitoring and interference with possible adverse events with structural health monitoring systems has been reduced to hourly levels.

The responses of structures under the effect of vibration are recorded with the help of various sensors (accelerometers, speedometers, etc.). The dynamic characteristics are determined by analyzing the obtained data. In this study, response records under the effect of ambient vibration were collected in order to obtain the periods of a 4-storey reinforced concrete (RC) school building in Hatay-Iskenderun. For this purpose, 4 accelerometer sensors were used. The periods of the building were calculated and interpreted by analyzing the records. Operational modal analysis (OMA) method, which analyzes base on only output data, was used in the analysis of response records. In addition, the school building will be solved by modeling with finite elements with the structural analysis programs and the periods obtained experimentally will be compared with the program results.

Keywords: ambient vibration, structural health monitoring, structural dynamics, period

1.GİRİŞ

Yapılar, dinamik yükler altında birçok farklı karakteristik özellik gösterir. Dinamik yükler altındaki belirsizliklerin yanı sıra dinamik davranışa etkileyen parametrelerdeki belirsizlikler, yapıların dinamik davranışlarının gerçekçi olarak belirlenmesini zorlaştırmaktadır. Yapıların dinamik özelliklerinin tanımlanması, özellikle mevcut yapılarda artarak kullanılan bir yöntemdir. Bu özelliklerin sadece karmaşık ve devasa sistemlerde değil, aynı zamanda kesin bilgiye sahip olmadığımız tarihi yapılar için de tanımlanabilmesi inşaat mühendisliği açısından ayrı bir önem oluşturmaktadır (Erdal, 2007). Dinamik parametrelerin belirlenmesi için deneysel veriler kullanılabilir. Deneysel Modal Analiz (DMA), dinamik parametreleri belirlemek için benimsenmiş bir yöntemdir (Maia ve Silva, 1997). Dinamik parametreler genellikle frekans, sönüm oranı, mod şekli, modal katılım gibi faktörlerden oluşur. DMA yöntemi, bilinen yapay girdi kuvveti ve onun sonucunda kaydedilen çıktı tepkilerine dayalı olarak mod parametrelerini tahmin eder. Ancak çoğu inşaat mühendisliği yapısı (Köprüler, binalar vb.) rüzgar, trafik, deprem gibi ortam yükleri altındadır ve bu yükler ölçülemez olduğu için girdi kuvveti tam olarak tanımlanamaz. Bunun yanında devasa yapılara shaker yada vurucu çekiç ile titreşim vermek pahalı ve zordur. Bu nedenlerden dolayı sadece çıktı verilerini kullanarak yapıların modal analizinin yapılmasına olanak sağlayan yöntemler ve algoritmalar geliştirilmiştir. Literatürde Operasyonel Modal Analiz (OMA) veya çevrel titreşim analizi olarak yer almış bu yöntem, sadece çıktı tepkilerini temel alarak analiz yapılmasını sağlayan bir yöntemdir (Van Overschee ve De Moor, 1993 ; Brincker ve Zhang, 2000 ; Bayraktar ve ark., 2009).

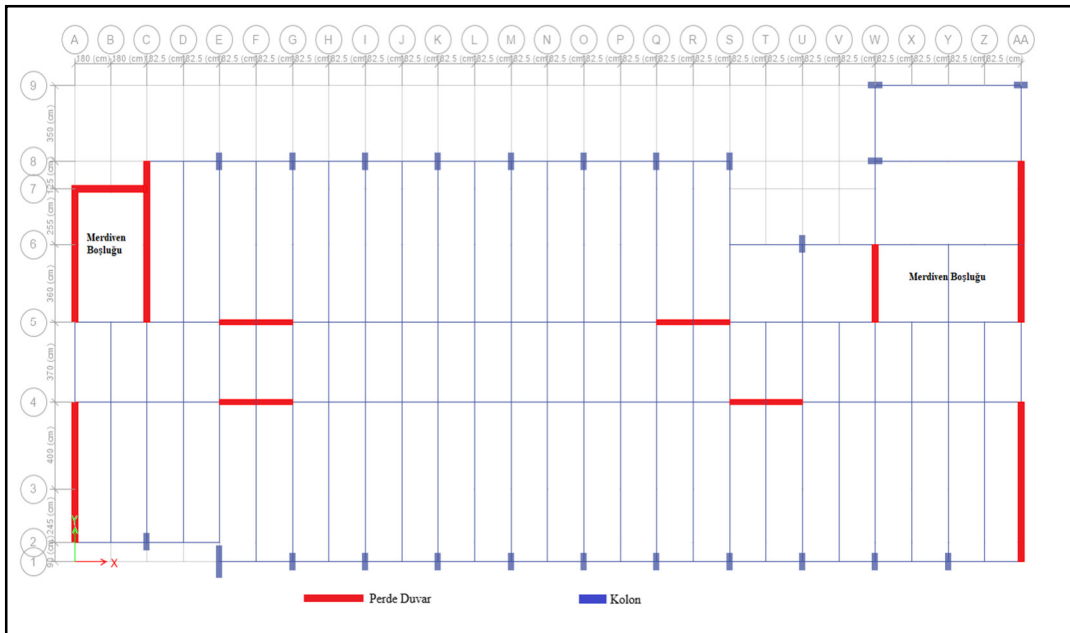
Bina türü yapılarda titreşimleri ölçmek için yüksek hassasiyete sahip ivmeölçerlere gerek duyulmaktadır (Kaçın ve Soysal, 2017). Geçmişten günümüze, gelişen teknoloji ile birlikte yüksek hassasiyette ölçüm yapabilen ivmeölçerlerin kullanılmaya başlanması titreşim analizine hız kazandırarak büyük fayda sağlamıştır. Bu sayede çevrel titreşimler altında binalara yerleştirilen sensörlerle kısa süre zarfında binanın hakim periyodu ve diğer dinamik parametreleri belirlenebilmektedir (Kaçın ve ark., 2011; Motasaka ve ark., 2004 ; Takada ve ark., 2004; Celebi ve Liu, 1998).

Yapısal Sağlık İzleme (YSİ) yapıların kullanımı aşamasında da yapıların düzenli olarak sensörler aracılığıyla elde edilen verilerinin takip edilmesi, gerekli durumlarda da önlemlerin alınması ve yapısal hasarların tespit edilmesi konularını kapsayan geniş bir mühendislik disiplindir. Yapısal Sağlık İzleme sistemlerini oluşturan bileşenler sensörler, sensörlerden gelen verilerin elde edildiği, transfer edildiği ve depolandığı veri toplama sistemleri ile verinin doğrulandığı ve analiz edildiği sistemlerdir.

Çevrel titreşim analizi (OMA), yapıların dinamik karakteristik özelliklerinin belirlenebilmesi için önemli bazı avantajlar sağladığı için sıkça kullanılan bir yöntem haline gelmiştir. Bu avantajların başında, girdi kuvvetine ihtiyaç duyulmaması, düşük maliyetli olması ve uygulanabilir olması sayılabilir. Elde edilen tepki kayıtlarının değerlendirilmesinde, matematiksel tabanları aynı olan fakat farklı algoritmalara sahip birçok yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntemler arasındaki temel farklılık ise değişkenin zaman alanında ya da frekans alanında olmasından kaynaklanmaktadır. Frekans tanım alanındaki yöntemler, her bir nokta için ölçülen sinyalin analizine ve sinyaller arasındaki korelasyona dayanmaktadır. Zaman tanım alanındaki yöntemler ise her bir noktada sinyalin zaman geçmişine veya korelasyon fonksiyonlarıyla model uydurulmasına dayanmaktadır. Bu çalışma için güçlendirme öncesi alınan çevrel titreşim kayıtlarının değerlendirilmesinde sıklıkla tercih edilen zaman alanı yöntemlerinden biri olan Stokastik Altalan Belirleme (SAB) yöntemi kullanılmıştır (Güneş ve Anıl, 2017). SAB yöntemi doğrudan zaman ortamında kayıt edilmiş verilerden, modal parametrelerin elde edilmesine imkan sağlamaktadır. Bu yöntemde verilerin spektrumlara dönüştürülmesi ihtiyacı ortadan kalkmaktadır.

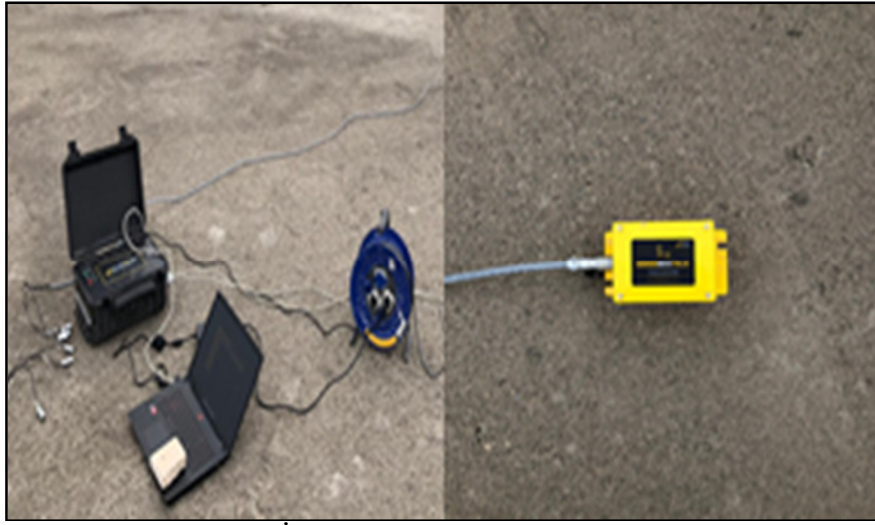
2. İNCELENEN OKUL BİNASI VE OMA YÖNTEMİNİN UYGULANMASI

Yapılan çalışmada kullanılan ölçümler, Hatay ili İskenderun ilçesinde yer alan dilatasyonlu üç bloktan oluşan ve betonarme karkas bir yapı olan bir okul binasının A2 bloğundan (Şekil 1) alınarak binanın periyotları elde edilmiştir. Yapı, her kat için 3.25 m yüksekliğe sahip olup 4 kattan oluşmaktadır. Yapılan çalışmalar ile yapıyı oluşturan betonun basınç dayanımı ortalama 10.83 Mpa olarak ölçülmüştür. Deprem performansının belirlenmesi için yapılan analizler ve gözlemler sonucu yapının mevcut durumunun, hem can güvenliğini hem de hemen kullanım performans seviyelerini sağlamadığı görülmüş ve yönetmelik gereğince yapının gerekli taviyelerle her iki performans düzeyini sağlaması gerektiğine karar verilmiştir. Güçlendirme öncesi A2 bina planı Şekil 1’de verilmiştir.



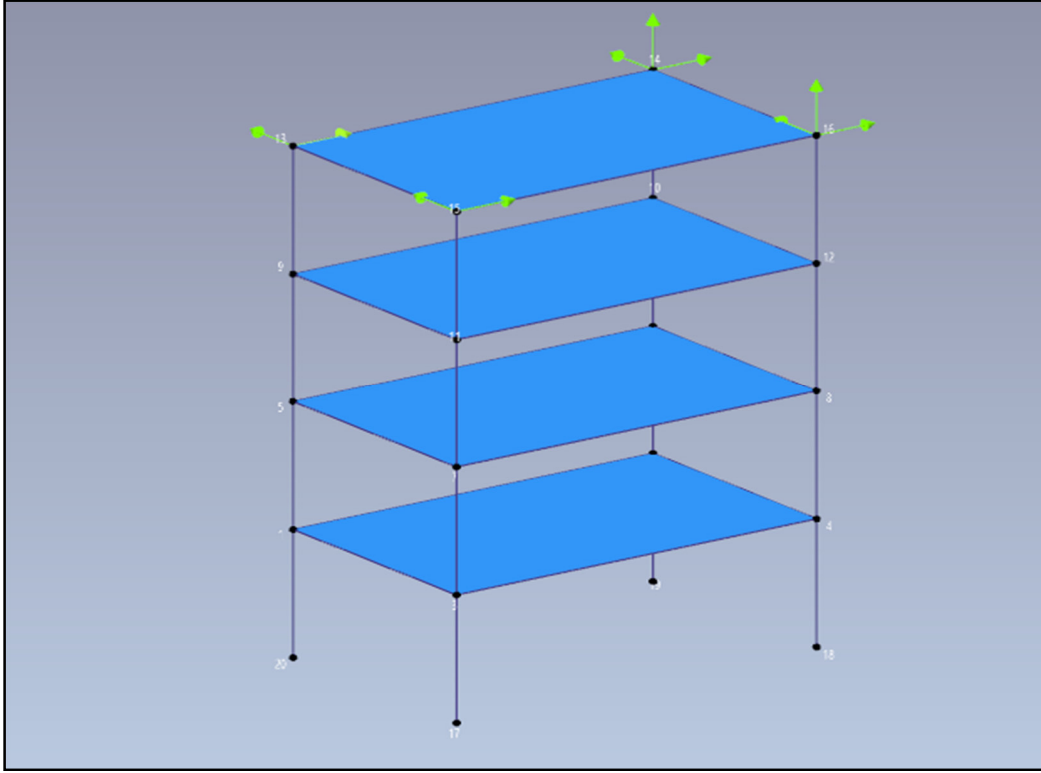
Şekil 1. Okul A2 blok planı

Okul binasında güçlendirme çalışmaları yapılmadan önce çevrel titreşim etkisi altında bina üzerinde meydana gelen tepkiler ölçülmüştür. Ölçümlerde İskenderun Teknik Üniversitesi Yapı Laboratuvarında bulunan tipik üç eksenli çok hassas sismik ivmeölçerler ile TESTBOX2010 serisinin 16 kanallı veri toplama ünitesi (Şekil 2) kullanılmıştır. İvme ölçerler okul binasına dübellere ve çelik vidalar yardımıyla sabitlenmiştir. Ölçümlerde 2 adet, üç eksenli ve 4 adet iki eksenli ivme ölçer kullanılmıştır. İvme ölçerler, okul binasının son katına yerleştirilmiştir. Yapının çevrel titreşimler etkisinde tepki kayıtlarının örnekleme frekansı 0-200 Hz aralığındadır. Zaman aralığı 0.005 olan çevrel titreşim kayıtlarının ölçümü 50 dk sürmüştür.

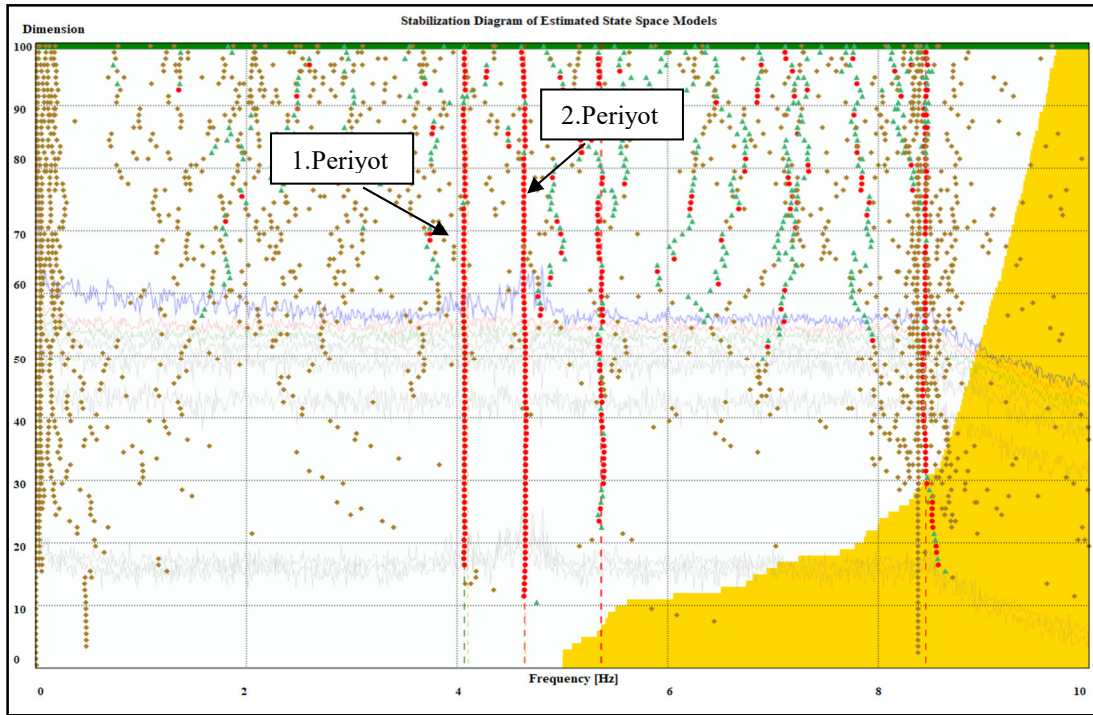


Şekil 2. İvmeölçer ve veri toplama ünitesi

Yapılan çalışmada veri toplama sisteminden elde edilen titreşim verilerinin analiz edilmesinde Artemis Modal yazılımının (SVS, 2010) kullanılmıştır. Yazılımda ilk olarak binayı temsil edecek model oluşturulmuş ve elde edilen titreşim verileri (ivme-zaman), oluşturulan modelin ilgili noktalarına temsili olarak aktarılmıştır. (Şekil 3). Elde edilen titreşim verilerinin değerlendirilmesinde zaman alanı yöntemlerinden biri olan SAB yöntemi kullanılmıştır (Şekil 4).

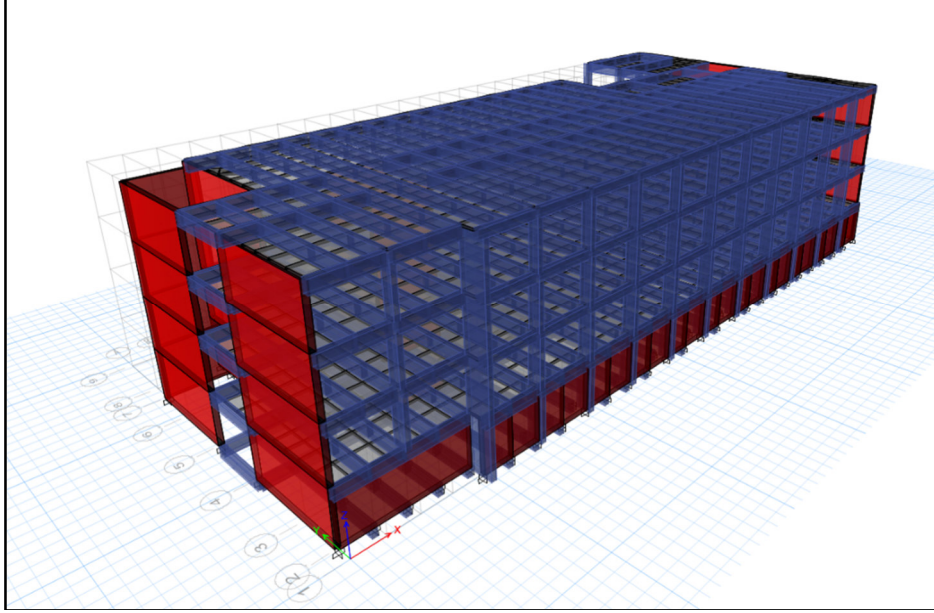


Şekil 3. Artemis programı okul binası modeli ve sensör yerleşimleri



Şekil 4. SAB analiz sonuçları

Okul binası deneysel verilerin karşılaştırılması amacıyla yapısal analiz programı ile modellenmiş ve analiz edilmiştir (Şekil 5).



Şekil 5. Yapısal analiz programı okul binası modeli

Güçlendirme öncesi yapılan deneysel çalışmada analiz sonuçları ile elde edilen periyot değerleri yapısal analiz programından elde edilen sonuçlar ile birlikte Tablo 1’de karşılaştırmalı olarak verilmiştir.

Tablo 1. Deneysel ve yapısal analiz programı sonuçları

	Deneysel Çalışma (sn)	Yapısal analiz programı (sn)	Fark (%)
1.Periyot	0.242	0.246	1.65
2.Periyot	0.216	0.181	16.2

3.SONUÇLAR

Bu çalışmada Hatay ili İskenderun ilçesinde yer alan bir okul binasında güçlendirme öncesi dinamik karakteristiklerinin belirlenmesi amacıyla çevrel titreşimler altında ölçümler yapılmış ve periyot değerleri hesaplanmaya çalışılmıştır. Çevrel titreşim kayıtları okul binasının en üst katına yüksek hassasiyete sahip sensörlerin yerleştirilmesi ile alınmıştır. Elde edilen çevrel titreşim kayıtları ile dinamik parametrelerin belirlenmesi Operasyonel Modal Analiz yöntemi ile yapılmıştır. Yapılan deneysel çalışma sonucu okul binasına ait periyotlar sırasıyla 0.244 ve 0.216 olarak elde edilmiştir. Karşılaştırma amacı ile yapısal analiz programı ile modellenen okul binasında periyot değerleri ise sırasıyla 0.246 ve 0.181 olarak elde edilmiştir. Yapılan bu çalışmada elde edilen 1.hakim periyot arasındaki uyum sonucu elde edilen çıkarımlar aşağıda verilmiştir.

- Yapısal sağlık izleme sistemleri ile tahribatsız olarak hızlı bir şekilde yapıların dinamik karakteristik özellikleri belirlenebilmektedir. Sonuçlar yapısal analiz programları ile kıyaslandığında uyumlu olması uygulanabilirliğini desteklemektedir.
- Bu çalışmada uygulanan yöntemler kullanılarak, ülkemizdeki hem karkas hem yığma yapıların durum değerlendirmesi yapılabilir. Gerekli tedbirler zamanında alınarak olası risklerin önüne geçilebilir.
- Güçlendirme çalışmalarında güçlendirme öncesi ve sonrası yapıların dinamik karakteristikleri elde edilip güçlendirme çalışmasının güvenilirliği hakkında yorum yapılabilir. Deneysel çalışma okul binsının güçlendirme çalışmasından sonra tekrarlanacak ve elde edilen analiz sonuçları güçlendirme öncesi sonuçlar ile karşılaştırılacaktır.

KAYNAKLAR

- Anil, Ö., Güneş, S. (2017). Operasyonel Modal Analiz Tekniği ile Yığma Yapıların Dinamik Davranışının Belirlenmesi
- Brincker, R., Zhang, L., & Andersen, P. (2000). Modal Identification from Ambient Responses using Frequency Domain Decomposition. In Proceedings of the 18th IMAC. San Antonio, Texas.
- Bayraktar, A., Türker, T., Sevim, B., Altunışık, A. C., Yıldırım, F., Modal Parameter Identification of Hagia Sophia Bell-tower via Ambient Vibration Test. Journal of Nondestructive Evaluation, 2009
- Celebi M., Liu H. P. (1998).”Before and after retrofit response of a building during ambient and strong motions.” Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, 77&78: 259-268.
- Kaçın S., Soysal E. (2017) “Betonarme Bir Yapının Çevrel Titreşim Kayıtları ile Sadece Taşıyıcı Sistemli ve İnşaatı Tamamlanmış Durumda Dinamik Parametrelerinin Belirlenmesi” 4. Uluslararası Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı
- Kaçın, S., Bikçe, M., Geneş, M.C., Doğanay, Ela., & Ünlüsoy, Ü. (2011). Güçlendirme uygulaması yapılan bir binanın güçlendirme öncesi ve sonrasında titreşim ölçümleri ile bazı dinamik parametrelerinin hesaplanması. Yedinci Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Maia, J. M., & Silva, J. M. (1997). Theoretical and Experimental Modal Analysis. Taunton, Somerset, England: New York: Research Studies Pre.
- Motosaka M., Sato T., Yamamoto Y. (2004). “The amplitude dependent dynamic characteristics of an existing building before and after seismic retrofit.” Proc. 13th World Conf. on Earthquake Engineering, Paper No: 1023, August 1-6, Vancouver, Canada.
- Structural Vibration Solutions (SVS). 2010. ARTeMIS Extractor 2010. Copenhagen, Denmark: Aalborg University/SVS A/S. Available at: <http://www.svibs.com>
- Şafak, E. (2007). Yapı Titreşimlerinin İzlenmesi: Nedir, Neden Yapılır, Nasıl Yapılır, ve Ne Elde Edilir? Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı (ss. 285-293). İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi
- Takada T., Iwasaki R., An D. D., Itoi T. And Nishikawa N., (2004). “Dynamic Behavior Change of Building Before and After Seismically Retrofitting.” Proc. 13th World Conf. on Earthquake Engineering, Paper No: 1237, August 1-6, Vancouver, Canada.
- Van Overschee, P., & De Moor, B. (1993). Subspace algorithms for the stochastic identification problem. Automatica, 29(3), 649–660.

ÖN BEKLEME SÜRESİ VE MİKRODALGA KÜRÜNÜN GEOPOLİMER HARÇ NUMUNELERİN MEKANİK ÖZELLİKLERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Uğur DURAK

Erciyes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü

ORCID: 0000-0003-2731-3886

ÖZET

Bu çalışmada ön bekleme maruz bırakılan geopolimer harç numunelerin mikrodalga (MW) kürü etkisi altında dayanım gelişimi araştırılmıştır. Çalışmada geopolimer harç numunelerin üretilmesinde aktivatör olarak NaOH, bağlayıcı olarak F sınıfı uçucu kül kullanılmış ve 40x40x160 mm boyutlarında prizmatik numuneler üretilmiştir. Üretilen numunelerde kum-bağlayıcı oranı 3, su-bağlayıcı oranı ise 0.35 olarak belirlenmiştir. Karışımların hazırlanmasında CEN standart kumu kullanılmıştır. Üretilen numuneler kalıplara yerleştirildikten sonra 0, 1, 2, 3, 7, 14 ve 28 gün boyunca oda koşullarında bekletilmişlerdir. Ön bekleme süresini tamamlayan numunelere öncelikle 75°C sıcaklıkta 6 saat ısıtılma uygulanmıştır. Isıtılma ile sertleşen geopolimer harç numunelere daha sonra 60 dakika boyunca 180W (Watt) mikrodalga kürü uygulanmıştır. Kür işlemleri ardından numunelerin birim ağırlık, ultrasonik atımlı dalga hızları, eğilme ve basınç dayanımları belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre ön bekleme tabii tutulan numunelerin eğilme ve basınç dayanımlarında artış gözlenmiştir. Ön bekleme sonrası 6 saat boyunca 75°C sıcaklıkta ısıtılma tabii tutulan numunelerin eğilme dayanımı maksimum 2.15 MPa elde edilirken basınç dayanımı ise 12.50 MPa olarak belirlenmiştir. Diğer taraftan ısıtılma sonrası mikrodalga kürüne tabii olan numunelerde 5.16 MPa değerlerine kadar eğilme ve 25.3 MPa değerlerine kadar basınç dayanımları tespit edilmiştir. Genel olarak ön bekleme süresinin artması ile ısıtılma sonrası ve mikrodalga kürü sonrası elde edilen dayanımlarda artış gözlenmiştir. Çalışma sonuçları göstermiştir ki geopolimer harç numunelerde ön bekleme yapılması ve mikrodalga kürü ile çok daha yüksek ve hızlı bir dayanım kazanımı elde edilebilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Geopolimer, eğilme ve basınç dayanımı, mikrodalga kürü, ön bekleme

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF THE PRE-REST PERIOD AND MICROWAVE CURING ON THE MECHANICAL PROPERTIES OF GEOPOLYMER MORTAR SPECIMENS

ABSTRACT

In this study, the strength development of geopolimer mortar specimens subjected to the pre-rest period was investigated under the effect of microwave (MW) curing. In the study, in the production of geopolimer mortar samples, NaOH as an activator and F class fly ash as a binder were used and prismatic samples of 40x40x160 mm were produced. The sand-binder ratio was determined as 3 and the water-binder ratio was 0.35 in the samples produced. CEN standard sand was used in the preparation of the mixtures. After the samples were placed in molds, they were kept in room conditions for 0, 1, 2, 3, 7, 14, and 28 days. The samples that completed the pre-rest period were firstly heat cured at 75°C for 6 hours. After heat curing, microwave cure was applied to geopolimer mortar samples at 180 W (Watt) for 60 minutes. After curing, the unit weight, ultrasonic pulse velocities, the flexural, and compressive strength of the samples were determined.

According to the results obtained, the flexural and compressive strengths of the samples subjected to the pre-rest period were increased. The flexural strength of the samples, which were subjected to heat curing at 75°C for 6 hours after the pre-rest period, was obtained as a maximum of 2.15 MPa, and compressive strength was determined as 12.50 MPa. On the other hand, flexural strengths up to 5.16 MPa and compressive strengths up to 25.3 MPa were determined in samples subjected to microwave curing after heat curing. In general, an increase in the strengths obtained after heat curing and microwave curing was observed with the increase in the pre-rest period. The results of the study showed that a much higher and faster strength gain can be achieved by pre-rest and microwave curing in geopolymer mortar samples.

Keywords: Geopolymer, flexural and compressive strength, microwave curing, pre-rest

1. GİRİŞ

Günümüzde en çok kullanılan yapı malzemesi çimentodur. Fakat bilinmektedir ki çimento üretiminde yüksek miktarda CO₂ gazı salınımı ortaya çıkmakta ve bu durumda çevre kirliliğinin oluşmasında ciddi bir unsur olmaktadır [1]–[5]. Bunun yanında çimento üretim süreci maliyetli bir iş olmakta ve yüksek enerji ihtiyacı, çimento sektöründe bir problem olarak görülmektedir. Çimentonun sahip olduğu bu gibi dezavantajlardan dolayı araştırmacılar son yıllarda çimentoya alternatif farklı bağlayıcılar bulma arayışına girmiştir. Bu kapsamda çimentoya alternatif olabilecek ürünlerden biriside geopolimerlerdir [3], [6], [7]. Geopolimerler, yapay puzolanlar olarak adlandırılan uçucu kül, yüksek fırın cürufu gibi atık malzemeler ile alkali malzemelerin bir arada kullanılması sonucunda elde edilen ürünlerdir. Geopolimerlerin ham maddesi atık veya yan ürünler olduğu için çimentoya kıyasla daha ekonomik ve çevreci bir üründür. Diğer taraftan özellikle uçucu kül ile imal edilen geopolimerlerin dayanım kazanması için ısıl küre ihtiyaç duyulması, geopolimerlerin önünde önemli bir sorun olarak yer almaktadır. Bu nedenle farklı küreleme metotları geopolimerler üzerinde araştırmacılar tarafından denenmektedir. Bu konuda yapılan çalışmalardan bazıları özet olarak sunulmuştur [8]–[10].

Khaleel F. Yapmış olduğu laboratuvar çalışmasında sodyum hidroksit ve sodyum metasilikat kullanarak aktive ettiği uçucu kül tabanlı geopolimer sistemlerde mikrodalga kürünün etkisini incelemiştir. Çalışma kapsamında ürettiği geopolimer harç numunelere 75°C ve 90°C sıcaklıklarda ısıl kür uygulamış ve sonrasında farklı enerji seviyelerinde mikrodalga kürü uygulamıştır. Çalışma sonucunda yalnızca ısıl kür uyguladığı numunelerde 40 MPa'ya varan oranlarda basınç dayanımı elde ederken, mikrodalga kürüne tabi tutulan numunelerde 80 MPa'ya varan oranlarda basınç dayanımı elde edilebileceği sonucuna ulaşmıştır [10].

Durak, U. ve diğerleri yapmış oldukları laboratuvar çalışmasında sodyum hidroksit kullanılarak aktive edilen uçucu kül tabanlı geopolimer sistemlerde ön bekleme süresinin geopolimer numunelerin mekanik ve içyapı özelliklerine etkisini araştırmışlardır. Çalışmada ön bekleme maruz bırakılan geopolimer harç numuneler, ön bekleme süresi sonrasında 48 saat 75°C'de ısıl küre tabi tutulmuş ve ardından mekanik deneyler ile içyapı deneyleri gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre ön bekleme maruz bırakılan numunelerin eğilme ve basınç dayanımlarında ön bekleme süresi ile birlikte artışlar gözlemlenmiştir. Ayrıca ön bekleme maruz bırakılan numunelerin içyapılarının referans numunelere kıyasla daha yoğun ve kompakt bir görünümde olduğunu tespit etmişlerdir [9].

Geopolimerler üzerinde farklı kürlenme koşulları (havada, suda v.b.) halen çalışılmakta olan konulardandır. Bu nedenle bu çalışmada uçucu kül ve sodyum hidroksit kullanılarak üretilen geopolimerler sistemlerde ısıtma süresinin kısaltılabilmesi için ön bekleme süresi ve mikrodalga kuru etkisi araştırılmıştır. Çalışma kapsamında üretilen geopolimer harç numunelere 0, 1, 2, 3, 7, 14 ve 28 gün ön bekleme yaptırılmış ve sonrasında 75°C’de 6 saat ısıtma uygulanmıştır. Isıtma sonrası ise tüm numuneler 1 saat 180 W mikrodalga kuru tabii tutulmuşlardır. Kuru işlemleri sonrasında numunelerin birim ağırlık, ultrasonik atımlı dalga hızları, eğilme ve basınç dayanımları ölçülmüştür.

2. MATERYAL VE METOD

2.1 Uçucu Kül

Çalışma kapsamında Adana, Su gözü termik santralinden temin edilen uçucu kül kullanılmıştır. Temin edilen uçucu külün kimyasal kompozisyonu Tablo 1’de sunulmuştur. Tablo 1’de sunulan veriler göstermektedir ki $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$, değerleri toplamı kimyasal kompozisyonun %70 den fazlasını oluşturmaktadır. Aynı zamanda kimyasal kompozisyondaki CaO miktarı %10’dan daha azdır. Elde edilen bu veriler kullanılan uçucu külün ASTM C618 [11] standardına göre F sınıfı uçucu kül olduğunu göstermektedir.

2.2 Kum

Çalışma üretim yapılan numunelerde TS EN 196-1 [12] standardına uygun olarak CEN standart kumu kullanılmıştır. Ayrıca kullanılan agregaya elek analizi yapılmış ve sonuçları Tablo 2’de sunulmuştur.

2.3 Aktivatör

Geopolimer harç numuneleri aktive ederek dayanım kazanmalarını sağlamak için aktivatör olarak sodyum hidroksit kullanılmıştır. Kullanılan sodyum hidroksitin kimyasal içeriği Tablo 3’de sunulmuştur.

2.4 Su

Çalışmada içilebilir musluk suyu kullanılmıştır.

Table 1. Uçucu kül kimyasal kompozisyonu (%)

Oxide	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O	MgO	P ₂ O ₅	TiO ₂
Fly Ash	58.68	21.17	8.85	2.51	0.76	1.68	2.79	1.84	0.79	0.92

Table 2. Standart kum elek analizi ve limit değerler

Sieve Size (mm)	0.08	0.16	0.5	1.0	1.6	2.0
Remaining on sieve (%)	98	85	70	35	8	0
Standard Limits (%)	99±1	87±5	67±5	33±5	7±5	0

Table 3. Alkali aktivatör kimyasal kompozisyonu

NaOH (%)	Na ₂ CO ₃ (%)	Cl (%)	Al (%)	Fe (%)	SO ₄ (%)
≥98	≤1.0	≤0.01	≤0.001	≤0.001	≤0.02

Çalışma kapsamında numune üretimini gerçekleştirmek için öncelikle su ve katı tanecik halindeki sodyum hidroksit karıştırılarak su-NaOH solüsyonu hazırlanmıştır. Hazırlanan solüsyon ısı açığa çıkardığı için ağzı kapalı bir kaptaki bir gün süreyle bekletilmiş ve daha sonra oda sıcaklığına gelen solüsyon numune üretimi için kullanılmıştır. Numune üretiminde öncelikle solüsyon ile uçucu kül hobart mikserinde karıştırılmıştır. Daha sonra karışım içerisine standart kum ilave edilmiştir ve tüm malzemeler hobart mikserinde karıştırılarak numune üretimi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen harcın işlenebilirlik değeri TS EN 1015-3 [13] standardına göre yayılma tablası kullanılarak belirlenmiş ve 148 mm olarak belirlenmiştir. Üretilen harç karışımlar sarsma tablası kullanılarak 40x40x160 mm boyutlarındaki prizmatik numunelere iki aşamada yerleştirilerek sıkıştırılmıştır. Kalıba yerleştirilen numuneler 0, 1, 2, 3, 7, 14, 28 gün boyunca ön bekleme süresine tabi tutulmuşlardır. Numune üretiminde kullanılan malzemeler ve karışım oranları Tablo 4’de sunulmuştur.

Tablo 4. Numune karışım oranları

Numune	Ön Bekleme Süresi (gün)	Uçucu Kül g	Kum g	NaOH g	Su g	Isıl Kür C	Mikrodalga Kürü W
N0	0	450	1350	80	157.5	75	180
N1	1	450	1350	80	157.5	75	180
N2	2	450	1350	80	157.5	75	180
N3	3	450	1350	80	157.5	75	180
N7	7	450	1350	80	157.5	75	180
N14	14	450	1350	80	157.5	75	180
N28	28	450	1350	80	157.5	75	180

Ön bekleme süresini tamamlayan numuneler priz alması için 6 saat boyunca 75°C sıcaklıkta laboratuvar etüvünde ısıl kürü tabi tutulmuşlardır. Isıl kür işlemi sonrasında ise numunelere 60 dakika boyunca 180 W mikrodalga kürü uygulanmıştır. Isıl kür ve mikrodalga kürü sonrasında numunelerin birim ağırlık, ultrasonik atımlı dalga hızları, eğilme ve basınç dayanımları belirlenmiştir. Numune üretim aşamaları Şekil 1, ısıl kür ve mikrodalga küründe kullanılan cihazlar Şekil 2’de sunulmuştur.



Şekil 1. Numune üretimi ve işlenebilirlik deneyi



Şekil 2. Isıl ve mikrodalga kür cihazları

Birim ağırlık değerleri ısıl kür sonrası ve mikrodalga kürü sonrasında her bir karışım için üçer adet numunenin ağırlıkları tartılıp, numunelerin geometrik ölçülerine bölünerek hesaplanmıştır. Ultrasonik atımlı dalgı hızı değerleri TS EN 12504-4 [14] standardına göre ısıl kür sonrası ve mikrodalga kürü sonrası üçer adet numune üzerinde ölçülmüştür. Eğilme dayanımı deneyleri TS EN 1015-11 [15] standardına göre her bir karışım için ısıl kür sonrası ve mikrodalga kürü sonrası üçer adet numune üzerinde, basınç dayanımı deneyleri ise TS EN 1015-11[15] standardına göre eğilme dayanımı sonrasında elde edilen her bir karışım için altışar adet numune üzerinde ölçülmüştür. Deneylerde kullanılan cihazlar Şekil 3’de sunulmuştur.



Şekil 3. Deney cihazları

3. BULGULAR

Deneyler sonucunda elde edilen birim ağırlık ve ultrasonik atımlı dalga hızı deney sonuçları Tablo 4'te sunulmuştur. Tablolarda verilen numune kodları, örneğin; N14 numune kodu 14 gün ön bekleme maruz kalmış numuneyi temsil etmektedir.

Tablo 5'de verilen birim ağırlık değerleri incelendiğinde ön bekleme süresinin artışı ile birim ağırlık değerlerinin hem ısıl kür sonrası hem de mikrodalga kürü sonrasında düşüş gösterdiği belirlenmiştir. Isıl kür sonrasında ortaya çıkan birim ağırlık düşüşü, ön bekleme maruz kalan numunelerde bünyede yer alan suyun bir miktar buharlaşmasına bağlanmaktadır. Mikrodalga kürü sonrasında birim ağırlık değerlerinin düşüşü ise 180 W enerji seviyesinde mikrodalga içerisinde yaklaşık 150-200°C'lere ulaşması ile açıklanmaktadır. Daha yüksek bir sıcaklık ortamında 60 dakika bekleyen numunelerde daha fazla su buharlaşması olmaktadır.

Tablo 5'de verilen ultrasonik atımlı dalga hızı deney sonuçları incelendiğinde ön bekleme süresinin artışı ile hem ısıl kür sonrası hem de mikrodalga kürü sonrası ultrasonik atımlı dalga hızı değerlerinin arttığı gözlenmiştir. Ultrasonik atımlı dalga hızı değerlerinin artışı içyapı da gelişmeler olduğunun işaretidir. Çünkü ultrasonik dalgalar boşluklu yapılarda daha yavaş hareket ederken, boşluğun az olduğu yapılarda daha hızlı hareket etmektedir. 0 ve 28 gün boyunca oda koşullarında bekletilen numunelerin ultrasonik atımlı dalga hızları karşılaştırıldığında, ultrasonik atımlı dalga hızlarının, ısıl kür sonrasında 2.63 m/s seviyelerinden 3.16 m/s seviyelerine ulaştığı görülmektedir. Aynı karşılaştırma mikrodalga kürü sonrasında yapıldığında değerlerin 3.15 m/s'den 3.59 m/s'ye seviyelerine ulaştığı tespit edilmiştir.

Çalışma sonucunda elde edilen eğilme ve basınç dayanımı deney sonuçları Tablo 5'da sunulmuştur. Tablo 5'de verilen değerler yakından incelendiğinde ön bekleme ve mikrodalga kürünün eğilme ve basınç dayanımını artırdığı gözlenmektedir.

Tablo 4. Birim ağırlık ve ultrasonik atımlı dalga hızları

Numune Kodu	75°C Etüv Sonrası	180 W Mikrodalga Sonrası	75°C Etüv Sonrası	180 W Mikrodalga Sonrası
	Birim Ağırlık (g/cm ³)		Ultrasonik Atımlı Dalga Hızı (m/s)	
N0	2.32	2.29	2.63	3.15
N1	2.30	2.28	2.76	3.28
N2	2.26	2.23	2.84	3.29
N3	2.26	2.23	2.85	3.33
N7	2.23	2.21	2.95	3.35
N14	2.20	2.18	3.10	3.39
N28	2.18	2.15	3.16	3.59

Ön bekleme maruz tutulan numunelerin eğilme dayanımları, ön bekleme etkisi ile hem ısıl kür sonrası hem de mikro dalga kürü sonrasında artış göstermiştir. Isıl kür sonrası eğilme dayanımları ön bekleme maruz bırakılmayan numuneye kıyasla 1, 2, 3, 7, 14 ve 28 gün için sırasıyla %24, %30, %32, %50, %57 ve %129'a varan oranlarda artmıştır.

Benzer şekilde mikrodalga kürü sonrasında eğilme dayanımları ön bekleme maruz bırakılmayan numuneye kıyasla 1, 2, 3, 7, 14 ve 28 gün için sırasıyla %29, %31, %34, %36, %34 ve %100'e varan oranlarda artmıştır. Diğer taraftan 6 saat 75°C ısıtma etkisi ile 0.94-2.15 MPa eğilme dayanımı elde edilen numunelerden, 1 saat 180W mikro dalga kürü ile 2.34-4.69 MPa arası eğilme dayanımları elde edilmiştir. Mikrodalga kürünün kısa sürede ısıtma küre kıyasla 2.5 kata kadar daha yüksek eğilme dayanımı sağladığı görülmüştür.

Tablo 5. Eğilme ve basınç dayanımları

Numune Kodu	75°C Etüv Sonrası	180 W Mikrodalga Sonrası	75°C Etüv Sonrası	180 W Mikrodalga Sonrası
	Eğilme Dayanımı (MPa)		Basınç Dayanımı (MPa)	
N0	0.94	2.34	5.41	13.63
N1	1.17	3.02	6.59	17.84
N2	1.22	3.06	7.25	19.34
N3	1.24	3.14	7.47	19.52
N7	1.41	3.19	8.41	20.48
N14	1.48	3.13	9.59	23.55
N28	2.55	4.69	12.50	25.28

Ön bekleme maruz tutulan numunelerin basınç dayanımları da ön bekleme etkisi ile hem ısıtma kürü sonrası hem de mikro dalga kürü sonrasında artış göstermiştir. ısıtma kürü sonrası basınç dayanımları ön bekleme maruz bırakılmayan numuneye kıyasla 1, 2, 3, 7, 14 ve 28 gün için sırasıyla %22, %34, %38, %55, %77 ve %131'e varan oranlarda artmıştır. Benzer şekilde mikrodalga kürü sonrasında basınç dayanımları ön bekleme maruz bırakılmayan numuneye kıyasla 1, 2, 3, 7, 14 ve 28 gün için sırasıyla %31, %42, %43, %50, %73 ve %85'e varan oranlarda artmıştır. Diğer taraftan 6 saat 75°C ısıtma etkisi ile 5.41-12.50 MPa basınç dayanımı elde edilirken, 1 saat 180W mikro dalga kürü ile 13.63-25.28 MPa arası basınç dayanımı elde edilmiştir. Mikrodalga kürü ile eğilme dayanımlarında olduğu gibi basınç dayanımlarının da ısıtma küre kıyasla kısa sürede 2.5 kata kadar daha yüksek basınç dayanımı elde edilebilmiştir.

Çalışma sonuçları göstermiştir ki hem ön bekleme süresi hem de mikrodalga kürü, uçucu kül ile imal edilmiş geopolimer harç numunelerin mekanik özelliklerini ciddi manada etkileyebilmektedir. Özellikle mikrodalga kürü ile ısıtma küre kıyasla çok daha kısa sürede daha yüksek dayanımlar elde edilebilme mümkün olabilmektedir. Mikrodalga küründe ısıtmanın numune üzerine homojen olarak dağılması ısıtma küre kıyasla daha yüksek dayanımlar elde edilmesine olanak sağlamaktadır.

4. SONUÇLAR

1- Ön bekleme maruz bırakılan numunelerin birim ağırlıkları bünyedeki suyun buharlaşması nedeniyle zamanla azalmıştır. Birim ağırlıklardaki azalış ısıtma kürü ve mikrodalga kürü sonrasında da benzer sebeple devam etmiştir.

2- Ön bekleme süresinin artışı ile hem ısıtma kürü sonrası hem de mikrodalga kürü sonrası elde edilen ultrasonik atımlı dalga hızı değerleri artmıştır.

- 3- Ön bekleme süresinin artışı ile doğru orantılı olacak şekilde numunelerin hem eğilme hem de basınç dayanımları artmıştır.
- 4- Mikrodalga kürü ön bekleme süresinden bağımsız olarak numunelerin ultrasonik atımlı dalga hızlarının daha yüksek olmasını sağlamaktadır.
- 5- Mikrodalga kürü ile ön bekleme süresinden bağımsız olarak hem eğilme hem de basınç dayanımında ısıl küre kıyasla 2.5 kata kadar daha yüksek dayanımlar daha kısa sürede elde edilebilmektedir.

KAYNAKLAR

- [1]C. D. Atış, E. B. Görür, O. Karahan, C. Bilim, S. İlkentapar, and E. Luga, “Very high strength (120 MPa) class F fly ash geopolymers mortar activated at different NaOH amount, heat curing temperature and heat curing duration,” *Constr. Build. Mater.*, vol. 96, pp. 673–678, 2015, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2015.08.089.
- [2]İ. İ. Atabey, O. Karahan, C. Bilim, and C. D. Atış, “The influence of activator type and quantity on the transport properties of class F fly ash geopolymer,” *Constr. Build. Mater.*, vol. 264, 2020, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2020.120268.
- [3]J. L. Provis and J. S. J. Van Deventer, *Geopolymers: Structures, processing, properties and industrial applications*. 2009.
- [4]M. B. Ali, R. Saidur, and M. S. Hossain, “A review on emission analysis in cement industries,” *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 15, no. 5, pp. 2252–2261, 2011, doi: 10.1016/j.rser.2011.02.014.
- [5]G. J.-M. (Ies-J. Jos G.J. Olivier (PBL) and J. a. H. W. P. (Pbl) Marilena Muntean (IES-JRC), “Trends in Global CO2 Emissions: 2013 Report,” 2013.
- [6]J. Davidovits, *Chemistry of geopolymeric systems, terminology*. Geopolymer International Conference, no. Iv. 2015.
- [7]U. Durak, “Nanoparçacık katkıların geopolimer harcın dayanım ve dayanıklılık özelliklerine etkisinin araştırılması,” Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 2019.
- [8]U. Durak, S. İlkentapar, İ. İ. Atabey, and C. D. Atış, “Influence of Incubation Period on Strength Development of NaOH and Heat Cured Fly Ash Based Geopolymer Mortar,” p. 1021.
- [9]U. Durak, S. İlkentapar, O. Karahan, B. Uzal, and C. D. Atış, “A new parameter influencing the reaction kinetics and properties of fly ash based geopolymers: A pre-rest period before heat curing,” *J. Build. Eng.*, vol. 35, no. November 2020, 2021, doi: 10.1016/j.job.2020.102023.
- [10]F. Khaleel, “Mikrodalga kürünün f sınıfı uçucu kül geopolimer harcın dayanım gelişimi üzerine etkisinin araştırılması,” Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2019.
- [11]ASTM C618, *Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete*. American Society for Testing and Material, 2014.
- [12]TS EN 196-1, *Methods of testing cement—part:1 determination of strength*. Ankara, Turkey: TSE, 2016.
- [13]TS EN 1015-3, *Methods of test for mortar for masonry: Part 3. Determination of consistence of fresh mortar (by flow table)*. Ankara, Turkey: TSE, 2000.

[14]TS EN 12504-4, Testing concrete - Part 4: Determination of ultrasonic pulse velocity. Ankara, Turkey: TSE, 2012.

[15]Turkish Standard Institution, EN T. 1015-11, Methods of test for mortar for masonry: Part 11. Determination of flexural and compressive strength of hardened mortar. Ankara, 2000.

SENTETİK TAŞKIN TAHMİN YÖNTEMLERİ

Dr. Öğretim Üyesi Mehmet DİKİCİ

Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi
ORCID: 0000-0001-5955-3425

ÖZET

Küresel ısınma ile birlikte iklim değişikliği de özellikle son yıllarda dünya gündeminin ilk sıralarına yerleşmiştir. İklim değişikliği ile birlikte ani ve şiddetli yağışlar yerleşim yerlerini ve tarım alanlarını tehdit eder olmuştur. Taşkın risklerinin ve taşkın yayılım alanlarının belirlenmesi için istatistik, deterministik ve sentetik yöntemler literatürde kullanılan ana hesap yöntemleridir. Taşkın debilerinin bilinmesi bir havzada hesap edilecek taşkın riski için en önemli konudur. Detaylı veriler ve ölçümler ile yapılacak bir taşkın debisinin bulunması her zaman mümkün olmayabilir. Deterministik ve istatistik yöntemlerde birim hidrografın elde edilebilmesi için yağış ve akış kayıtlarına ihtiyaç vardır. Akış ve yağış kayıtları bulunmayan havzalarda birim hidrograflar istatistik veya deterministik yöntemlerle elde edilemez. Uzun yıllar ölçüm ve istatistik verileri elde etmek çoğu zaman mümkün olmamaktadır. Bu durumda ampirik bazı denklemlerin kullanılmasına ihtiyaç duyulmuştur. Bu yönde yapılan deneysel çalışmalar ile elde edilen sentetik yöntemler geliştirilmiştir. Havzanın fiziksel özelliklerine bağlı olarak bulunan sentetik birim hidrografların elde edilmesi yöntemi daha çok projelerin ön inceleme aşamasında önerilmektedir. Bu çalışmada literatürde en fazla kullanılan sentetik yöntemlerden; Rasyonel Yöntem, Mockus Yöntemi, Synder Yöntemi, Kirpich Yöntemi ve SCS Yöntemi incelenmiştir. Alibeyköy havzası için yapılan tez çalışmasında her yöntem için hesaplanan taşkın debileri son bölümde verilmiştir. Yöntemlerin hangi koşullarda daha isabetli olduğu irdelenmiş, havzanın fiziksel özellikleri de sonuçlar üzerinden yorumlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Rasyonel Yöntem, Mockus Yöntemi, Snyder Yöntemi, Kirpich Yöntemi, SCS Yöntemi

SYNTHETIC FLOOD PREDICTION METHODS

ABSTRACT

Along with global warming, climate change has also been at the top of the world agenda especially in recent years. Along with climate change, sudden and heavy rains have threatened settlements and agricultural areas. Statistics, deterministic and synthetic methods are the main calculation methods used in the literature to determine flood risks and flood spread areas. Knowing the flood flow rates is the most important issue for the flood risk to be calculated in a basin. Finding a flood flow rate with detailed data and measurements may not always be possible. In deterministic and statistical methods, rainfall and flow records are needed to obtain unit hydrographs. Unit hydrographs cannot be obtained by statistical or deterministic methods in basins without flow and precipitation records. It is often not possible to obtain measurement and statistical data for many years. In this case, it was necessary to use some empirical equations. Synthetic methods obtained by experimental studies in this direction have been developed. The method of obtaining synthetic unit hydrographs based on the physical characteristics of the basin is mostly recommended at the preliminary examination stage of the projects.

In this study, one of the most used synthetic methods in the literature; Rational Method, Mockus Method, Synder Method, Kirpich Method and SCS Method were studied. In the thesis study for Alibeyköy basin, the flood flow rates calculated for each method are given in the last section. The conditions under which the methods were more appropriate were examined and the physical properties of the basin were interpreted through the results.

Keywords: Rational Method, Mockus Method, Snyder Method, Kirpich Method, SCS Method

1. GİRİŞ

Sentetik birim hidrografların elde edilmesi yöntemi genellikle projelerin ön inceleme aşamasında önerilmektedir. Birim hidrografın elde edilebilmesi için yağış ve akış kayıtlarına ihtiyaç vardır. Akış ve yağış kayıtları bulunmayan havzalarda birim hidrograflar bahsedilen yöntemlerle elde edilemez. Bu nedenle havzanın fiziksel özelliklerine bağlı olarak çeşitli sentetik yöntemler geliştirilmiştir (Gray, 1970; U.S. Soil Conservation Service, 1975; Taylor ve Schwartz, 1952; Mitchell, 1948; Williams, 1945; Commons, 1942; Snyder, 1938; Önöz ve Bayazit, 2008). Sentetik yöntem; çeşitli havzalarda yapılan deneysel ve istatistiksel analizler sonucunda geliştirilen ampirik hesaplardır. Sentetik birim hidrografın elde edilmesi için; havza içindeki veya havzaya en yakın meteoroloji (DMİ) istasyonları tarafından, uzun yıllara dayalı standart zamanlarda gözlemlenen en büyük yağış değerlerinin analiz edilmesiyle oluşturulan veriler kullanılır. Proje hidrolojisi taşkın hesaplarında sıkça kullanılan yöntemler; Rasyonel Yöntem, Mockus Yöntemi, Synder Yöntemi, Kirpich Yöntemi, SCS Yöntemi olarak sıralanabilir.

2. YÖNTEM

Rasyonel Yöntem

Bu yöntemde, yağış ile dolaysız akış arasında lineer bir bağlantı olduğu varsayılır. Bu yöntemde havzaya düşen yağışın üniform olacağı kabul edilir. Noktasal yağışların bütün bir yağış alanını temsil etmesi, küçük alanlar için söz konusu olabilir. Küçük alanlar ise 25 km² kabul edilebilir (DSİ, 1994). Ancak İstanbul IMC Master Planda bu değer 100 km² olarak kabul edilmiştir.

$$Q=CiA \quad (1)$$

Q : projenin debisi m³/s, C : yüzeysel akışın katsayısı ya da yüzeysel yağış akışını meydana getiren kısmın yüzdesi,

i : Yağış şiddeti (mm/saat) (DMİ istasyon verilerinden alınır), A: drenaj alanı (km²)

Geçiş süresi (T_c) havzanın en uzak noktasına düşen yağışın ilgili kesite varması için geçen süre olarak tanımlanır. Bu değer aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$t_c = 60x \left[\frac{0.87xL^3}{dH} \right]^{0.385} \quad (2)$$

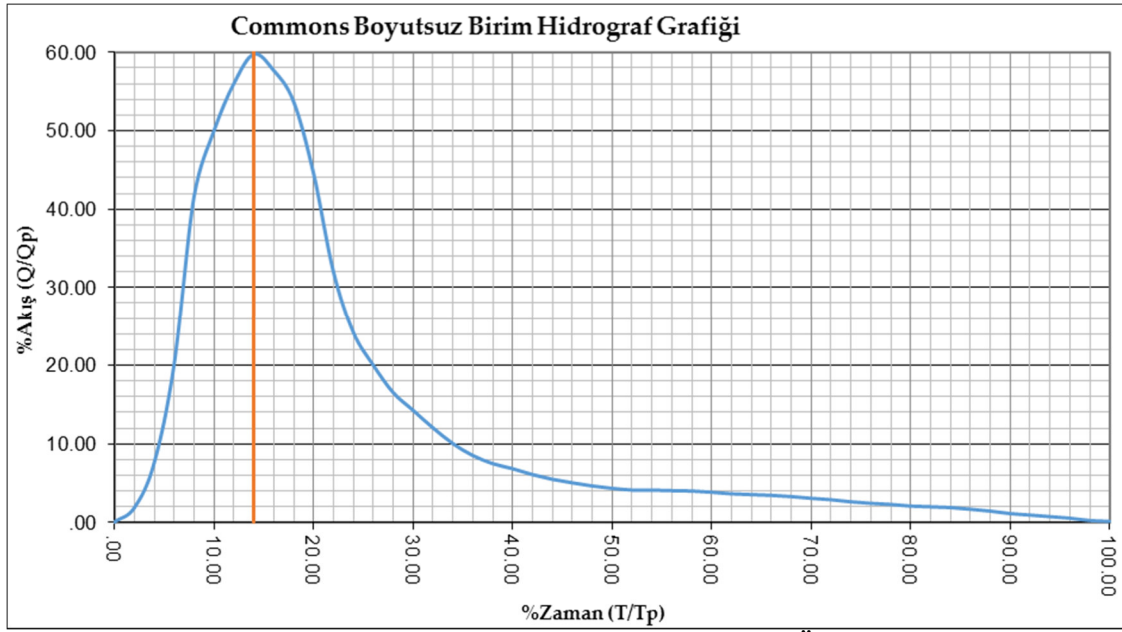
t_c: Geçiş Süresi (dak.), L: En uzun ana akış kolunun uzunluğu (km), dH: Ana akış kolunun başlangıç ve bitiş noktası arasındaki kot farkı (m)

Akış Kat sayısı ; Havzada meydana gelen yağışın akışa geçmesi durumu için oluşan sızma ve diğer kayıpları ifade etmektedir. Bu değer havzanın fiziksel durumuna göre değişir. Rasyonel Yöntemi hesaplarında kullanılan yağış süresi havza geçiş süresine eşit alınır.

Yani yağışın havzanın en uzak noktasına düşen yağmurun çıkış noktasına gelinceye kadar devam ettiği kabul edilir. Hesaplanan bu geçiş süresinde o havza için pik debi oluşur. Tüm havza bir bütün olarak düşünülerek tüm havza için geçiş süresine eşit yağış süresi bulunur ve bu yağış süresine karşılık gelen i (yağış şiddeti) belirlenerek pik debi hesap edilebilir. Commons'un boyutsuz birim hidrograf oranları/değerleri kullanılarak taşkın tekerrür hidrografları oluşturulur.

Hidrografın Oluşturulması:

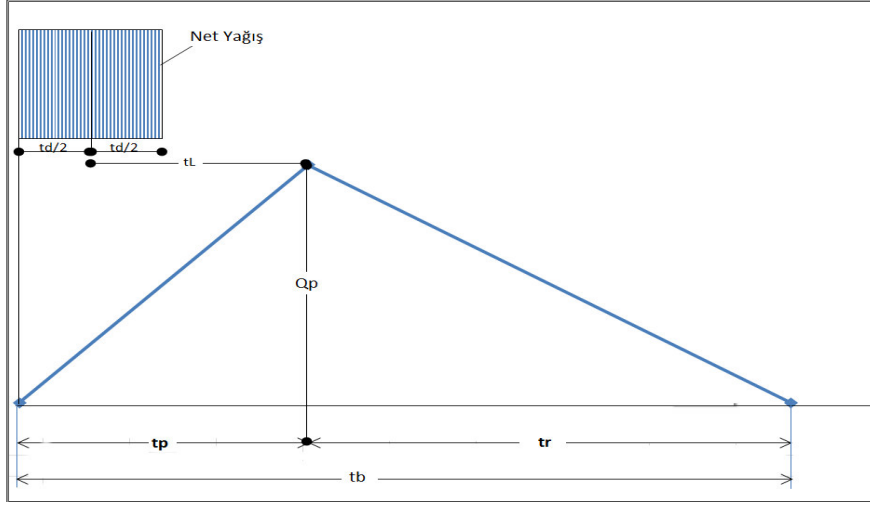
Rasyonel Yöntemle hesaplanan pik debi kullanılarak, Commons'un boyutsuz birim hidrograf değerleri ile hidrograf oluşturulur. Hidrografta apsis (T) 100 ve ordinat (Q)'debiye karşılık gelen zaman 60 parçaya bölünmüştür (Şekil). Toplanma zamanına karşılık gelen zaman birimi 14 olup, pik debiye karşılık gelen zamanı temsil etmektedir. Yani $T_c=T_p$ 'dir (Özdemir, 1978).



Şekil 1: Commons boyutsuz birim hidrograf eğrisi (Özdemir, 1978).

Mockus Yöntemi

Bu yöntem U.S. Soil Conservation Service'de Victor Mockus tarafından geliştirilmiştir. Bu yöntemde birim hidrograf üçgen şeklinde kabul edilmiştir. Bu yöntem toplanma zamanı 30 saate kadar olan yağış alanlarında kullanılabilir. Daha büyük yağış alanlarını, parçalara ayırarak aynı yöntemle hesaplama imkânı vardır. Mockus birim hidrografta net yağışın süresi t_d yağışın ağırlık merkezi ile pik debinin zamanı arasında geçen süre, yani havzaya ait gecikme zamanı t_L , tepe noktasının apsisini, yani hidrografın yükselme zamanını t_p , tepe noktasından sonra alçalma süresi t_r ve taban uzunluğu ise t_b olarak gösterilmiştir (Şekil). Mockus (üçgen) birim hidrograf yöntemi uygulanırken kullanılan kabuller ve formüller aşağıda verilmiştir (Aslan, 1997).



Şekil 2: Mockus birim hidrograf eğrisi (Aslan, 1997).

Pike Ulaşım Zamanının Belirlenmesi (t_p)

Toplanma zamanı (t_c) Kirpich formülü ile hesaplanır.

$$t_c(\text{sa}) = 0.00032x \left[\frac{L^{0.77}}{S_h} \right]^{0.385} \quad (3)$$

D (saat) ($=t_d$): Taşkın oluştuğu etkili yağış süresi

$$D = 2\sqrt{T_c} \quad (4)$$

Birim Sağanak Süresi $\square D$ (saat) toplanma zamanına (t_c) bağlı olarak aşağıda verilmiştir.

$t_c < 3$ saat ise $\square D = 0.5$ saat

3 saat $< t_c < 10$ saat ise $\square D = 1$ saat

10 saat $< t_c < 15$ saat ise $\square D = 2$ saat

15 saat $< t_c < 30$ saat ise $\square D = 3$ saat

Buna göre akışın pike ulaşma zamanı (t_p);

$$t_p = 0.5 \square D + 0.6t_c \quad (5)$$

formülü ile hesaplanır. Proje yağış alanı için BHG pik debisi Q_p ($m^3/s\text{-mm}$):

$$Q_p = \frac{(KxA)}{t_p} \quad (6)$$

K: Havzanın fiziksel özelliklerine bağlı havza parametresi (K 0.208 ile 0.167 arasında alınabilir.) İstenirse $K = 0.201 + (0.01183 \times L / A^{0.5}) - (0.2646 \times H / A^{0.5})$ formülü ile hesaplanabilir. HG Alçalma Süresi (t_r):

$$t_r = \frac{5}{3} t_p = 1.67 t_p \quad (7)$$

Tb (saat): HG devam süresi

$$t_b = 2.67 t_p \quad (8)$$

Yağış alanında oluşan toplam pik debi Q (m^3/sn):

$$Q = Q_p * P_e \quad (9)$$

Burada; t_c : Geçiş Süresi (saat)

D: Net yağış süresi (saat)

L: En uzun ana akış kolunun uzunluğu (m)

dH: Ana akış kolunun başlangıç ve son nokta arasındaki kot farkı (m)

S_h : Harmonik eğim

- t_r : Alçalma süresi (saat)
 t_p : Pike ulaşma süresi (saat)
 t_b : Hidrografın toplam süresi (saat)
 Q_p : Birim Hidrograf Pik Debi Değeri ($m^3/s-mm$)
 Pe : 1 mm artık akış yüksekliği (DSİ Metodunda verildiği şekildedir)

Snyder Yöntemi

Snyder Yönteminde nehir havzasının ağırlık merkezi ile taşkın hidrografının pik noktası arasındaki (t_p) zamanın farkı saat biriminden; (Aslan, 1997)

$$t_p = 0.75 * C_t * (L * L)^{0.3} \quad (\text{Saat}) \quad (10)$$

bağıntısıyla hesaplanır. Buradaki; C_t : Havzanın depolama kapasitesi ve eğim katsayısı
 L : Havzanın boyu (km), L_c : Havza alanının ağırlık merkezi havzaya girişi ya da çıkışı noktasına en fazla mesafedir (km).

$$t_r = t_p / 5.5 \quad (\text{Saat}) \quad (11)$$

Buradaki; t_r : Birim hidrografının sağanak süresi, (saat) (Chow ve diğ.,1988). Taşkın hidrografın pik noktasında birim taşkın debisi (q_p) formülüyle ($l/s/km^2/cm$) hesaplanır (Aslan, 1997).

$$q_p = 2760 * C_p / t_p \quad (l/s/km^2/cm) \quad (12)$$

Burada taşkın pik noktasında debi (Q_p) değeri formül 13 bağıntısıyla bulunur.

$$Q_p = q_p * A * 10^{-3} \quad (m^3/s/cm) \quad (13)$$

Buradaki; A : Havzanın alanı (km^2). Sonraki bulunan bu değer, 100 yıllık alınan yağışın yüksekliğiyle çarpılıp 100 yıllık taşkın debisi hesaplanır.

Snyder birim hidrograf yöntemine göre, W_{50} ve W_{75} saat olarak bulunup, hidrografın diğer kısımlarına uyarlanmıştır.

$$W_{50} = 1.22 * A * 10 * Q^{-1.08} \quad W_{75} = 2.14 * A * 10 * Q^{-1.08} \quad (14)$$

Kirpich Yöntemi

Sentetik yöntemlerden üçgen birim metodu diye geçen Kirpich Yöntemi, genel olarak kullanılan formüllerinin basit olması ve hızlı sonuç veren kabullerinin olması nedeniyle, Snyder Yöntemi'ne benzerliğinden kullanılmaktadır. Kirpich Yönteminin formülü şöyledir (Çavdar, 1996); Taşkın hidrograf için temel olan yağışın süresi (T_f);

$$t_f = t_e / 2 + t_p \quad (\text{Saat}) \quad (15)$$

yardımı ile hesaplanır. Buradaki (t_e) taşkına neden efektif yağışın süresi;

$$t_e = t_r = t_p / 5.5 \quad (16)$$

değeri kabul edilir. (Çavdar, 1996) Burada; t_p : Nehir havzasının ağırlık merkezi ile taşkın hidrografının pik noktası arasında zamanın farkı (saat), t_r : Birim hidrografına ait sağanağın süresi (saat), t_e : Taşkına neden efektif yağışın süresi (saat), Üniorm yağışın dağılım için taşkın debisi (Q_p).

$$Q_p = k * A * h_a / t_f \quad (m^3/sn) \quad (17)$$

yardımıyla hesaplanır (Arslan, 1997). Burada; A : Havza alanı, (km^2) h_a : 100 yıllık taşkına neden olan yağışın yüksekliği, (cm) k : Yüzeysel olarak bulunan katsayı (0.208) (Arslan, 1997). Hidrograf için 14 denklemi kullanılmıştır.

SCS Yöntemi

SCS Yönteminde, girdileri havzanın fiziksel özellikleriyle ilgilidir. Gerçeğe yakın sonuçları sağlar. Girdiler olarak günlük yağışın miktarları ve mevcut bilgiler kullanır. Drenajın alanıysa 20 mil kare ile sınırlıdır ve sabit olan bir CN (eğri numarası) değerini bulmalıdır. Eğri numarası (CN) dikkatli bulunmalıdır. SCS metodunda kullanılan formül sırası ile şöyledir; Mockus metodunda olduğu gibi önce havza geçiş süresi t_c (saat) formül (18) hesaplanır (Arslan, 1997).

$$t_c = 0.066 * (L_h^2 / S) * 0.385 \text{ (saat)} \quad (18)$$

Buradaki; L_h : drenajın alan olarak hidrolik uzunluğu (km), S: drenaj alanın eğimi (%)
Daha sonraki toplam yağışın süresi D (Saat) formül (19) yardımıyla hesaplanır.

$$D = 0.133 * t_c \text{ (saat)} \quad (19)$$

Burada formül (20) uygulanıp havzanın geçiş süresi L (saat)

$$L = 0.6 * t_c \text{ (saat)} \quad (20)$$

hesaplanır. Bulunan (D) ve (L) değerleri formül (21) 'de kullanılıp tepe noktasına ulaşım süresi t_p (Saat) bulunur.

$$t_p = (D / 2) + L \text{ (saat)} \quad (21)$$

Burada Ağırlık Havza Eğrisi Numarası (CN) tablolardan bulunarak Maksimum Toprak Su Tutma İndeksi (mm) formül (22) yardımıyla bulunur.

$$S = (1.000 / CN) - 10 \text{ (mm)} \quad (22)$$

Maksimum akışın yüksekliğini bulmak için (h_e) ölçümlerde en fazla akış yüksekliği kullanılarak (h_a) formül (23) yardımı ile bulunur.

$$h_e = (h_a - 1)^2 / (h_a - 1 + S) \text{ (mm)} \quad (23)$$

Buradan ise 100 yıllık taşkın debisi (Q_p) formül 24 kullanılarak hesap edilir (Hepdoğar, 1988; Sönmez, 2012).

$$Q_p = (0.2083 * A / t_p) * h_e \text{ (m}^3\text{/s)} \quad (24)$$

3. SONUÇ

Alibeyköy Havzası için yapılan tez çalışmasında (Dikici, 2016) ; 228 m³/s ile 307 m³/s arasında maksimum taşkın debi değerleri elde edilmiştir. Bu yöntemlerden hidrograf süresi göz önünde bulundurulduğunda ve istatistik yöntemle bulunan 199 m³/s değerine en yakın değer olması bakımından Rasyonel yöntemin daha iyi sonuç verdiği kanaatine varılmıştır (

Tablo).

Tablo 1: Taşkın tahmin yöntemlerinin kıyaslanması.

Yöntem Adı	Taşkın Debisi (m ³ /s)	Hidrograf Süresi
Rasyonel	228	50
Mocus	307	11
Snyder	251	13
Kirpich	237	13
SCS	233	13

Snyder Yöntemi ile hesaplarda havza karakteristikleri ile alakalı belirlenen katsayılar bulunmaması bu yönde bir eksiklik. Yöntemde yalnız havza alanı ve geometrik şekil dikkate alınmaktadır. Havza alanının büyümesiyle hesaplanan debi artış göstermektedir.

Kirpich Yönteminde ise hesaplarda havzanın alanı ve gecikme süreleri gibi havzanın parametreleri de ele alınmaktadır. Fakat formül icabı kullanılan K katsayısı sonucun daha az çıkmasına sebep olmaktadır.

Mockus ve SCS yönteminde, havza eğimleri ve belirlenen katsayılar hesap edilmektedir. Havzanın katsayıları belirlenirken havzanın geçirimsizliği, zemin yapısı ve bitki örtüsü gibi özellikler göz önünde bulundurulmaktadır.

Buradan da görüleceği gibi havzay ile alakalı taşkın debi miktarları hesaplanırken kullanılacak yöntemin belirlenme aşamasında yağış miktarı, akış ölçümü, havzanın karakteristikleri iyi belirlenmelidir. Havzanın alan büyüklüğü ve drenaj alan eğimi kullanılan yöntem seçiminde önemli parametredir (Sönmez, 2012).

Mockus Yöntemi $t_c < 30$ saat, $A < 1000$ km²

Snyder Yöntemi $A > 1000$ km²

Rasyonel Yöntem $A \geq 1$ km²

SCS Yöntemi $A < 30$ km² (Sönmez, 2012)

Rasyonel yöntemi hidrograf süresi de göz önünde bulundurulunca, yukarıdaki kriterlere göre de Alibeyköy Havzası için daha uygun olduğu görülmektedir.

KAYNAKÇA

Aslan, B., 1997, S.C.S. Sentetik Birim Hidrograf Yönteminin Türkiye Şartlarında Uygulanabilirliğinin Araştırılması, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi.

Bayazit, M. ve Önöz, B., 2008, Taşkın ve Kuraklık Hidrolojisi, İstanbul

Chow, V. T., Maidment, D.R. and Mays, L.W., 1988, Applied Hydrology, McGraw Hill Series, Water Resources and Environmental Engineering.

Commons, G.G., 1942, Flood Hydrographs, Civil Eng., 12

Çavdar, S.K., 1996, İstanbul Dereleri İçin Taşkın Debilerinin Araştırılması, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul

Dikici, M., 2016, Alibeyköy Havzası'nın Hidrodinamik Modeli Ve Kentleşme Süreci Çerçevesinde Taşkın Risk Haritalarının Çıkarılması, İÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul

Gray, D.M., 1970, Principles of Hydrology, National Research Council of Canada.

Hepdoğar, R., 1988, B. Çekmece Gölü Havzasının Hidrolik ve Hidrolojik Karakteristikleri, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul

Mitchell, W.D., 1948, Unit Hydrographs in Illionis. Div. of Water Ways, State of Illionis, Springfield, Illionis.

Özdemir, H., 1978, Uygulamalı Taşkın Hidrolojisi, DSİ.

Snyder, F.F., 1938, Synthetic Unit Graphs. Trans. A. Geophys. Union, 19.

Sönmez O ve diğ., 2012, İstanbul Derelerinin Taşkın Debilerinin Tahmini, SAÜ. Fen Bilimleri Dergisi, 16. Cilt, 2. Sayı, s. 130-135, Sakarya

Taylor, A.B. ve Schwartz, H.E., 1942, Unit Hydrograph Lag and Peak Flow Related to Basin Characteristics, Trans. Amer. Geophys. Union, 33.

U.S. Soil Conservation Service, 1975, Urban Hydrology for Small Watersheds, Technical Release No.55, Washington, DC.

Williams, H.M., 1945, Discussion on Military Airfields: Design of Drainage Facilities. Trans. A. Soc. Civil Engr., 110.

TAŞKIN ANALİZİNDE MODELLEME ARAÇLARININ KULLANIMI

İnş. Müh. Yüksek Lisans Öğrencisi Kerem KAYA

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı
ORCID: 0000-0003-2851-6845

Öğretim Üyesi Önder KOÇYİĞİT

Gazi Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü
ORCID: 0000-0002-1350-4238

ÖZET

Meteorolojik kaynaklı doğal afetlerden biri de taşkınlardır. Taşkınlar can kayıplarına, büyük ekonomik zararlara neden olan ve dünya genelinde yaygın yaşanan doğal afetlerdendir. Taşkın olaylarının zararlı etkilerini minimize etmek için mühendislik çalışmaları yoğun bir şekilde sürdürülmektedir. Teknolojik gelişme ile birlikte yeni yöntemler de üretilmektedir. Uydu fotoğraflarından faydalanılarak elde edilen uzaktan algılama verilerinin bilgisayar ortamında analizlerinin gerçekleştirilmesi ve bu analizlerin gerçekleştirildiği modellerin kurulması yeni yöntemlerin geliştirilmesine örnek olarak gösterilebilir.

Teknoloji ve veri işleme sistemlerinin gelişimiyle birlikte Coğrafi Bilgi Sistemleri'nin (CBS) birçok alanda uygulaması yaygınlaşmıştır. Son yıllarda CBS kullanımının arttığı alanlardan birisi de hidrolojidir. Hidrolojik çalışmalarda, CBS programlarının kullanımı ile birlikte havzalarda, taşkın ve erozyon tehlikesinin araştırılması, mühendislik su yapıları tasarımı, hidrolojik analiz ve modellemelerin gerçekleştirilmesi hızlı ve pratik hale gelmiştir. Hidroloji alanında yaygın olarak kullanılan bir diğer yazılım, A.B.D. Islah Bürosu (United States Bureau of Reclamation-USBR) tarafından geliştirilmiş olan HEC-RAS, su yüzü seviyelerinin belirlenebilmesi ve taşkın çalışmalarında hesap ve analiz kolaylığı sağlayan bir yazılımdır.

Bu çalışmada, CBS programı olan ArcGIS kullanılarak Batı Karadeniz Bölgesi'nde bulunan bir alt havza üzerinde modelleme çalışması gerçekleştirilmiştir. Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) verisinden ArcGIS araçları kullanılarak TIN haritası oluşturulmuştur. Havza ve nehir üzerindeki hidrolojik ve hidrolik parametreler, ArcGIS ve HEC-RAS programları kullanılarak taşkın yayılım modeli elde edilmiştir. Çalışma sonuçları, HEC-RAS programından elde edilen çıktılardan özellikle su yüzü profili, hız profili ve enkesitlerde oluşan su yüksekliklerinin planlama ve taşkın önlem çalışmalarında kullanımının oldukça faydalı olacağı, havza içerisinde yer alan nehir güzergâhı boyunca taşkın riskli bölgelerin belirlenmesinde kullanılabileceği görülmüştür. Yapılan bu çalışma ile ArcGIS ve HEC-RAS programlarının başarılı bir entegrasyonu sayesinde çıkan sonuçların taşkın alanlarının tespiti, değerlendirilmesi ve taşkın önlem çalışmalarında etkili kullanımının mümkün olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Taşkın, Coğrafi Bilgi Sistemleri, HEC-RAS, ArcGIS

FLOOD ANALYSIS USING MODELING TOOLS

ABSTRACT

Flooding is one of the meteorologically originated natural disaster. Its effects are felt worldwide causing loss of life and great economic damages. Engineering efforts are carried out intensively in order to minimize the destructive effects of flood events. Various novel tools and methods have been developed accompanied with technological advances. For instance, remote sensing which involves detection and monitoring of the physical characteristics of a basin by measuring some specs through satellite and thus enabling the new models to produce more accurate and consistent results.

Progress in technology and data processing systems help investigators to prepare an environment that enables increase usage of Geographic Information Systems (GIS) in many areas for the engineering applications. One of the research areas where implementation of GIS has increased in recent years is hydrologic modeling. Analysis of flood and erosion hazards in basins, design of engineering water structures, hydrological analysis and modeling have become fast and practical with the use of GIS programs. Another software commonly used in the field of hydrology is HEC-RAS developed by the United States Bureau of Reclamation (USBR), in which the free water surface profile is easily estimated facilitating the analysis of flood studies.

In this paper, a research was carried out on flood modeling in a sub-basin located in the Western Black Sea Region using ArcGIS. TIN map was produced from Digital Elevation Model (DEM) data of the river basin using ArcGIS tools. Of using both ArcGIS and HEC-RAS programs, hydrologic and hydraulic parameters of the basin and river were combined to produce flood propagation model of the area. It was figured out from the outputs obtained through the HEC-RAS program that the use of the water surface profile, velocity profile and water depths formed in cross sections would be very useful in planning water resources and flood prevention works. In addition, those outputs can be used to determine flood risk zones along river course within the basin. Findings from this study showed that the results obtained through successful integration of ArcGIS and HEC-RAS can be effectively used in detection and evaluation of inundation zones and flood prevention studies.

Keywords: Flood, Geographical Information System, HEC-RAS, ArcGIS

1.GİRİŞ

Taşkın, bir akarsuyun çeşitli sebeplerle yatağından taşması veya şehir kanalizasyon şebekelerinden kaynaklananlar hariç olmak üzere, normal şartlar altında kuru olan bir alanın geçici olarak sularla kaplanması sebebiyle tarım arazilerine, ekonomik aktivite alanlarına, yerleşim yerlerine, altyapı tesislerine ve bölgenin ekolojisine zarar vererek o bölgedeki ekonomik ve sosyal faaliyetleri kesintiye uğratan bir doğa olayıdır. Taşkın dünyada yaşanan en önemli afetler arasında yer almakta olup ülkemizde de can ve mal kaybı açısından tüm afetler arasında ikinci, meteorolojik afetler arasında da birinci sırada yer almaktadır. Taşkınların insan yaşamı üzerindeki olumsuz etkilerine ek olarak, ciddi ekonomik zararlara, çevresel zararlara ve sosyo-kültürel zararlara da yol açmaktadır. [1] Taşkınlar nedeniyle ortaya çıkan bu zararları en aza indirmek için mühendislik alanında çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmalardan öne çıkanları, hızlı ve güvenilir sonuçlar elde edilmesinden dolayı kullanımı yaygınlaşan, uzaktan algılama yöntemi ve hidrolojik modellemeler üretme tekniğidir.

Dünyadaki doğa olaylarının izlenmesi, karşılaşılabilecek sorunları çözme-karar verme sürecinde yardımcı bilgilerin üretilmesi ve yönetilmesinde uzaktan algılama disiplininin kullanılması, elde edilen bilgilerin takibi ve kontrolü için son derece önemlidir. Ayrıca doğal kaynakların saptanması, envanterlerinin çıkartılması, bu kaynakların planlı olarak kullanılması ve ekolojik dengenin korunması bir ülkenin gelişmişliğinde ele alınan önemli ölçütlerdendir. Ülkelerin doğal kaynaklarının mevcut varlıklarının ve potansiyellerinin belirlenmesi, zamansal değişimlerinin izlenmesi, güncelleştirilmesi amacıyla yapılacak çalışmalarda, yersel çalışma destekli, amaca uygun uzaktan algılama verilerinin kullanılması doğru, hızlı ve düşük maliyetli veri/bilgi elde edilmesi açısından çok büyük önem taşımaktadır. [2]

Günümüzde uzaktan algılama tekniklerinin gelişmesiyle beraber birçok bilgisayar yazılımı ortaya çıkmıştır. Bunlardan biri coğrafi bilgi sistemleri tabanlı olan ArcGIS programıdır. Bu program sayesinde hidrolojik modelleme üretmek oldukça kolay hale gelmiştir. İçinde barındırdığı analiz araçları sayesinde, Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) haritalarından havzanın karakteristik özelliklerini elde etmek mümkündür.

Hidrolojik modellemelerde kullanılan bir diğer yazılım HEC-RAS programıdır. Bu program ile su yüzü seviyelerinin belirlenebilmesi ve taşkın çalışmalarında hesap ve analiz kolaylığı mümkün hale gelmektedir.

Bu çalışmada, ArcGIS ve HEC-RAS programları kullanılarak Batı Karadeniz Bölgesi'nde bulunan bir alt havza üzerinde modelleme çalışması gerçekleştirilmiştir. ArcGIS ile modelleme çalışması yapıldıktan sonra elde edilen model HEC-RAS'ta analiz edilerek bir taşkın olayında hangi bölgelerin etkileneceği incelenmiştir.

2.MATERYAL ve YÖNTEM

2.1. ÇALIŞMA ALANI

Çalışma alanı olarak Batı Karadeniz Bölgesi'nde Bartın ilinde yer alan Ulus ilçesi seçilmiştir. Çalışma alanına ait Google Earth görüntüsü Şekil 1'de gösterilmiştir. Ulus ilçesinde meydana gelen taşkın olaylarının en önemlileri Tablo 1'de belirtilmiştir.



Şekil 1. Bartın İli ve Ulus İlçesi Google Earth program görüntüsü

Tablo 1. Ulus İlçesinde Meydana Gelen Taşkın Tarihleri [1]

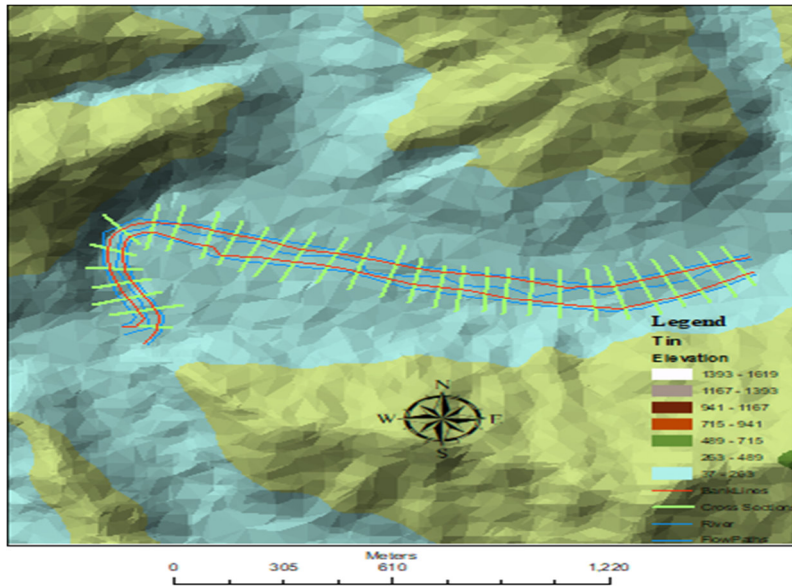
İl	İlçe	Yerleşim	Tespit Tarihi
Bartın	Ulus	Merkez	26.11.1989
			14.09.1993
			13.12.1994

2.2. ARCGIS PROGRAMI İLE HAVZA MODELLEME

Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) ile ArcGIS programı üzerinden çalışma alanının üçgenleme yöntemi olarak da bilinen TIN haritası çıkartılmıştır. TIN haritası, doğal akarsu yatağında oluşacak su seviyelerinin tespitinde kullanılan HEC-RAS programı ile etkileşimli kullanılması açısından önemlidir. Çünkü ilişkili verilerin modele aktarılması bu harita sayesinde olmaktadır. Bu modeli oluşturmak için bir başka kolaylık HEC-GeoRAS araç çubuğu ile sağlanmaktadır. Bu araç çubuğu yardımıyla çalışma alanı olarak seçilen Ulus ilçesinin akım güzergâhı belirlenir. Akım güzergâhının netleşmesi için sağ ve sol sahillerin de belirlenmesi gerekmektedir. Sonrasında akış yolunu belirleyen çizgiler çizilebilmiştir. Ayrıca sağ-sol yön tayini akış yönü dikkate alınarak tamamlanmıştır. Burada belirtilmesi gereken bir diğer konu da çalışma alanında belirlenecek en-kesitlerin oluşturulması için akım çizgisine dik kesitler özelliği kullanıldığıdır. 150 m aralıklarla en-kesit çizgileri oluşturulmuştur. En-kesitlere ait çizim işlemlerinin tamamlanmasını müteakip çizgilere ait uzunluk bilgilerinin tayini için atama işlemleri gerçekleştirilmelidir. Elde edilen model, Şekil 2.'de gösterilmiştir. Son olarak elde edilen model HEC-RAS programına aktarılmıştır.

2.3. HEC-RAS İLE ANALİZ

ArcGIS programında oluşturulan modelin HEC-RAS programında kullanılabilmesi için enkesitlerin kontrol edilmesi ve Manning-Strikler katsayılarının tanımlanması gerekmektedir. Kararsız akım analizini gerçekleştirmek için daha önce yaşanmış bir taşkın olayına ait, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'ne (DSİ) akım gözlem istasyonlarının kaydettiği debi değerleri programda tanımlanmıştır. Taşkın yayılım alanlarını CBS tabanlı harita üzerinde görebilmek amacıyla program içerisinde yer alan RAS Mapper menüsü yardımı ile çalışma alanına ait Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) verileri programa kaydedilmiştir. Bu işlemler tamamlandıktan sonra analizler gerçekleştirilebilir.



Şekil 2. ArcGIS programında Bartın Ulus'a ait oluşturulan Model

3. SONUÇLAR

HEC-RAS programı ile gerçekleştirilen analizler sonucunda elde edilen çıktılar Şekil 3'te gösterilen çalışma alanına ait Google uydu görüntüleri üzerinde işlenerek Şekil 4'te renklendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar Ulus ilçesinde taşkın anında etkilenen bölge sınırlarının tespitinin mümkün olduğunu göstermiştir. Yapılan bu çalışma ile ArcGIS ve HEC-RAS programlarının başarılı bir entegrasyonu sayesinde elde edilen sonuçların muhtemel taşkın alanlarının tespitinde, değerlendirilmesi ve taşkın önlem çalışmalarında etkili kullanımının mümkün olduğu belirlenmiştir.



Şekil 3. Çalışma Alanının Uydu Görüntüsü



Şekil 4. HEC-RAS Analizi sonucunda elde edilen taşkın yayılımı

KAYNAKÇA

Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü (2017). Taşkın Yönetimi, Ankara, 132-143

Musaoğlu, N. 1999. Elektro-Optik ve Aktif Mikrodalga Algılayıcılardan Elde Edilen Uydu Verilerinden Orman Alanlarında Meşcere Tiplerinin ve Yetiştirme Ortamı Birimlerinin Belirlenme Olanakları. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 112 s

PRATİK BİR MODELDEN BAĞIMSIZ KAYAN KIPLİ KONTROL

Doç. Dr. İlhami YİĞİT

Yozgat Bozok Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi

ORCID NO: 0000-0002-3838-4770

ÖZET

Kayan kipli kontrol, bozucular, parametre değişimleri, değişken çevre şartları gibi olumsuz etkiler ve belirsizliklere rağmen istenilen dinamik davranışı sağlayabilen gürbüz bir kontrol yöntemidir. Kayan kipli kontrol yöntemi hassas ve gürbüz bir kontrol sağladığından gittikçe tercih edilir hale gelmiştir. Bu yöntemde kontrol sinyali, anahtarlama ve eşdeğer kontrol sinyallerinin toplamı olup eşdeğer kontrol sinyalini belirleyebilmek için sistem modelinin tam ve doğru olarak bilinmesi gerekir. Ancak, sistemin modellenmesinde, modelleme için yeterli zamanın olmaması, modelleme için sistemi parçalarına ayırmanın her zaman mümkün olamaması, modelleme hatalarından kaçınılamaması, karmaşık sistemlerin modellenmesi için yeterli yetkinliğe sahip olunmaması, modeldeki parametrelerin belirsiz değişimler göstermesi ve eşdeğer kontrol sinyalinin doğrusal olmayan modelden analitik olarak elde edilememesi gibi çok sayıda güçlükler sözkonusudur. Bu bildiride, modellemeye ihtiyaç duyulmaksızın, belli bir kalite seviyesine kadar birçok gerçek sistemin kontrolünde yeterince işe yaradığı tecrübe edilen kolay ayarlanabilir modelden bağımsız pratik bir kayan kipli kontrol yöntemi ele alınmaktadır. Geliştirilen yöntem, endüstriyel kontrol alanında çok sayıda sistemin modelden bağımsız hassas ve gürbüz kontrolü için önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: kayan kipli kontrol, model bağımsız kontrol, modelleme, benzetim, deney

A PRACTICAL MODEL FREE SLIDING MODE CONTROL

ABSTRACT

Sliding mode control is a robust control method that can provide desired dynamic behavior despite negative effects and uncertainties such as disturbances, parameter variations, variable environmental conditions. The sliding mode control method has become increasingly preferred as it provides precise and robust control. In this method, the control signal is the sum of switching and equivalent control signals, and the system model must be known completely and accurately in order to determine the equivalent control signal. However, there are many difficulties involved in modeling the system such that there is not enough time for modeling, it is not always possible to disassemble the system for modeling, modeling errors cannot be avoided, there is not enough qualification for modeling complex systems, the parameters in the model show uncertain variations, and the equivalent control signal cannot be analytically drawn from the nonlinear model. In this paper, an easily tunable practical model free sliding mode control method is dealt with, that has been experienced to work sufficiently to control many real systems up to a certain quality level. The developed method is recommended for model free precise and robust control of a large number of systems in the field of industrial control.

Keywords: sliding mode control, model free control, modeling, simulation, experiment

1. GİRİŞ

Kontrol sistemleri, oluşabilecek modelleme hataları, öngörülemeyen veya modellenemeyen titreşim, sıcaklık değişimi, malzeme yapısındaki ve karakteristiğindeki değişimler, çevresel bozucu faktörler gibi dinamik olumsuzluklar altında çalışmaktadır. Bu olumsuzluklar PID kontrol gibi klasik kontrolcüler kullanılarak bertaraf edilmesinde yeterince tatmin edici sonuçlar almak mümkün olamamaktadır. Bundan dolayı, bozucu girişlere, sistemlerin değişen parametrelerine, modellenemeyen dinamiklere, hesap edilemeyen çevre faktörlerine karşı daha dirençli kontrol sistemi arayışları devam etmektedir. Bu sorunun çözümünde belirsizliklerin sistem cevabına etkisini en aza indirebilen kayan kipli kontrol yöntemi gittikçe yaygınlaşmakta ve özellikle modelden bağımsız geliştirilen türleri tercih edilmektedir [1].

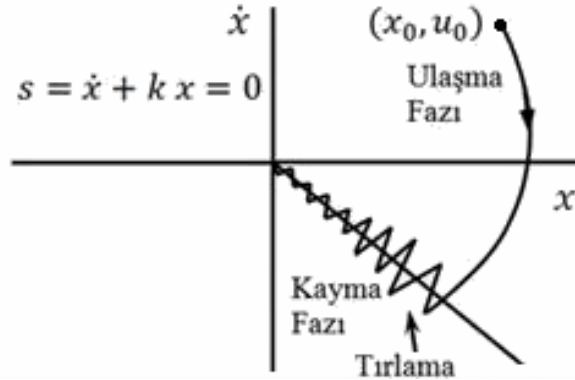
Ancak, sistemin modellenmesinde, modelleme için yeterli zamanın olmaması, modelleme için sistemi parçalarına ayırmanın her zaman mümkün olamaması, modelleme hatalarından kaçınılamaması, karmaşık sistemlerin modellenmesi için yeterli yetkinliğe sahip olunmaması, modeldeki parametrelerin belirsiz değişimler göstermesi ve eşdeğer kontrol sinyalinin doğrusal olmayan modelden analitik olarak elde edilememesi gibi çok sayıda güçlükler sözkonusudur.

Bu bildiride, modellemeye ihtiyaç duyulmaksızın, belli bir kalite seviyesine kadar birçok gerçek sistemin kontrolünde yeterince işe yaradığı tecrübe edilen kolay ayarlanabilir modelden bağımsız pratik bir kayan kipli kontrol yöntemi ele alınmaktadır. Yöntem endüstriyel kontrol alanında çok sayıda sistemin modelden bağımsız hassas ve gürbüz kontrolü için önerilmektedir.

2. KAYAN KIPLİ KONTROL

Kayan kipli kontrol, uygun şartlar yerine geldiğinde, sistemdeki belirsizliklere, parametre değişimlerine ve bozuculara rağmen istenilen dinamik davranışı sağlayabilen son derecede gürbüz bir kontrol tekniğidir. 1950’lerde ilk defa Emelyanov tarafından ortaya atılan teknik, gelişen hızlı anahtarlama teknolojisi ve 1977 yılında ilk kez Vadim Utkin’in İngilizce makalesi ile ciddi anlamda gündeme gelmiş, günümüze kadar da gittikçe artan bir ivme ile kullanım alanı genişlemiştir [2].

Kayan kipli kontrolün temeli gürbüz kontrol olarak bilinen “değişken yapıli kontrole” dayanmaktadır. Kayan kipli kontrol (KKK) yönteminde, sonsuz anahtarlama geribesleme kontrolü kullanılarak, doğrusal veya doğrusal olmayan sistem, durum uzayında tanımlanan yüzey üzerine çekilir (ulaşma fazı) ve yüzey üzerinde tutulur (kayma fazı) (Şekil 1). Kayma yüzey (s), arzu edilen sistem cevabını verecek şekilde durum uzayında durum değişkenleri cinsinden tanımlanır. Sistem kayma yüzeyine bir kez ulaştığı zaman, kontrol edilen sistem (plant) parametre değişimlerinden ve bozucu etkilerden bağımsız hale gelir [2].



Şekil 1. Kayan kipli kontrol; ulaşma ve kayma fazları

Sistemin kararlılığı (Lyapunov kararlılık kriteri ile) seçilen kararlı yüzey ve kayma koşulu ile sağlanmış olur. Ulaşma fazında, kontrol dinamiği sistem parametrelerine bağlıdır; kayma fazında ise sistemin dinamiği tasarlanan yüzey parametrelerince belirlenir, kayan kipli kontrolün gürbüzlük özelliği kayma fazında daha belirgin, baskın ve geçerli olur. Kayan kipli kontrolcü tasarımında kontrol sinyali u aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

$$u = u_{sw} + u_{eq} \quad (1)$$

Buradaki u_{sw} anahtarlama sinyali, u_{eq} ise eşdeğer sinyal olarak adlandırılır. Anahtarlama sinyali u_{sw} ulaşma fazında etkili olurken eşdeğer sinyal u_{eq} kayma fazında daha etkili olmaktadır [2].

Kayan kipli kontrol süresiz ve anahtarlama kontrol sinyal yapısına sahiptir. Ancak anahtarlama gecikmeleri ve diğer sebeplerden dolayı sistemde tırlama (chattering) meydana gelir. Tırlama, yüksek frekanstaki sistem dinamiklerine de etkiyerek gereksiz yere titreşim oluşturabilecek, sistemin ömrünü kısaltan ve enerji tüketimini artıran olumsuz bir etkidir [2].

Tırlamayı azaltmak ve ortadan kaldırmak için ani geçişleri olan “sign” fonksiyonu yerine “sat” doyma fonksiyonu veya “tanh” fonksiyonu gibi yumuşak geçişleri olan “yumuşatma fonksiyonları” kullanılabilir. Böylelikle yüzeyin yakınlarında daha yumuşak ve azalan sinyal üretilmiş olur. Bu ise kayma yüzeyinin yakınlarında yüzeye paralel sınır tabakalar tanımlanarak ve sinyal bu sınırlar içerisinde yumuşatılarak gerçekleştirilebilir. Pratikte genelde deneme-yanılma yöntemi ile belirlenen δ sınır tabaka kalınlığı, tırlamayı azaltacak kadar büyük, ancak kayan kipli kontrolün gürbüzlüğünü gidermeyecek kadar küçük seçilmelidir [3].

Anahtarlama ve eşdeğer kontrol sinyalleri ile elde edilen kontrol sinyali ile sistemin kararlı çalışıp çalışmayacağını belirlemek için, seçilen pozitif tanımlı bir Lyapunov aday fonksiyonu ile,

$$\frac{1}{2} \frac{d}{dt} s^2 \leq -\eta |s| \quad (2)$$

veya bu ifadenin her iki tarafının türevi alınarak sağ tarafının sifıra eşitliğinden elde edilen

$$s \dot{s} \leq 0 \quad (3)$$

eşitsizliğinin sağlanıp sağlanmadığına bakılabilir. Burada, η pozitif gerçektir sayıdır [4, 5, 6].

3. MODELDEN BAĞIMSIZ KAYAN KIPLİ KONTROL

Klasik kayan kipli kontrol, önceden ifade edildiği gibi, model bilgisi gerektirmektedir. Ancak, sistemin modellenmesinde,

- modelleme için yeterli zamanın olmaması,
- modelleme için sistemi parçalarına ayırmanın her zaman mümkün olamaması,
- modelleme hatalarından kaçınılamaması,
- karmaşık sistemlerin modellenmesi için yeterli yetkinliğe sahip olunmaması,
- modeldeki parametrelerin belirsiz değişimler göstermesi,
- eşdeğer kontrol sinyalinin doğrusal olmayan modelden analitik olarak elde edilememesi gibi çok sayıda güçlükler söz konusudur [3].

Modellemeye ihtiyaç duyulmaksızın, belli bir kalite seviyesine kadar birçok gerçektir sistemin kontrolünde yeterince işe yaradığı uygulamada tecrübe edilen kolay ayarlanabilir modelden bağımsız pratik bir kayan kipli kontrol yöntemi farklı bir bakış açısı ile ortaya çıkmıştır. Şöyle ki, kayan kipli kontrolün yalnızca anahtarlama kontrol sinyali kullanılarak birçok gerçektir uygulamada yeterli sonuç verdiği gözlemlenmiştir [3-6]. Örneğin, sistemin birinci mertebeden bir sistem davranışı göstermesi isteniyorsa, kayma yüzeyi hata cinsinden

$$s = \dot{e} + \lambda e \quad (4)$$

şeklinde ifade edilebilir.

Denklik (1) 'de u_{eq} eşdeğer kontrol sinyali kullanılmayıp, yüzeye çekme görevine ilaveten yüzeyde tutma görevi de u_{sw} anahtarlama kontrol sinyaline yüklenerek, uygun bir yumuşatma fonksiyonu olarak tecrübe edilmiş $\tanh(\cdot)$ ile 'u' kontrol sinyali aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

$$u \approx u_{sw} = \begin{cases} u_{max} & ; \quad s > \delta \\ u_{max} \tanh(s/\delta) & ; \quad \delta > s > -\delta \\ -u_{max} & ; \quad -\delta > s \end{cases} \quad (5)$$

Böylelikle, yüzeyin $\pm\delta$ yakın civarında daha yumuşak ve sürekli bir sinyal, dışında ise süresiz bir sinyal kullanılmış olur. Yani, kontrol, kayma yüzeyinin yakınlarında yüzeye paralel sınır tabakalar tanımlanıp sinyal bu sınırlar içerisinde yumuşatılarak gerçekleştirilebilir. Pratikte, genelde deneme-yanılma yöntemi ile belirlenen δ sınır tabaka kalınlığı, tırlamayı azaltacak kadar büyük, ancak kayan kipli kontrolün gürbüzlüğü yok etmeyecek kadar küçük seçilmelidir [3, 6].

Önerilen modelden bağımsız kontrol mantığında yaklaşım şöyledir. Birbirine dik açılardan bir silindirik cisme normal doğrultuda bakan iki gözlemciden biri "daire", diğeri ise "dikdörtgen" projeksiyon görüntüsünü gözlemler. Yıllardır yalnızca tırlama gidermek için kullanılan (5) denkliğindeki ifade (daire görünüşü), farklı bir bakış açısıyla, yüzeye çekme görevine ilaveten yüzeyde tutma görevi de yüklenen u_{sw} anahtarlama kontrol sinyali ile birlikte (dikdörtgen görünüşü) bir "kontrol mantığı" olarak önerilmektedir.

Böylece, model bilgisine ihtiyaç duyan u_{eq} eşdeğer kontrol sinyaline gerek olmadığından, önerilen kontrol yönteminin de model bilgisine ihtiyacı olmayacaktır. Böylece, “belli bir kalite düzeyine kadar” endüstriyel alanda rahatlıkla kullanılabilir, modelden bağımsız, basit, pratik ve kolay ayarlanabilir bir kayan kipli kontrol yöntemi ortaya çıkmaktadır.

Birinci mertebeden kayma yüzeyindeki λ kazancı ve yumuşatma işleminde kullanılan δ kolaylıkla ayarlanabilir. (1) denkleminde $s = 0$ için birinci mertebeden diferansiyel denlem ile belirlenen hata (e) dinamiğinden yararlanılarak λ kazancı kolaylıkla belirlenebilir. Örneğin, verilen bir yerleşme zamanı (t_s) ve hata bandı ($\pm\delta_{ss}$) için (örneğin) %2 kriterine göre gecikme zamanı $\tau \approx 1/\lambda \approx t_s / 4$ olup buradan kazanç $\lambda \approx 4 / t_s$ olarak bulunabilir. δ ise tırlamayı sönmüleme etkisi yapacak olup deneme-yanılma yöntemi ile tırlamayı azaltacak kadar büyük, ancak kayan kipli kontrolün gürbüzlüğünü gidermeyecek kadar küçük ayarlanabilir. Kaldı ki, λ ve δ , her ikisi de, birçok durumda birinci mertebeden istenilen sistem cevabını verecek şekilde deneme-yanılma yöntemiyle bile kolaylıkla belirlenebilir.

İkinci mertebeden bir sistem cevabı istenmesi durumunda, $s=0$ için ikinci mertebeden diferansiyel denklem ile tanımlanan hata dinamiğinden yararlanılarak s-kayma yüzeyi,

$$s = \ddot{e} + K_d \dot{e} + K_p e \quad (6)$$

şeklinde oluşturulabilir. Burada, K_p ve K_d , sırasıyla, oransal ve türevsel kazançlardır. Örneğin, verilen bir yüzde aşma (δ_p), yerleşme zamanı (t_s) ve hata bandı ($\pm\delta_{ss}$) için,

$$\zeta = -\ln(\delta_p) / \sqrt{\pi^2 + \ln(\delta_p)^2} \quad (7)$$

$$\omega_n \approx 4 / \zeta t_s \quad ; \text{ \%2 hata kriteri için (örneğin)} \quad (8)$$

olarak bulunup, kontrolcü kazançları,

$$K_p = \omega_n^2 \quad (9)$$

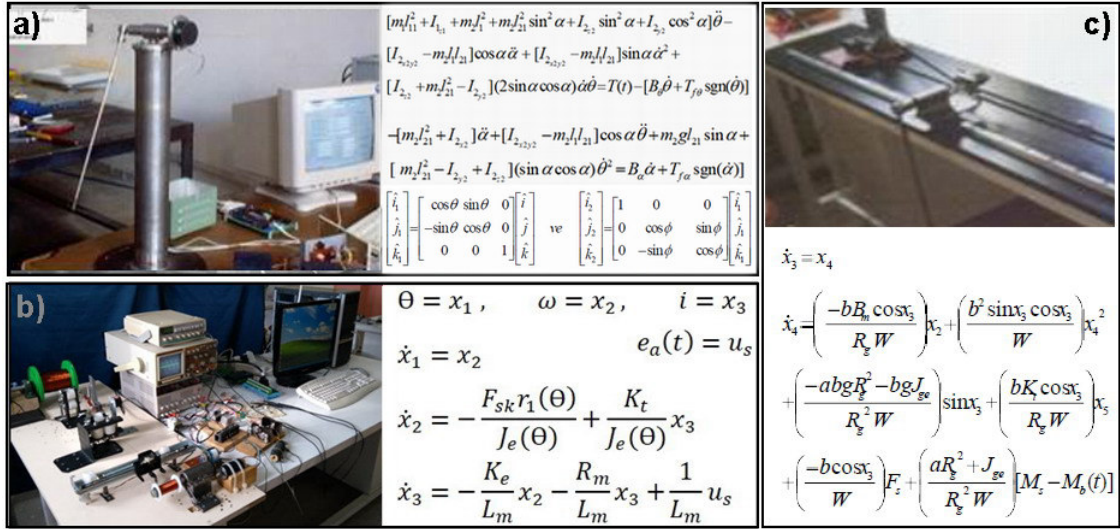
$$K_d = 2\zeta\omega_n \quad (10)$$

şeklinde hesaplanabilir [7]. Burada, ζ ve ω_n , sırasıyla sönmü oranı ve doğal frekanstır.

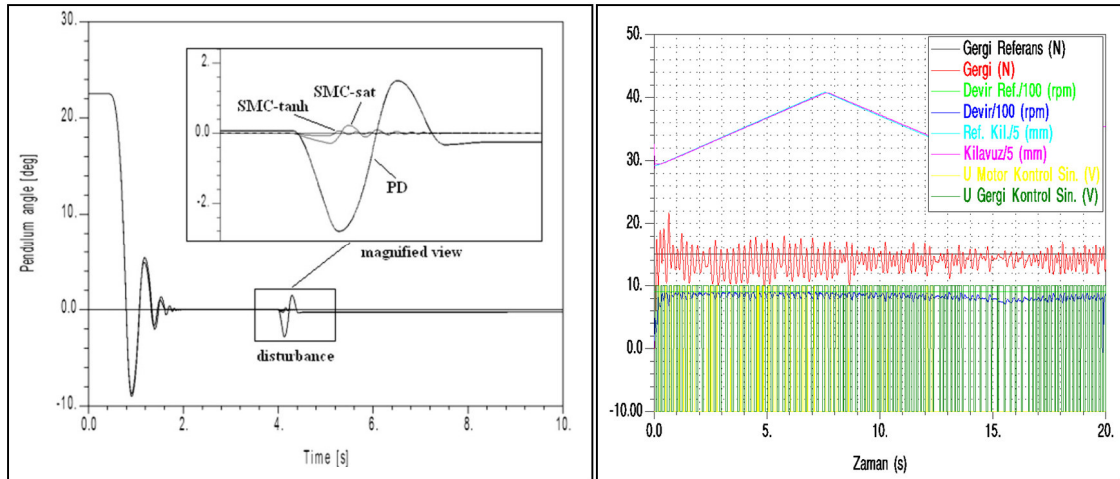
4. GERÇEK UYGULAMA ÖRNEKLERİ

Önerilen model bağımsız kontrol sistemi Şekil 2 ‘de görülen a) dönel ters sarkaç sistemi [3,4], b) gergi kontrollü bobin sarım sistemi [6] ve c) arabalı ters sarkaç sistemi [5]) gibi son derece doğrusal olmayan sistemlere başarı ile uygulanmıştır. Şekildeki bu üç sistem yöntemin üzerinde uygulandığı sistemlerden bazılarıdır. Önce uygulamalı sonra da teorik olarak yapılan çalışmalarda yöntemin eşdeğer kontrol sinyali kullanılan model bağımlı durumlara yakın sonuçlar verdiği görülmüştür (Şekil 3). Özellikle ters sarkaç sistemleri, doğrusal olmayan kontrol teknikleri geliştirilen laboratuvarlarda bulundurulacak zor test platformlarıdır. Gergi kontrollü bobin sarım sistemi de üç giriş üç çıkışlı karmaşık bir kontrol yapısına sahiptir.

Görüldüğü gibi, servomotor dinamiği de dikkate alınarak elde edilen davranış denklemlerinden uq eşdeğer kontrol sinyalinin çekmek analitik olarak imkansız gözükmektedir. Ayrıca, gerçek sistem parametrelerinin hassas ve doğru olarak belirlenmesi de son derece zahmetli bir iştir ve çeşitli belirsizlikleri barındırmaktadır.



Şekil 2. Doğrusal olmayan sistemler: a) Dönel ters sarkaç sistemi b) Gergi kontrollü bobin sarım sistemi c) Arabalı ters sarkaç sistemi (Yozgat Bozok Ü. Müh. Fak. Mekatronik Lab.)



Şekil 3. Deneysel sonuçlar: a) dönel ters sarkaç sistemi b) gergi kontrollü bobin sarım sistemi

5. SONUÇ

Kayan kipli kontrol, bozucular, parametre değişimleri, değişken çevre şartları gibi olumsuz etkiler ve belirsizliklere rağmen istenilen dinamik davranışı sağlayabilen gürbüz bir kontrol yöntemi olup eşdeğer kontrol sinyalinin belirleyebilmek için sistem modelinin tam ve doğru olarak bilinmesi gerekir. Ancak, anıldığı üzere sistemin modellenmesinde çok sayıda güçlükler söz konusudur.

Bu bildiride, modellemeye ihtiyaç duyulmaksızın, belli bir kalite seviyesine kadar birçok gerçek sistemin kontrolünde yeterince işe yaradığı tecrübe edilen kolay ayarlanabilir, modelden bağımsız, pratik bir kayan kipli kontrol yöntemi endüstriyel kontrol alanında çok sayıda sistemin kontrolü için önerilmektedir. Önerilen model bağımsız kontrol yönteminin, anıldığı üzere, son derece doğrusal olmayan gerçek sistemlere başarı ile uygulandığı ve modelden elde edilen eşdeğer kontrol sinyali ile yapılan kontrollerdeki sonuçlara yakın makul sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. Üstelik, çoğu durumda yöntemin PID kontrolden daha hassas ve gürbüz kontrol sağladığı ve ayarının da çok daha kolay olduğu görülmüştür. Sonuç olarak, “belli bir kalite seviyesine kadar” sonuç verebilecek, kolay ayarlanabilir ve pratik, modelden bağımsız bu kayan kipli kontrol yaklaşımının “genel amaçlı bir yöntem” olarak önerilmesinin uygun olduğu görülmüştür.

KAYNAKLAR

Precup, R.-E.; Radac, M.-B.; Roman, R.-C.; Petriu, E.M. (2017). Model-free sliding mode control of nonlinear systems: Algorithms and experiments, *Info. Science*, 381, 176-192, 2017.

Kalaycı, M. B., Yiğit, İ., Pratikte kullanılan bazı kayan kipli kontrol tekniklerinin teorik ve deneysel incelenmesi, *J. Fac. Eng. Arch. Gazi Univ.*, Vol 30, No 1, pp. 131-142, 2015.

Yiğit, İ., Model free sliding mode stabilizing control of a real rotary inverted pendulum, *Journal of Vibration and Control*, Vol. 23(10) 1645–1662, 2017, England.

Yiğit, İ., “Bir dönel ters sarkaç sisteminin tasarımı, imalatı ve darbe eni modüleli kayan kipli kontrolü”, TOK 2006 Sempozyumu, 6–8 Kasım 2006, Ankara.

Yiğit, İ., “Bir arabalı ters sarkaç sisteminin tasarımı, imalatı ve darbe eni modüleli kayan kipli kontrolü”, UMTS2007 Sempozyumu, Haziran 2007, Sivas.

Özenç, O. ve Yiğit, İ., “Bir makara sarım sisteminin modellenmesi, benzetimi ve model bağımsız gergi kontrolü”, Uluslararası 19 Mayıs Yenilikçi Bilimsel Yaklaşımlar Kongresi, 27-29 Aralık 2019, Samsun.

Yiğit, İ., Özgören Kemal., İDER K., ' Modelling and development of computer control method of a five-axis motion simulator ', 5. National Machine Design and Construction Congress, Sept. 1992, METU, ANKARA.

TİYATRO SAHNESİ VE AYDINLATMA TASARIMI İLİŞKİSİ ÜZERİNE BİR TESPİT

Doç. Dr. Erkan AYDINTAN

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, İç Mimarlık Bölümü

ORCID: 0000-0001-8097-2384

Yüksek Lisans Öğrencisi Sümeyye PERVANOĞLU

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İç Mimarlık Anabilim Dalı

ORCID: 0000-0003-4692-6581

ÖZET

Tiyatro sahnesi, antik dönemlerde Yunan dini ritüelleri ile başladığı kabul edilen, belli bir senaryo çerçevesinde düzenlenmiş geçici ve kurgusal bir mekan olarak tanımlanabilir. Kostüm, ışık, ses, dekor gibi birçok tasarım alanını da bünyesinde barındıran sahne tasarımı; zamanla teknolojinin gelişmesi ve tasarım anlayışının değişmesi ile günümüzde oldukça popüler bir meslek alanı haline gelmiştir. Açık hava sahnelerinin, günümüzde ağırlıklı olarak kapalı mekanlara taşınması ile sahne tasarımı için vazgeçilmez bir öğe haline gelen sahne aydınlatma tasarımı da zamanla kendi gelişimini sürdürmektedir. Aydınlatmanın tiyatro sahnesi tasarımındaki yeri genel itibarıyla, sahne dekorunu ve oyuncularını vurgulamak, aynı zamanda yansıtılmak istenilen duygu ve düşüncelerin de seyirciye geçirilmesine yardımcı olmaktadır.

Ayrı ve önemli bir uzmanlık alanı olan aydınlatma tasarımının, tiyatro sahnesine görsel ve algısal boyutta ne tür etkilerinin olduğunu bilmek, sahne tasarımcıları için önemli bir tasarım verisidir. Diğer taraftan, konuyla doğrudan ilişkili yazılı kaynak eksikliği söz konusudur. Hem konuya dikkat çekilebileceği ve hem de konuya ilişkin sistematik bir veri kümesi oluşturulabileceği düşüncesi ile çalışmada, aydınlatma tasarımının tiyatro sahnesindeki yeri ve önemi ile sahne performansı, sahne atmosferi vb. bağlamlar üzerinde ne gibi rollere sahip olduğu belirlenmeye çalışılmıştır. Bu kapsamda öncelikle literatür incelemesi yapılarak, konuya ilişkin ön tespitlerde bulunulmuştur. Daha sonra aydınlatma tasarımı ve sahne tasarımı konularında mesleki deneyime sahip kişiler, yönetmenler ve tiyatro oyuncularını ile gerçekleştirilen anket çalışması sonucu uygulamaya dayalı güncel veriler elde edilmiştir. Son olarak, her iki veri grubu sentezlenip aydınlatma tasarımının tiyatro sahnesindeki yeri ve önemine ilişkin bir veri paketi oluşturulmuştur. Sonuç olarak aydınlatma tasarımının tiyatro sahnesi tasarımı sürecinde yarattığı etkiler özetle; oyuncuların ve dekor öğelerinin vurgulanması, renk değişimleri ile tiyatro oyunundaki duyguların yansıtılması için önemli olduğu, renk, hareket, parlaklık, yoğunluk bileşenleri ile birlikte metin ve yönetmen direktifleri doğrultusunda ışık tasarımının yapıldığı ve zaman, mekan ve duygu atmosferlerinin yansıtılması için aydınlatma tasarımının büyük rol oynadığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Aydınlatma, Işık, Sahne Tasarımı, Aydınlatma Tasarımı, Tiyatro Sahnesi

A DETERMINATION ON THE RELATIONSHIP OF THE THEATER STAGE AND LIGHTING DESIGN

ABSTACT

The theater scene can be defined as a temporary and fictional space arranged within a certain scenario, which is considered to have emerged with Greek religious rituals in ancient times. Stage design, which also includes many design areas such as costume, light, sound, decor, has become a very popular profession today with the development of technology and with the change of design philosophy over time. Stage lighting design, which has become an indispensable element for stage design with the fact that outdoor scenes are mainly moved to indoor spaces, continues its development over time. The place of lighting in theater stage design generally emphasizes the stage decor and the actors, and at the same time helps to convey the feelings and thoughts that are desired to be reflected to the audience.

Knowing the visual and perceptual effects of lighting design, which is a separate and crucial area of expertise, on the theater stage is an important design data for stage designers. On the other hand, there is a lack of written sources directly related to the subject. In the study, with the idea of both shedding light on the issue and to create systematic dataset related to subject, the role and importance of lighthting design on the theater stage and its role in the contexts such as stage performance and stage atmosphere were tried to be determined. In this context, preliminary determinations were made on the subject by firstly reviewing the literature. Later, application based actual data was obtain as a result of a survey conducted by with people who have professional experience in lighting design and stage design, directors and theater actors. Finally, both data groups were synthesized and a data package was created regarding the place and importance of lighting design on the theater stage. As a result, the effects of lighting design in the theater stage design process are summarized; It has been determined that emphasizing the actors and decor elements is important for reflecting the emotions in the theater play with color changes, light design was made in line with the text and director's directives together with the color, movement, brightness, intensity components, and lighting design plays a major role in reflecting the atmosphere of time, space and emotions.

Keywords: Lighting, Light, Stage Design, Lighting Design, Theater Stage

1. GİRİŞ

Yunan dini ritüelleri ile başladığı kabul edilen sahne tasarımı aynı zamanda bir yere toplanıp etkinlikler düzenleme ihtiyacıyla birlikte ortaya çıkmış, kurgusal ve geçici mekanlar olarak tanımlanabilir (Oğuzhan, 2013 ve Uysal, 2016). Sahne tasarımı, zamanla teknolojinin gelişmesi ve tasarım anlayışının değişmesi ile günümüzde oldukça popüler bir meslek alanı haline gelmiştir. Tiyatro sahnesi tasarımı ışık, kostüm, ses, makyaj, dekor gibi birçok sanat dalını da aynı zamana bünyesinde barındırmaktadır. Aydınlatma tasarımı, birçok yönü ile sahne tasarımının önemli bileşenlerinden biri olma özelliği taşımaktadır.

Açık hava sahnelerinin, günümüzde ağırlıklı olarak kapalı mekanlara taşınması ile sahne tasarımı için vazgeçilmez bir öge haline gelen sahne aydınlatma tasarımı da zamanla kendi gelişimini sürdürmektedir (Gardner, 2010). Tiyatro sahnesinde aydınlatma tasarımının amaçlarından bazıları, sahne dekorunu, oyuncularını vurgulamak ve ayrıca sanatçıların sergilemiş oldukları duygu ve düşünceleri renk, ışık, parlaklık ve dokuyla birlikte izleyicilere yansıtılmasına aracı olmaktır.

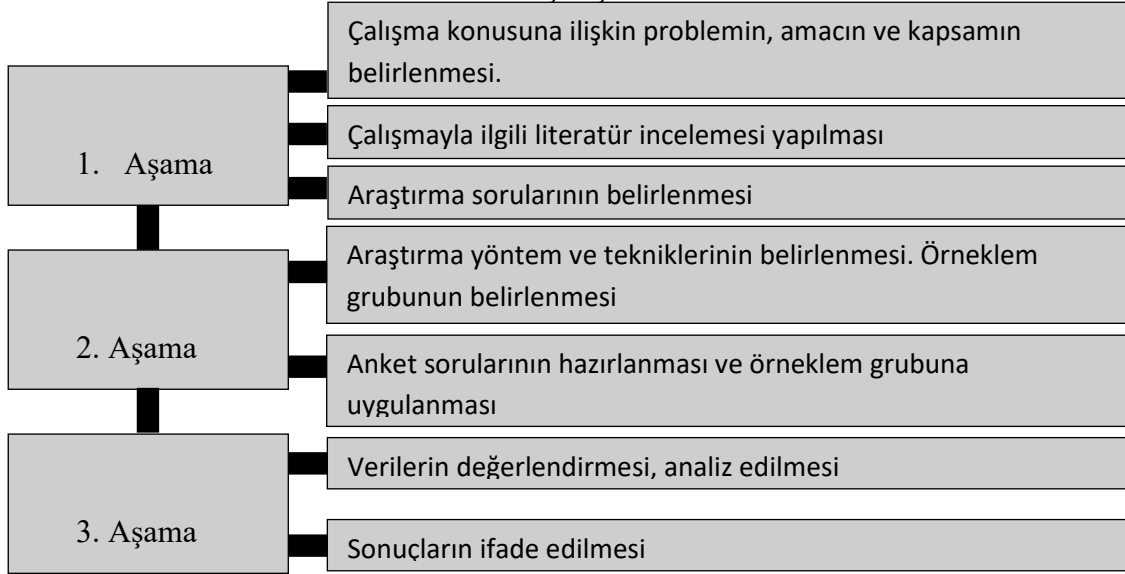
Tasarımı yapılan ışık, sahnelenecek oyun, yönetmenin ve oyuncuların tutumuyla da büyük oranda ilişkilidir (Oğuzhan, 2013). Aydınlatma, sanat ve sanatçıyı birleştirip bir bütün haline getirerek seyirci ile karşılıklı bir ambiyans yaratmaktadır. Bundan dolayı ışık yoğunluğu ve renk seçimi sahne vurgusu, zaman ve duygu aktarımı açısından oldukça önemli bulunmaktadır.

Aydınlatma tasarımının renk, parlaklık, yoğunluk, hareket, konum vb. gibi özelliklerinin, sahne tasarımında, oyuncu, seyirci, sahne dekoru vb. üzerinde önemli rol oynadığı düşünülmektedir. Bu düşünce ile çalışmada temel amaç, tiyatro sahnesinde aydınlatma tasarımının önemini somut veriler ile vurgulamaktır.

2. ARAŞTIRMA YÖNTEMİ

Çalışmanın; belli bir problem alanı özelinde literatürde var olduğu, yapılan ön okumalar ile belirlenen boşluğu doldurmaya yönelik olduğundan ve elde edilen kuramsal bilgiler, deneysel araştırmalar ile sınanabileceğinden “Temel Araştırmalar” grubunda olduğu söylenebilir. Çalışma 3 aşamadan oluşmaktadır (Tablo 1).

Tablo 1. Çalışma Strüktürü



1. Aşama: Öncelikle çalışmanın materyalleri olan; bilimsel araştırmalar, makaleler, tezler, kitaplar ve bildiriler üzerinden okumalar ve çıkarımlar yapılarak ön tespitlerde bulunmuş, çalışmaya ilişkin problem, amaç ve kapsam belirlenmiştir. Bu aşamada son olarak, araştırma soruları ortaya koyulmuş ve aşağıda ifade edilmiştir.

-Aydınlatma tasarımının tüm dinamikleri ile birlikte tiyatro sahnesindeki rolü ve diğer tasarım unsurları (ışık, ses, dekor) ile ilişkisi nedir?

-Aydınlatma tasarımının tiyatro sahnesindeki rolü konusundaki literatür verileri ile tiyatro sahnesinin paydaşlarının (sahne tasarımcısı, aydınlatma tasarımcısı, yönetmen, oyuncu) görüşleri arasında nasıl bir ilişki vardır?

-Tiyatro sahnesinin paydaşları arasında konuya ilişkin görüşleri açısından nasıl bir ilişki vardır?

2. Aşama: İlk olarak bu aşama altında sahne tasarımı ve sahne tasarımında aydınlatmanın yeri ve önemi hakkında ulaşılmış olan bilgiler incelenmiştir. Literatür verilerinin yanı sıra tecrübeye dayalı veri elde edilmesi de konunun çok boyutlu olarak irdelenebilmesi, güncel bakış açılarının yakalanarak paylaşılması adına önem taşımaktadır. Bu çerçevede, tiyatro sahnesinin paydaşları olan sahne tasarımcısı, aydınlatma tasarımcısı, yönetmen ve oyuncuların anket tekniği ile görüş alma yoluna gidilmiştir. Bu amaçla öncelikle uygun olan örneklem grubunun belirlenmesi ve katılımcılara ulaşılması noktasında Trabzon Devlet Tiyatrosu Müdürlüğünden ve tiyatro oyuncularından yardım alınmıştır. Daha sonra aydınlatma tasarımının tiyatro sahnesindeki rolüne açıklık getirmek amacıyla uygulanacak olan anket çalışmasının föyü hazırlanmıştır. Üç soru grubundan oluşan ankette örneklem grubunun mesleği ve mesleki deneyim süreleri vb. demografik veriler sorgulanmıştır. Daha sonra aydınlatma tasarımının tiyatro sahnesindeki yeri ve önemi, aydınlatma tasarımının; dekor tasarımı, ses tasarımı ve oyuncu ile ilişkisi ve son olarak da aydınlatma tasarımında nelerin önem taşıdığı hakkında 3 adet açık uçlu soru sorulmuştur. Diğer bir soru grubunda ise; aydınlatma tasarımının sahne olgusu içindeki önemi, aydınlatma tasarımında ışık renginin önemi, sergilenen oyunun duygusunda aydınlatma tasarımının etkisi, aydınlatma armatürlerinin sahne tasarımı üzerindeki etkisi ve son olarak da tiyatro sahne aydınlatmasının diğer sahne (konser sahnesi, lansman sahnesi vb.) aydınlatmalarından farkları 5 adet kapalı uçlu soru ile sorgulanmıştır.

3. Aşama: Literatürden elde edilen veriler ve 2 sahne tasarımcısı, 7 ışık tasarımcısı, 3 yönetmen, 8 oyuncu ile yapılan görüşmeler sonucunda elde edilen anket verileri değerlendirilerek sentezlenip aydınlatma tasarımının tiyatro sahnesindeki yeri ve önemine ilişkin bir veri paketi oluşturulmuştur.

3. SAHNE TASARIMINDA AYDINLATMA OLGUSU

Sahne, yönetmenin ve oyuncuların anlatımını ve evrenini ortaya çıkartan, yönetmenin tasarım alanıyla orantılı bir şekilde oluşturduğu sonsuz anlatım sağlayabildiği oyun yeridir (Yıldız, 2005). Tiyatro sahnesi 6. yüzyıl başlarına kadar uzanan bir geçmişe sahip ve Yunan dini ritüelleri ile başlayan bir alandır (Oğuzhan, 2013). Elektriğin ortaya çıkması ve akkor lambanın icadıyla bir asırdan biraz daha uzun bir süre önceye dayanan modern sahne aydınlatmasının tarihi ise nispeten kısadır (Wolf ve Block, 2013).

Sahne tasarımının oluşumunu belirleyen etmenlerden biri ışık iken, diğerleri metin kurgusu, yönetmen ve ekibin kurguladığı kavramsal çerçeve, dekor, kostüm vb.'dir. (Wolf ve Block, 2013). Tiyatro sahnesinde fiziki ortam öğelerinden bir tanesi olan ışık ve bunun uygulanma durumu olan aydınlatma elemanları belirleyici, vurgulayıcı ve yansıtıcı özellikleri ile birlikte sahnedeki olguyu etkili bir şekilde aktaran araçlardan bir tanesidir (Pekin, 2016). Işık, en basit şekliyle görülmesi gerekenleri ortaya çıkarmayı sağlar. Yoğunluğu bir nesnenin ne kadar iyi görüldüğünü, yönü ne şekilde görüldüğünü belirler ve rengi ise nesnenin rengini kontrol eder (Wolf ve Block, 2013).

Etkili sahne aydınlatması yalnızca seyircilerin oyunun aksiyonunu görmesini sağlamakla kalmaz, aynı zamanda prodüksiyonun tüm görsel unsurlarını birbirine bağlar ve izleyicinin oyunu anlamasını, senaryoya uygun bir ruh hali ve atmosfer yaratmasına yardımcı olmaktadır (Gillette ve Dionne, 2000). Sahne aydınlatması ayrıca sergilenen eser ve performans arasındaki bütünlüğü, yansıtılmak istenilen duygu ve eserin uyumlu olarak yansıtılmasını sağlamaktadır (Gardner, 2010).

Aydınlatma tasarımı, esnek ve değişken bir yapı oluşturmaktadır. Teknik ve aynı zamanda estetik bir özellik sunan aydınlatma tasarımı, dekoratif öğeleri, dokuları oluşturmada ve yansıtmada kullanılan etkili unsurlardan birisidir (Yıldız, 2007). Dekorlarla birlikte desteklenen ve bununla birlikte tasarlanan aydınlatmalar bir kompozisyon oluşturmaktadır. Aydınlatma tasarımcısının kontrol edebileceği ışık öğeleri dört kategoriye ayrılmaktadır. Bunlar dağılım, yoğunluk, hareket ve renktir (Gillette ve Dionne, 2000 ve Gençaydın, 2003). Aydınlatmada dağılım, ışığın bir alana, aktöre veya nesneye yaklaştığı yön, ışığın kapladığı alanın şekli ve boyutu, ışığın kalitesi, yayılması veya berraklığı şeklinde tanımlanıp sahne aydınlatma tasarımı bu olgulara göre oluşturulmaktadır. Yoğunluk ise, sahneye ya da oyuncuya vuran gerçek ışık miktarı ve parlaklık seviyesidir. Sahnenin tüm bileşenleri, değişmekte olan ışık yoğunluklarına bağlıdır. Ayrıca, yoğunluk bir sahnenin ruh halini ve atmosferini önemli ölçüde etkilemektedir. Hareket, sahne aydınlatması için oldukça önemli bileşenlerden bir tanesidir. Işık kayması gerçekleştirilerek hareket odağı ve kompozisyon oluşturulabilir. Aydınlatma tasarımında renk, tasarımcının oldukça güçlü bir şekilde kullandığı araçtır. Uygun şekilde renklendirilmiş ışığın kullanılması, seyircinin oyunu anlamasına ve tepki göstermesine yardımcı olmaktadır. Aynı zamanda renk, ışığın en etkili ve dramatik elemanı olarak düşünülebilir (Gillette, Dionne, 2000 ve Wolf, Block, 2013). Aydınlatma tasarımı günün vaktini, çevreyi, duyu ve düşünceleri, ruh halini yansıtmada yardımcı olmaktadır (Şekil 1, Şekil 2). Örneğin yağmurlu bir günü gri, ay ışığının parlaklığını mavi, romantik bir görünüm için mor ve pembe renkler kullanılabilir (Shimizu, Paris, Fisher, Yumer, ve Fatahalian, 2019).



Şekil 1 ve Şekil 2. Christophe Forey'in Giuseppe Verdi-İl Trovatore Sahne Tasarımı (URL 1 ve URL 2)

Görüldüğü üzere sahnede oluşturulan aydınlatma tasarımı mekanı, kurguyu ve sahnede sergilenen oyunun etkili bir şekilde aktarılmasını sağlamaktadır. Ayrıca aydınlatmayla birlikte yönetmenin kurguladığı oyunda verilmek istenilen zaman, duyu ve mekan geçişlerini renk, yoğunluk, parlaklık ve hareketlerle birlikte güçlü bir şekilde seyirciye aktarabildiği görülmektedir.

Işığın yoğunluğu gölge ve yansımalar ile birlikte hareketli bir görsel algı oluşturulmaktadır. Sahnede kullanılmakta olan sert ve yumuşak ışık, geçişler için önemli bir rol oynamaktadır (Şekil 3). Sert ışık kullanımı gölgeleri daha keskin ve net gösterirken, yumuşak ışık gölge düşürmemektedir. Kullanılan sert ışık duyu geçişleri için oldukça önemlidir (Yıldız, 2007). Gölge oluşumları ve daha karanlık ve karamsar ortam, olayları yansıtmak için aydınlatmanın renk ve dozları kısılmaktadır (Ciritoğlu, 2019).

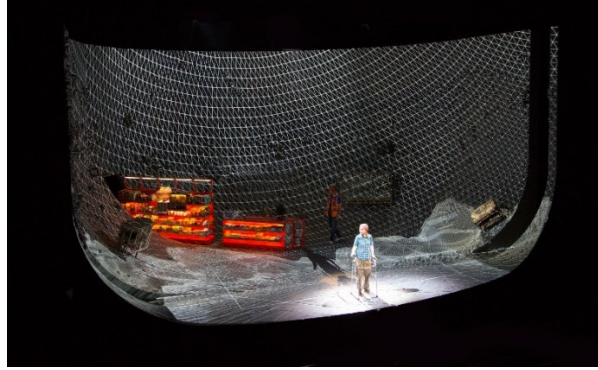
Buradan çıkışla sahne tasarımında aydınlatma tasarımının; sergilenmekte olan oyunun görsel anlatımını, sunumun etkisini ve oluşturduğu ambiyansı yansıtmada önemli bir araç olduğu söylenebilir.



Şekil 3. Es Devlin'in Hamlet Sahne Tasarımı (URL 3)

Dijital aydınlatma tasarımı sahne aydınlatma tasarımında kullanılan başka elemanlardan bir tanesidir. Bu uygulanan aydınlatma tasarımının önemli özelliklerinden biri oyuncu ile oyun arasında karşılıklı bir etkileşim ortamı oluşturmaktır (Yenice, 2019). Dijital aydınlatmanın sanal bir ortamda oluşturulup sergilenmesi, oluşturulmuş olan eser ile seyirci arasında geleneksel mesafeyi yok ederek seyirciyi eserin bir parçası haline getirmektedir (Cancat, 2018).

Bu aydınlatma türü oldukça esnek ve istenilen açıyı ve perspektifi oluşturarak seyirciye algılabilmektedir (Şekil 4).



Şekil 4. Es Devlin'in Ugly Lies the Bone Sahne Tasarımı (URL 4)

4. BULGULAR

4.1. SAHNE TASARIMINDA AYDINLATMA OLGUSU ÜZERİNE LİTERATÜR KAYNAKLI TESPİTLER

Literatür çalışması sonucunda elde edilen genel bilgi, aydınlatma tasarımının sahne atmosferi, duygu ve doku anlatımları için önemli araçlardan biri olduğudur.

Aydınlatma tasarımının; ışığın dağılımı, parlaklığı, yoğunluğu, renkleri ve hareket özelliklerinin görsel bir kompozisyonda birleştirilmesi sonucu sahnede yansıtılmak istenileni, zamanı (günün vaktini), duygu ve düşünceleri, ruh halini ve mekânsal çevreyi algılamaya olanak sağladığı görülmektedir.

Ayrıca aydınlatma tasarımının, yansıtılan renklerle birlikte sahne atmosferinin değişmesinde önemli rol oynadığı vurgulanmıştır. Benzer şekilde ışığın yoğunluğu, sertliği ve yumuşaklığıyla; oluşturulan gölge ve yansımalar sonucu karamsar ya da ferah ortam algısı yaratılabilmektedir. Son dönemlerde teknolojik gelişmelerle birlikte popülerlik gösteren dijital aydınlatmanın ise mekan ve perspektif algısını değiştirerek, sanal bir ortam oluşumu ortaya koyduğu tespit edilmiştir.

Literatür okumaları sonucunda aydınlatma tasarımının tiyatro sahnesindeki rolüne ilişkin varılan tespitler; oyun, oyuncu, oyun mekanı, oyun dekoru, oyuncu ve oyun ilişkisi, oyun ve seyirci ilişkisi başlıkları ile sınıflandırılarak sıralanmıştır (Tablo 2).

Tablo 2. Aydınlatma Tasarımının Tiyatro Sahnesindeki Rolüne Dair Elde Edilen Literatür Bulguları

Açısından	Oyuncu Açısından	Dekoru Açısından
•Oyunun aksiyonunu algılatır.	•Duygu geçişleri sağlar. •Ruh hali yaratır.	•Dekoratif öğeleri ve dokuları oluşturur, yansıtır. •Dekor tasarımının bir parçasını oluştura bilir. •Dekor öğelerini birleştirir.
Oyuncu ve Oyun İlişkisi Açısından	Oyun Mekanı Açısından	Oyun ve Seyirci İlişkisi Açısından
•Oyuncu ve oyun arasındaki etkileşimi sağlar. •Oyuncu performansı ve oyun arasındaki bütünlüğü sağlar. •Duygu ve oyun arasındaki uyumu sağlar.	•Atmosfer yaratır. •Günün vaktini yansıtır. •Hava koşullarını yansıtır. •Hareket odağı oluştura bilir. •Esnek ve değişken bir yapı oluşturur.	Seyirciyi, eserin bir parçası haline getire bilir.

4.2. SAHNE TASARIMINDA AYDINLATMA OLGUSU ÜZERİNE MESLEK PROFESYONELLERİ ÜZERİNDEN ELDE EDİLEN TESPİTLER

Tiyatro sektörünün paydaşları ile yapılan anket çalışmasına çoğunlukla 40'lı yaşlarda olmak üzere 32-63 yaş aralığındaki meslek profesyonelleri katılmıştır. Mesleklerini ortalama 20 ile 30 yıl arasında icra etmiş olan yönetmen, oyuncu ve sahne tasarımcıları, kendi alanları ile ilgili eğitim almış, buna karşın ışık tasarımcıları çoğunlukla elektrik elektronik alanında eğitim almıştır.

Anket çalışması sonucunda katılımcıların cevapları üzerinden elde edilen verilere bakıldığında, tiyatro sahnesinde aydınlatma tasarımının önemli bir yere sahip olduğu ortaya çıkmaktadır. Her bir soruya karşılık alınan cevaplar öz olarak şöyle ifade edilebilir:

-Aydınlatma tasarımının, sahne tasarımındaki yeri sorgulandığında; olayların akışına, oyundaki hareket, mimik ve aksiyonların görülmesine yardımcı olduğu, duygu geçişlerine, mekanın, zamanın ve atmosferin oluşumunda etken olduğu, ruh halinin yansıtılmasında önemli rol oynadığı ifade edilmiştir. Ayrıca seyirciye oyunu algılatırken, oyunun önemli anlarını vurgulayarak dekor tasarımını da desteklediği belirtilmiştir.

-Aydınlatma tasarımının; dekor tasarımı, ses tasarımı ve oyuncu ile ilişkisi sorgulandığında tüm birimlerin kolektif bir şekilde çalışarak tiyatro oyununun bütünü oluşturduğu verisi elde edilmiştir.

-Aydınlatma tasarımının, sahne olgusu içindeki en önemli kısımlardan biri olup olmadığı, nedenleri ile birlikte sorgulandığında, tüm katılımcılar önemli olduğunda hemfikir olmuştur. Bu düşüncelerinin nedenlerini sıralarken aydınlatmanın oyuncu için destekleyici bir unsur olduğu, seyirci ile ilişki kurarak dramatik olguya katkı sağladığı, gerçekçiliğin ve illüzyonun oluşturulmasında önemli rol oynadığı, zaman, mekan ve duygu aktarılmasında önemli bir bileşen olarak sahnede atmosfer oluşumuna yardımcı olduğu belirtilmiştir.

-Tiyatro sahnesinde sergilenen oyunlarda verilmek istenilen duygular üzerinde aydınlatma tasarımının ne tür etkisi olduğu sorgulandığında; ışığın açısı ve renginin konum, mekan, zaman ve genel ruh halinin belirlenip yansıtılmasında önemli rol oynadığının vurgulandığı görülmüştür. Ayrıca aydınlığın ve karanlığın mekânsal atmosfer oluşumunda etkili olduğu ve oyunda sergilenen duyguların ön plana çıkarılmasına aracı olduğu ifade edilmiştir. Son olarak oyuncu, dekor ve malzemelerin vurgulanmasında aracı olduğu belirtilmiştir.

-Aydınlatma tasarımında, ışık renginin sahnedeki rolü konusunda yapılan sorgulamada; sıcak ve soğuk atmosfer oluşturmaya, mevsim, gün, saat gibi zaman algısının yansıtılmasına yardımcı olduğu belirtilmiştir. Ayrıca ışık renginin, iç ve dış mekan algısının oluşturulmasında ve duyguların yansıtılmasında önemli rol oynadığı ifade edilmiştir. Son olarak, diğer sanat dallarıyla birleşerek ve yönetmenin oyundaki tutumuyla birlikte oyunun akışında ve niteliğinde değişiklikler oluşturulabildiği vurgulanmıştır.

-Aydınlatma elemanlarının sahne tasarımı üzerinde etkisi olup olmadığı sorgulandığında; aydınlatmanın uygun ve doğru bir açıda kullanılmasıyla duygu ve görsel etkilerin yansıtılmasında önemli rol oynadığı işaret edilmiştir.

-Tiyatro sahne aydınlatmalarının diğer sahne aydınlatmalarından ne tür farklara sahip olduğu sorgulandığında; tiyatro sahnelerinin dramatik bir yapıda olduğu, böylece görsellikten çok duyguyu, zamanın ve mekanın oluşumunu desteklediği, ayrıca senaryo ön planda olduğundan daha fazla detay gerektirdiği, diğer sahne aydınlatmalarının ise genel ışık planıyla gerçekleştirildiği vurgulanmıştır.

-Son olarak aydınlatma tasarımında neyin önemli olduğu sorgulandığında; tasarımcının, tiyatronun bileşenlerinin, ışık açısının, ışık kalitesinin, metnin ve yönetmenin tutumunun, oyun bütünlüğünün, oyun geçişlerinin, oyuna bakış açısının, kullanılan teknolojinin, yaratıcılığın, dramatik olanın ve oyunun atmosferinin öne sürüldüğü görülmüştür.

Anket sonucunda elde edilen tüm veriler, aydınlatma tasarımının tiyatro sahnelerindeki rolü bağlamında birleştirilmiş ve sınıflandırılmıştır (Tablo 3).

Tablo 3. Aydınlatma Tasarımının Tiyatro Sahnesindeki Rolüne Dair Elde Edilen Anket Bulguları

Açısından <ul style="list-style-type: none">•Oyunun anlaşılabilirliğini artırır.•Senaryoyu ön plana çıkarır.•Oyunun önemli anlarını vurgular.•Oyunun aksiyonunu algılatır.•Olayların akışını algılatır.•Dramatik olana katkı sağlar. Oyuncu ve Oyun İlişkisi Açısından <ul style="list-style-type: none">•Duygu ve oyun arasındaki uyumu sağlar. Dekoru Açısından <ul style="list-style-type: none">•Dekor tasarımını destekler.•Destek bileşenler vurgulanır.•Aydınlatma rengi dekoru desteklemektedir.	Oyuncu Açısından <ul style="list-style-type: none">•Duygu aktarılmasına yardımcı olur.•Oyuncuları vurgular.•Ruh hali yaratır.•Hareket, mimiklerin algılanmasına yardımcı olur. Oyun Mekanı Açısından <ul style="list-style-type: none">•Zaman kavramını belirler.•İç ve dış mekan algısını oluşturur.•Sıcak ve soğuk mekanları tanımlar.•Sahnedeki atmosfer oluşturmasına yardımcı olur.•Karanlılığı, aydınlığı yansıtır.•Esnek ve değişken bir yapı oluşturur.	ve Seyirci İlişkisi Açısından <ul style="list-style-type: none">•Seyirciye mesaj iletir.•Seyirciye oyunu algılatır.•Seyirci ile ilişki kurulmasına yardımcı olur.•Seyirci üzerinde görsel etki bırakır. Oyun Mekanı ve Oyun İlişkisi Açısından <ul style="list-style-type: none">•Doğru açı ile uygun biçim oluşturulur.•Gerçekçiliğin ve sahne illüzyonunun oluşturulmasına yardımcı olur. Oyuncu ve Oyun Dekoru İlişkisi Açısından <ul style="list-style-type: none">•Oyuncunun ve malzemelerinin vurgulanmasında rol oynar.
--	---	---

5. SONUÇLAR

Tiyatro sahnesinde aydınlatma tasarımı modern sahne sanatlarında önemli bileşenlerden biridir. Çalışmada aydınlatma tasarımının bu alandaki rolünü hem literatür üzerinden okumak, hem de konuya ilişkin tecrübeye dayalı güncel verileri tiyatro olgusu içinde çeşitli kademelerde yer alan paydaşlardan, anket tekniği ile elde etmek hedeflenmiştir. Bu hedef doğrultusunda sorulan; “Aydınlatma tasarımının tüm dinamikleri ile birlikte tiyatro sahnesindeki rolü nedir?” şeklindeki araştırma sorusuna karşılık gelen veri kümesi oluşturulmuş (Tablo 4), aydınlatmanın tiyatro sahnesinde farklı boyutlarda (oyun, oyuncu, seyirci, oyun mekanı, oyun dekoru) etken olduğu görülmüştür.

Tablo 4. Aydınlatma Tasarımının, Tiyatro Sahnesindeki Rolü

Oyun Açısından	<ul style="list-style-type: none">*Anlaşılabilirliği artırma*Olay akışını algılatma*Senaryoyu öne çıkarma*Önemli anları vurgulama*Aksiyonu algılatma*Dramatize etme	Oyuncu ve Oyun İlişkisi Açısından	<ul style="list-style-type: none">*Duygu, oyun uyumu*Oyuncu, oyun etkileşimi*Performans, oyun bütünlüğü
Oyuncu Açısından	<ul style="list-style-type: none">*Duygu aktarımı*Duygu geçişleri*Oyuncu vurgusu*Ruh hali yaratma*Hareket, mimik algısı	Oyuncu ve Oyun Dekorü İlişkisi Açısından	<ul style="list-style-type: none">*Oyuncu, malzeme vurgusu
Oyun Mekanı Açısından	<ul style="list-style-type: none">*Zaman belirleme*Esneklik, değişkenlik oluşumu*İç, dış mekan algısı*Sıcak, soğuk mekan tanımı*Atmosfer yaratma*Hava olayı yansımaları*Hareket oluşumu*Karanlık, aydınlık yansıtma	Oyun ve Seyirci İlişkisi Açısından	<ul style="list-style-type: none">*Mesaj iletimi*Oyunun algılanması*Görsel etki bırakma*Seyirciyi oyunun parçası haline getirme
Oyun Dekorü Açısından	<ul style="list-style-type: none">*Dekorü tamamlama*Dekor öğelerini birleştirmevurgulama*Dekora dönüşe bilme	Oyun Mekanı ve Oyun İlişkisi Açısından	<ul style="list-style-type: none">*Açı ile biçim oluşumu*Gerçeklik, illüzyon oluşumu

Çalışma sonucunda tiyatro sahnesinde aydınlatma tasarımının, yaratılmak istenilen atmosfere ve oyunda verilecek zaman, mekan ve duyguya göre değişiklik gösterdiği görülmüştür. Aydınlatmanın rengi, tonu, parlaklığı, yoğunluğu ve hareketi oyunun gidişatına, metine ve yönetmenin vermek istediği mesaja göre şekillenmektedir. Sahne ışığı oyuncunun hareket, mimik ve duygu durumlarını, o duyguyu çağrıştıracak atmosfer oluşturarak seyirciye yansıtılabilmektedir. Doğru ışık kullanımı gerçekleştiği takdirde seyirciyle sahne arasında büyük bir uyum sağlanarak sahnenin tüm görsel etkisi seyirciye yansıtılabilmektedir. Işık tasarımı, destek bileşen olan gölge, renk ve yoğunluk ile birlikte zaman, mekan, doku ve duygu durumu oluşturmak amacı ile vurgulama ve etki alanları gerçekleştirilebilmektedir. Oyunun vermek istediği mesaja, duyguya ve zamana göre sıcak ya da soğuk tonda renkler kullanılmaktadır.

Çalışma çerçevesinde kurgulanan; “Aydınlatma tasarımının tiyatro sahnesindeki rolü konusundaki literatür verileri ile tiyatro sahnesinin paydaşlarının (sahne tasarımcısı, aydınlatma tasarımcısı, yönetmen, oyuncu) görüşleri arasında nasıl bir ilişki vardır?” sorusuna karşılık şu tespitler yapılmıştır: Literatür okumalarından ve anket çalışmasından elde edilen veriler sonucunda her iki kaynak gurubunda ortak ve farklı noktalar olduğu görülmüştür. Öncelikle genel olarak ifade edilecek olursa; sahne sanatlarının tüm bileşenlerinin kolektif ve birbirini tamamlayıcı özellik gösterdiği anlaşılmaktadır. Işığın vurgulayıcı ve belirleyici olduğu işaret edilerek, hareket ve atraksiyonun oluşturulmasında, atmosferin ve ruh hallerinin yansıtılmasında aydınlatma tasarımının önemli bir yardımcı eleman olduğundan söz edilmiştir. Işık tasarımı gerçekleştirilirken yansıtılmak istenen mekan, zaman, duyu, karanlık, aydınlık durumlarının oluşumunda ışık renginin önemli rol oynadığı vurgulanmıştır. Literatür verileri ve anket verileri karşılaştırıldığında, ağırlıklı olarak ortak yanlar bulunmasının yanı sıra farklı (diğer veri gurubunda olmayan) bilgilere de rastlanmıştır. Örneğin; literatürde ışık ögesinin sert ve yumuşak dağılımından, renginden, yoğunluğundan ve hareketinden bahsedilirken anket çalışmasında yoğunluk ve dağılımdan söz edilmemiştir. Benzer şekilde, ankette yönetmenin tutumunun, oyuncu ve oyun metninin aydınlatma tasarımına etkilerinden bahsedilirken, literatürde bu değişkenlere rastlanmamıştır.

Çalışma çerçevesinde kurgulanan; Tiyatro sahnesinin paydaşları arasında konuya ilişkin görüşleri açısından nasıl bir ilişki vardır?” sorusuna karşılık şu tespitler yapılmıştır: Katılımcıların sorulara verdikleri yanıtlara bakıldığında meslek gruplarının, kendi alanlarına yönelik yanıtlar verdikleri görülmüştür. Örneğin oyuncular, oyuncu ve seyirci odaklı düşünürken, yönetmenler genellikle metin, olayın akışı ve oyun atmosferi üzerinde durmuşlardır. Işık tasarımcıları ve sahne tasarımcıları ise birbirlerine yakın cevaplar vererek renk, duyu, zaman ve mekan odaklı yanıtlar vermişlerdir.

Sonuç itibari ile aydınlatma tasarımının tiyatro sahnesinde oyun, oyuncu, seyirci, oyun mekanı ve dekor üzerinde çeşitli rollere sahip olduğu görülmüştür. Oyunun duygusunu aktarma, zaman ve mekan algısı oluşturma rolünün öne çıktığı belirlenmiştir. Diğer taraftan, literatür verileri ile anket verilerinin konuya ilişkin genel çerçeveyi gösterecek şekilde birbirlerinde eksik olan kısımlar tamamladığı ifade edilebilir.

Aydınlatma tasarımının, çalışma çerçevesinde tespit edilen alanlardaki rollerini nasıl yerine getirdiği ve buna bağlı olarak nasıl geliştirilebileceği bir başka araştırma konusu olarak ele alınabilir. Bu açıdan çalışmanın, sahne aydınlatmasının geleceğine ışık tutacak yenilikçi (inovatif) deneysel araştırmalara katkı vermesi beklenmektedir.

KAYNAKLAR

Yıldız, P. (2007), “Televizyon Stüdyolarında Aydınlatma”, E-Journal of New World Sciences Academy, Hacettepe Üniversitesi, 2(2):112-126, Ankara.

Gardner, O. M. (2010), “Sahne Performanslarında Işığın Rolü Ve Önemi”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Türk Müziği Anabilim Dalı, İstanbul.

Uysal, E. (2016), “Değişen Sahne Olgusu ve Mekan Tasarımına Etkileri”, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Güzel Sanatlar Enstitüsü, Eskişehir.

Wolf, R. C. ve Block, D. (2013), “Scene Design and Stage Lighting”, Cengage Learning, Boston, USA

Gençaydın, İ. (2003), “Işık Ve Renk Kullanımının Sahne Aydınlatmasındaki Yeri”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Gillette, J. M. ve Dionne, R. (2000), “Theatrical Design and Production: An Introduction to Scene Design and Construction, Lighting, Sound, Costume and Makeup”, McGraw-Hill, Yedinci Baskı, New York, USA

Yenice, M. N. (2019), “Sanatta, Yeni Medya Kullanımının Kökenine Dair Bir Araştırma Ve Bir Uygulama Denemesi”, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Medya Tasarımı Anasanat Dalı, Yeni Medya Tasarımı Sanat Dalı, Ankara.

Cançat, A. (2018), “Yeni Medya Sanatı Üzerine”, Güzel Sanatlar Enstitüsü Dergisi, Atatürk Üniversitesi, (40): 165-178, Erzurum.

Ciritoğlu Güner, N. (2019), “Müzikal Tiyatrolarda Esnek Ve Değişebilir Sahne Tasarımı”, Yüksek Lisans Tezi, Başkent Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.

Pekin, Ş. G. (2016), “Tiyatro Sahne Aydınlatma Düzenleri Üzerine Bir Araştırma”, 2.Ulusal Yapı Fiziği Ve Çevre Kontrolü Kongresi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, İstanbul.

Yıldız, P. (2005), “Sahne ve Seyirci Etkileşiminin Tarihsel Gelişiminde Gösterge Bilimsel Açından Bir Analiz”, Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, (13): 425-442, Konya.

Oğuzhan, N. (2013), “Tiyatro Salonlarında Sahne Aydınlatması ile Salon ve Sahne Biçiminin İlişkisi”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Shimizu, E., Paris, S., Fisher, M., Yumer, E. ve Fatahalian, K. (2019), “Exploratory Stage Lighting Design Using Visual Objectives”, In Computer Graphics Forum, 38(2): 417-429.

URL 1. <http://www.christopheforey.org/lumiere/spectacles.html>

URL 2. <http://www.christopheforey.org/lumiere/spectacles.html>

URL 3. <https://esdevlin.com/work/les-troyens>

URL 4. <https://www.dezeen.com/2017/03/07/es-devlin-map-backdrop-set-design-ugly-lies-the-bone-play-virtual-reality-london-national-theatre/>

KENTSEL HAFIZANIN SÜREKLİLİĞİNDE ÖZGÜNLÜK VE BÜTÜNLÜK: TALAS KİLİSELERİ

Yüksek Lisans Öğrencisi Berkan KAHVECİOĞLU

Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı

ORCID: 0000-0003-2061-9815

Prof. Dr. Aysu AKALIN

Gazi Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü

ORCID: 0000-0002-5638-4803

ÖZET

Toplumun her bir bireyi, yaşadığı olaylar ve anılar ile birlikte hafızasını oluştururken, hafıza mekanları da bu tanıklık edilen olayları barındırmaktadır. Bu mekanların özgünlüğü ne kadar iyi korunursa, o yerin aura'sı da o kadar canlı kalacak ve gelecek nesillerin, geçmişin bilincinde olmalarına olanak tanıyacaktır. Fakat kentler, yaşayan bir hücre gibi sürekli gelişen, değişen ve büyüyen bir organizmadır. Dolayısıyla geçmişe dair izler her zaman eskime, silinme ve yok olma riski altındadır.

Makalenin araştırma alanı olan Kayseri İli, Talas İlçesi jeopolitik konumu itibarıyla geçmişten günümüze pek çok medeniyete ev sahipliği yapmıştır. Özellikle Osmanlı Dönemi'nde başta Müslümanların, Ermenilerin ve Rumların birlikte yaşamış olduğu çok uluslu çeşitlilik, bölgedeki katmanlaşmış yerleşim dokusunun esasını oluşturur. Bu kozmopolit yapı içerisinde Müslim-gayrimüslim birlikteliği, bölgenin mekansal çeşitliliğini de etkilemiş, doğallık içinde bir yapılaşma şekillenmiştir. Her mahallede en az bir kilise veya caminin bulunması dokudaki bu çeşitliliği desteklemiştir. Fakat yerleşimdeki bu çok sesli birliktelik; 1915'te Ermenilerin ve 1923 yılında da Lozan Antlaşmasıyla mübadeleye tabi olan Rumların yöreyi terk etmeleri sonucu dağılmış, bölgenin siyasi, sosyal, ekonomik, kültürel ve fiziksel şartları değişime uğramıştır. Son elli yılda artan hızlı nüfusla birlikte yaşanan hareketlilik sonucunda dokudaki değişim ve dönüşüme yönelik müdahaleler, kentsel hafızanın özgünlük ve bütünlüğünü olumsuz yönde etkilemiş ve halen etkilemektedir. Bu çalışma ile; Kayseri İli, Talas İlçesi sınırları içerisinde yer alan kentsel hafıza elemanlarından kilise yapıları, UNESCO Dünya Miras Kriterleri'nden 'özgünlük' (authenticity) ve 'bütünlük' (integrity) kavramları ile birlikte detaylı bir şekilde ele alınmıştır. Bu kapsamda özgünlükleri bozulmuş ya da bozulma riski taşıyan kiliseler beraberinde, dokunun bir parçası iken günümüze ulaşamayan kiliseler de toplumsal bellekle kurduğu ilişkiler ağı bağlamında mercek altına alınmıştır. Çalışma sonucunda özelden Talas kiliseleri olmak üzere geleneksel dokuya bütüncül bir bakış açısıyla yaklaşım sağlanarak tarihi yapıların mülkiyet durumlarıyla ilgili yaşanan gelişmelere dikkat çekilmiş, mekânsal ve sosyal sürekliliğin korunarak devam ettirilebilmesine yönelik öneriler geliştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Özgünlük, Bütünlük, Kentsel Hafıza, Talas, Kilise

AUTHENTICITY AND INTEGRITY IN THE CONTINUUM OF URBAN MEMORY: TALAS CHURCHES

ABSTRACT

Each individual of society creates his or her memory along with the events and memories he or she has experienced, while memory spaces also contain these witnessed events. The better the authenticity of these spaces is preserved, the more alive the aura of that space will remain, allowing future generations to be aware of the past. But cities are an organism that constantly develops, changes and grows, like a living cell. Therefore, traces of the past are always at risk of obsolescence, erasure and extinction.

Kayseri province, Talas district, which is the research area of the article, has been home to many civilizations from the past to the present due to its geopolitical position. The multi-national diversity, especially in the Ottoman period, where Muslims, Armenians and Greeks lived together, forms the basis of the multicat settlement tissue in the region. In this cosmopolitan structure, Muslim-non-Muslim unity also has affected the spatial diversity of the region, and city has taken shape in naturalness. The presence of at least one church or mosque in each neighborhood has supported this diversity in tissue. But this composite unity in the settlement has dispersed as a result of theseparation of the Armenians in 1915 and the Greeks, who were subject to exchange with the Treaty of Lausanne in 1923. With these displacements, the political, social, economic, cultural and physical conditions of the region have changed. Interventions for tissue change and transformation as a result of the mobility experienced with the rapid population growth over the past fifty years have negatively affected the authenticity and integrity of urban memory and still affect. In this study, church structures from urban memory elements located within the borders of Kayseri province, Talas district were discussed in detail together with the concepts of ‘authenticity’ and ‘integrity’ from the UNESCO World Heritage criteria. In this context, along with churches whose authenticity is at risk of being degraded or deteriorated, churches that cannot reach the present day while being part of the tissue are also examined in the context of the network of relationships established with social memory. As a result of the study, a holistic approach to the traditional tissue, especially Talas churches, was taken to draw attention to the developmetns in the property status of historical buildings, and suggestions were made to maintain spatial and social continuity.

Keywords: Authenticity, Integrity, Urban Memory, Talas, Church

1.GİRİŞ

Makale; Kayseri ili Talas İlçesi Koruma Amaçlı İmar Planı ve kentsel sit alanı içerisinde yer alan Han, Harman, Kiçiköy, Tablakaya ve Yukarı Mahallelerindeki kilise yapılarını detaylı bir şekilde ele almaktadır. İnceleme alanı olan Talas yerleşkesinin geleneksel dokusu daha çok 19. yüzyılın ilk yarısı itibari ile oluşmuştur. Özellikle çoklu kültürün hakim olduğu Osmanlı döneminde Talas; Ermeni, Müslüman ve Anadolu Türkleri olarak da bilinen Rum vatandaşların yaşadığı kozmopolit bir yerleşim yeridir. Dolayısıyla bu dönemde Müslüman ve gayrimüslim nüfusun birlikte yaşaması, başta sosyal, siyasal ve ekonomik ilişkileri etkilemiş, aynı zamanda bölgenin mimarlık disiplinindeki çeşitliliğinin de doğallık içinde gelişmesini sağlamıştır.

Gayrimüslim nüfusla birlikte dokuya eklenen hastane, okul, konut gibi yapıların yanısıra özellikle her mahallede en az bir kilisenin bulunması bu mimari çeşitliliğe katkı sağlamıştır.¹ Talas'ta bugün tehdit altında olan bu çok sesli kentsel hafıza elemanlarının korunması; kentsel doku bütünlüğü ve dolayısıyla kentsel hafızanın sürdürülebilirliği adına önemlidir. Bu bakış açısı ile; UNESCO Dünya Miras Kriterleri'nden 'özgünlük' (authenticity) ve 'bütünlük' (integrity) kavramları bu makalenin ve dolayısıyla Talas kiliselerinin okunmasında iki temel kriter olarak çalışmaya mesnet oluşturmaktadır. Kültürel yerleşimlerin Dünya Miras Listesi'nde yer almasında 'özgünlük' ve 'bütünlük' ölçütlerinin, temel koşul olarak yerine getirilmesi gerekmektedir (Özeren, v.d. 2020: 4-5). Ayrıca sözleşmede bir kültürel mirasın 'Olağanüstü Evrensel Değer' olarak kabul edilebilmesi için özgünlük ve bütünlük koşullarının sürdürülmesini destekleyecek yeterli bir koruma ve yönetim sistemine sahip olunması gerektiği de vurgulanmaktadır (Unesco World Heritage Centre, 2019: 25). Bu bağlamda; Talas sınırları içerisinde yer alan kiliselerin özgünlük ve bütünlük değerlerinin sorgulanması, alanın geleceği ve yapılacak olan diğer çalışmalara farklı bir perspektif kazandırması açısından büyük önem taşımaktadır.

Talas mahalleleri sınırları içerisinde olup günümüze ulaşamayan kiliseler ile günümüze kadar ulaşan fakat süreçte birçok işlev değişikliği veya kullanım dışı bırakılarak yıpranma gibi faktörlere maruz kalarak özgünlükleri bozulmakta olan ve bozulma riski taşıyan kiliseler bu makalenin ana malzemesidir. Buna göre çalışma kapsamında gerçekleştirilen literatür araştırmasında pek çok yazılı doküman yanısıra, Devlet Arşivleri Başkanlığı (Osmanlı Arşivi), SALT Araştırma gibi dijital belgeleri araştırmacılara sunan arşivlerden yararlanılmıştır. Alandaki çalışmalarla birebir ilişki kuran Kayseri Büyükşehir Belediyesi (KBB), Talas Belediyesi, Kayseri Kültür Varlıklarını Koruma Bölge Kurulu Müdürlüğü, Kayseri Vakıflar Bölge Müdürlüğü (KVBM), Tapu ve Kadastro XI. (Kayseri) Bölge Müdürlüğü ve Erciyes Üniversitesi gibi kurumlarla da görüşülerek arşivlerinden belirli sınırlarda yararlanılmıştır. Ayrıca çalışmayı desteklemesi adına sözlü tarihle de ilişki kurulmuş, bu amaçla muhtarlarla, yöre sakinleri ve yöreyi iyi tanıyan kişilerle görüşmeler yapılmıştır.

Talas ve inceleme alanı olarak belirlenen beş mahallenin (Han, Harman, Kçüköy, Tablakaya ve Yukarı Mahalleleri) sosyal ve fiziksel varlıkları tanımlanarak literatürdeki veriler ışığında; kilise yapılarının dünden bugüne süregelen sosyal ve fiziksel varlıkları, değişim ve geçirdikleri müdahaleler beraberinde incelenmiştir. Alan çalışmaları, 2018 yılı Eylül ayı itibarıyla yerinde tespit ve gözlem çalışmaları ile başlamış, 2020 yılı Aralık ayına kadar devam etmiştir. Çalışma; dünü ve bugünü bir araya getirerek toplumsal ilişkileri, yaşantıları aktarması ve geleneksel dokuda yaşanan değişim ve süreçleri gözler önüne sermesi açısından önemlidir.

¹ Genel itibarı ile bölgede bulunan birçok Müslim - gayrimüslim tarihi yapı grupları, 2007-2009 yılları arasında Türkiye Bilimler Akademisi-Türkiye Kültür Sektörü (TÜBA-TÜKSEK) 'Türkiye Kültür Envanteri Projesi' kapsamında 'Kayseri İli Talas İlçesi Kültür Varlıklarını Belgeleme' çalışması adı altında arşivleme çalışmaları yapılmıştır. Arazi çalışmaları sonucunda, toplam 412 geleneksel yapının envanter fişi çıkarılmış, 360 tanesinin ölçekli krokileri çizilmiştir. Bu çalışmayla birlikte önemli bir arşiv elde edilerek Talas geleneksel dokusuna ait yapıların fiziksel bilgileri kayıt altına alınmıştır.

2.KAYSERİ / TALAS HAKKINDA

Makalenin araştırma alanı olan Talas², Kayseri'nin 6 km güneydoğusunda, engebeli ve düz alanlara sahip bir yerleşimdir. Yerleşke, M.S. 395 yılında Doğu Roma (Bizans) İmparatorluğu hâkimiyetinde olup M.S. 691-721 yıllarında kısa süreli Arap akınlarına uğramıştır. 1071 yılındaki Malazgirt zaferi sonrası Türk topraklarına katılan Talas, 1127 yılında Danişment, 1162 yılında ise Anadolu Selçuklularının hâkimiyetine girmiştir (Kayseri İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü Arşivi). Anadolu'nun Türkleşmesi-İslamlaşması hareketi ile Selçuklu Devleti Talas'a hâkim olmuş ve yerleşkeyi Türk yurdu haline getirmeye çalışmıştır. 1180 yıllarında kent; 450-500 haneyi barındıran Türk, Rum ve Ermenilerin bir arada yaşadığı, ticaretin ve üretimin yüksek olduğu bir yer olarak belirtilmektedir (Tuzcu, 2017). Farklı etnik kimliklerin yoğun olduğu Talas'a, 1500'lü yıllarda İspanya'dan bir kısım tüccar ve zanaatkâr Yahudi aileler yerleşmiştir (Tuzcu, 2017). Yine 15. yy sonları ile 16. yy başlarında Safevi Devleti'nin baskısı sonucu Kafkasya ve Doğu Anadolu'da bulunan Ermeni aileler, Anadolu'ya doğru göç ederek Talas'a yerleşmişlerdir (Talas, 2009: 12). 16. yüzyılın sonuna gelindiğinde nüfusun bir kısmını Ermeni ve Rumlar oluşturmaktadır (Jennings, 1983).

19.yy. başlarında Amerikalı misyonerler keşif yapmak amacı ile Anadolu'yu yöre yöre incelemiş, 1827'li yıllarda Kayseri bölgesine keşif amacıyla ilk Amerikalı misyoner Peder E. Gridley gelmiştir.³ İlk tetkik gezisi sonrasında Amerikan Board (American Board of Commissioners for Foreign Missions-ABCFM)'a⁴ gönderilen raporlar üzerine Türkiye Misyonu'nun 1850 yılındaki 'Yıllık Toplantısı'nda Tokat, Amasya, Sivas ve Merzifon'un Trabzon; Harput, Bitlis, Muş ve Van'ın Erzurum istasyonlarınca yakından izlenmesi ve Kayseri ve Tarsus bölgelerine önem verilmesi kararlaştırılmıştır (Kocabaşoğlu, 1989: 92). Bunun üzerine 1854 yılında Jasper N. Ball ve Wilson A. Farnsworth adlı iki misyoner, Kayseri'ye ulaşmış ABCFM bünyesinde bölgedeki misyonerlik faaliyetleri başlamıştır.

² M.S. 360 yılından sonra yazılan seyahatnamelerde, coğrafya kitaplarında ve Hristiyan dini metinlerinde Talas'ın adı "Mutalaska" ya da "Mutalaski" olarak sık sık geçmektedir. Talas çevresindeki yer alan vadilerin kalkerli kayalıklarında birçok oyma kiliseler ile manastırlarında inşa edildiği belirtilmektedir. Bu nedenle kent genelinde birçok höyük, kaya yerleşim mezarları ile yeraltı kentlerine rastlanmaktadır. Ayrıca Mutalaska ya da Mutalaski kelimelerinin Hititçe olduğu sanılmaktadır (Tuzcu, 2017). Talas, Türkçe bir kelimedir. "Temiz ve güzel havası olan kırlar, ağaçları bol dinlenmeye elverişli yeşil alanlar" anlamına gelmektedir. Divan-ı Lügat-ı Türk adlı eserde Talas kelimesi "At yarışında veya çevgen oyununda gerilen ip" ve "Bir şehirdir. Talas ikidir; birine Uluğ Talas denir. İkincisi İslam sınırında bulunur, Kümü (Kıçı) Talas denir." (Kaşgarlı, 2016) şeklinde iki manada bahsedilmiştir.

³ Ünlü kâşif ve seyyah Livingstone; 'Coğrafi eylemin bittiği yerde misyoner girişimi başlar.' sözüyle misyonerlerin önemini vurgulamıştır (Warneck, 1883: 228). Yine misyoner faaliyetleri ile ticaret arasındaki ilişkiyi Kurul'un dış ilişkiler sekreteri Barton, Daybreak "Türkiye'deki Amerikan kolejlerinin istihdamı ve desteği için Amerika'dan verilen paranın o ülke ile artan ticaret şeklinde fazlasıyla iade edilmesi doğru olacaktır." demektedir (Barton, 1908: 192-193).

⁴ Talas'ta bulunan Amerikan Kız ve Erkek Okulu Yerleşkelerini kuran ve bölgenin etnik, ekonomik, eğitim, sağlık ve siyasi faaliyetlerinde etkin rol alan Amerikan Yabancı Misionerler Kurulu 1810 yılında Boston'da kurulmuştur. ABCFM ya da BOARD olarak da anılan ve dünya çapında faaliyet gösteren örgütün amacı İncil'i öğretmek, başka din veya mezhebe üye olanları Hristiyanlığa kazandırmaktır. Bu amaca hizmet edecek okul, matbaa, hastane, yurt, klinik gibi kurumlar inşa edilerek Hristiyanlık dini toplumla tanıştırılmış ve yayılması amaçlanmıştır. Fakat misyon çalışmalarının özü dini amaç olarak görülse de açılan kurumlarla birlikte temel atılan her bir bölgede toplumun düşünce ve siyasi bakış açısı da etkilenmiş, aynı zamanda ekonomik ve ticari bir araç olarak kullanılması nedeniyle toplumun siyasi, ekonomik, kültürel ve sosyal dengelerinde belirleyicisi olmuştur.

Çevre araştırması ile yöre halkı ile tanışma sağlanmış, kısa sürede halkın olumlu yanıtlarının gelmesiyle birlikte misyonerler ile gayrimüslimlerden oluşan yaklaşık yirmi kişilik grup, 1854'te ilk Protestan kilisesini (günümüzde kilise mevcut değildir) tesis etmiştir (Farnsworth, 1892: 53-55). Dini faaliyetler öncülüğünde başlatılan misyoner çalışmaları, eğitim faaliyetleri ile de kendini göstermiş, Protestan Kiliselerinin bünyesinde Pazar okulları ve ardından açılan ilkokullarla eğitim desteklenmiştir. 1856 yılında öğrenci sayısı 76, Protestan cemaat sayısı ise 162 olarak kayıtlara geçmiştir (Farnsworth, 1892: 53-56).

Misyonerler; yöneten-yönetilen, fakir-zengin, Müslüman-Hristiyan her sınıftan insana yaklaşmanın en iyi yolunun din ve eğitim kadar sağlık hizmetlerinin de etken olduğunda hemfikirdir. Dr. Jewett, 1854 yılında Merzifon'dan Kurula yazdığı bir mektupta şöyle bahsetmiştir;

İlk dönemlerde kadenci anlayışları ve 'gâvurlara' karşı geleneksel önyargıları sebebiyle Türklerden bana çok az hasta geldi. Fakat şimdi, erkek ve kadın, onların bana gelmediği bir gün geçmiyor. Belediye başkanı, defterdar, yerel meclis başkanı, müftü gibi bazı nüfuslu Türkler, kendileri veya haremlelerinden biri için tıbbi yardım almak üzere bana geliyorlar (Şahin, 2018: 30).

1867 yılında sağlık çalışmalarında bulunan misyoner Henry S. West, Kayseri'nin tıbbi misyonerlik faaliyetleri açısından önemli bir potansiyele sahip olacağını rapor etmiş ve bunu takiben Anadolu'da birçok hastane açılmıştır (Yücel, 2011: 251). Yine aynı yılda yayınlanan Vilayet-i Umumiye Nizamnamesi'nde Kayseri sancağı Ankara, Kırşehir ve Yozgat sancakları ile birlikte Ankara vilayetini oluşturmaktadır (Baykara, 1988). H.1295 (1878) tarihli Ankara vilayet salnamesinde yer alan bilgilere göre Kayseri kazasında yapılan sayımda Talas 35 mahalle ile köy olarak kayda geçerken, yerleşkede 2.303 hane mevcuttur. Han, Harman ve Kçüköy Mahallelerinde Müslümanlar, 16 mahallede Rumlar, 13 mahallede Ermeniler ve 3 mahallede ise Rum ve Ermenilerin birlikte yaşadıkları kayıt altına alınmıştır (Kocabaşoğlu & Uluğtekin, 1998: 48; Cömert, 2010: 26-27). 1890-1891 yılı Ankara Vilayet Salnamesi'nde Kayseri ile ilgili genel nüfus bilgileri şu şekilde belirtilmektedir; "Kayseri şehri toplam da 49.498 nüfusu bulunmakta, 31.252'si Müslüman, 2.419'u Rum, 14.082'si Ermeni, 813'ü Katolik ve 921'i Protestan milletlerinden oluşmaktadır" (Özkan, 1998: 359-360). 1907 yılına gelindiğinde Kayseri'nin nüfusu Eprikyan'a göre; 16.623'ü Ermeni, 2.419'u Rum ve 31.452'si Türk olmak üzere toplam nüfus 50.494'tür (Hrant Dink Vakfı, 2016: 26). 1912 yılında ise merkez nüfus 55.000 (35.000'i Müslüman, 20.000'i Ermeni-Rum) civarındadır (Caesarea Station, 1912: 1). 20. yy. başlarında Talas yerleşkesindeki Ermeniler, toplam nüfusunun %42'sini oluşturmaktadır (Kevorkian & Paboudjian, 2012: 224). Bu çoklu kültüre sahip yerleşim, Osmanlı Devleti'nin hoşgörü politikası sayesinde yüzyıllar boyunca beraber yaşamış, bölgede barış ve huzur hâkim olmuştur. İlerleyen yıllarda nüfus artışının yoğun olduğu görülse de 1915'te Ermeniler ve 1923 yılında Lozan Antlaşması ile mübadeleye tabi olan Rumlar yöreyi terk etmişlerdir. Bunun sonucunda nüfus giderek azalmış; 1878 tarihindeki nüfus sayımında Talas merkez nüfusu 5.808 iken 1938 yılında toplam nüfus 3.443'e kadar düşmüştür (Talas, 2009: 16).

Kayseri, Cumhuriyetin ilanından sonra 1924 Anayasası ile vilayet unvanına kavuşmuştur. Makalenin araştırma alanı olan Talas ise 1987 yılında ilçe unvanı almıştır (Talas Belediyesi 2019 Yılı Faaliyet Raporu) (Şekil 1).



Şekil 1. Kayseri İli Talas ilçesi konumu (URL-1)

2.1. Kapadokya'nın Paris'i Talas

Talas'ın yüksek verimli topraklara ve zengin su kaynaklarına sahip olması, geniş bağ ve sayfiye alanlarının oluşmasına imkan tanımış ve Kayseri coğrafyasında önemli bir yerleşim yeri haline gelmesini sağlamıştır. Talas'ın bu zengin bitki örtüsü, bağ ve bahçeleri ile ilgili olarak Jennings 'Talas Köyü' hakkında şu bilgilere yer vermiştir:

“Talas, Kayseri ovasının hemen yanındaki yeşil tepeler üzerine kurulmuştur. Talas'ın asıl zenginliği teraslanmış ve sulanabilen yamaçlardaki bağ ve bahçelerinden kaynaklanır. Talas çok iyi düzenlenmiş su kaynakları, zengin üzüm bağları, zengin meyveleri (kayısı, elma, armut, kiraz, ceviz), yüksek taş duvarlarla çevrili bostanları ve görkemli ceviz ağaçlarının gölgelediği şirin bir yerdir. Talas, bugün dahi bölgedeki görmüş geçirmiş ve zengin köylerin en bilinenleridir.” (Jennings, 1983).

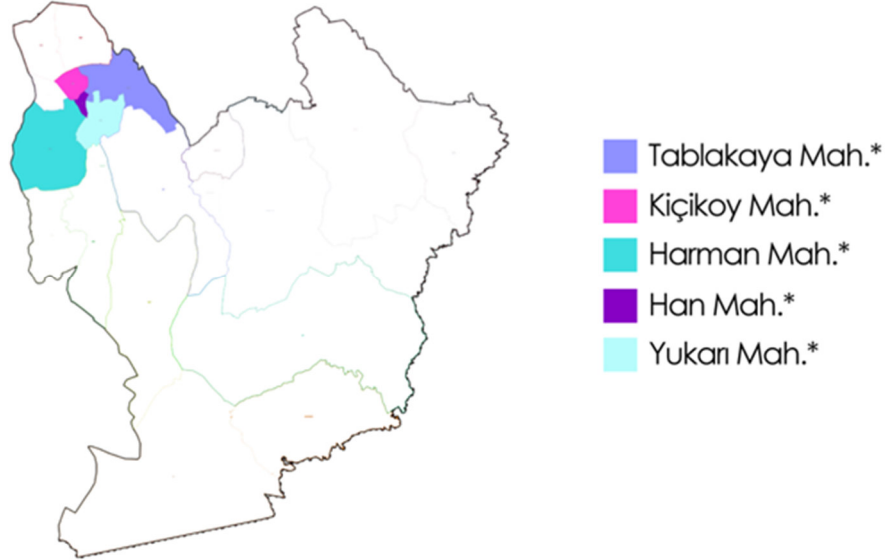
1838-1890'lu yıllarda Batı Avrupa üretimi fabrikasyon mamul madde ile hammadde ticaretinin getirdiği maddi refahlar nedeniyle Talas Kapadokya'nın Paris'i olarak anılmıştır (Tuzcu, 2017). 19. yy. seyyahlarından olan Vital Cuinet, 1888-1890 tarihlerinde yerleşimi ziyaret etmiştir. Seyyah, Kayseri şehrinin ulaşım imkanlarının gelişmemiş olmasına dikkat çekmiş fakat kentten ticari bir merkez olarak bahsetmiştir. Talas şehrini ise 3-4 bin nüfuslu yerleşim yeri olarak tanıtarak bir cami ile iki Rum ve iki de Ermeni kilisesinden bahsetmiştir (Eravşar, 2000: 182-185). 1895 yılında Kayseri'ye gelen Oberhummer ve Zimmerer adlı iki seyyah, Talas ve Kayseri ile ilgili şu bilgilere yer vermiştir:

“Kayseri çok bakımsız, sokaklar dar ve kötü idi. Evleri genelde basitti. Mevsim sonbahardı. Her tarafta hayvan pislikleri, her tarafta kokuyordu. Bu sebeple bu şehre 'kokan şehir' adını verdik. Talas daha temiz ve düzenli idi. Güzel çarşıları vardı. Kayseri'de banka olmamasına rağmen Talas'ta Osmanlı Bankasının bir şubesi vardı. Talas'taki iş yerlerinin tamamına yakın kısmı Ermeni ve Rumlara aitti. Talas çarşısında bir Ermeni'nin fotoğrafçı dükkânı vardı. Bir Ermeni terziye Avrupai elbiseler diktirdik. Bir Ermeni lokantasına gittik” (Oberhummer & Zimmerer, 1899: 131-133, 238).

Bu çalışmada; Talas'ın mercek altına alınan beş mahallesindeki kilise yapılarının detaylı dökümleri geçmiş ile bugün aralığında verilmeden önce, geleneksel dokunun hakim olduğu beş mahallenin mekânsal yapısı hakkında bilgi aktarımı yapılacaktır.

2.2. Talas Mahalleleri ve Kiliseler

Talas, topoğrafyanın bir getirisi olarak; Aşağı Talas ve Yukarı Talas olarak anılan, dik yamaçları ve düz ovasıyla dikkat çeken bir bölgedir. Aşağı Talas, düz bir ova üzerinde tarım yapılabilir alanlara sahiptir. Mahalle sınırlarını; Han, Harman ve Kçüköy Mahalleleri ile Tablakaya Mahallesi'nin bir kısmı oluşturmaktadır. Yukarı Talas ise düz oviden yaklaşık 150m yükseklikte belirgin kayalık alanlar ile ayrılmış bir bölgedir. Yukarı bölgenin rakımı yaklaşık 1390 metredir. Bu bölge, Kayseri ve Aşağı Talas'a bakan hâkim bir yerleşke konumunda olup sınırlarını, Yukarı Mahalle'nin tamamı ile Tablakaya Mahallesi'nin bir kısmı oluşturmaktadır (Şekil 2 ve Şekil 3).



Şekil 2. Geleneksel tarihi yerleşim dokusunu oluşturan ve incelenen Talas mahalleleri⁵

⁵ Kayseri Büyükşehir Belediyesi Coğrafi Bilgi Sistemi verileri üzerinden düzenlenmiştir.



a-Uydu görüntüsü, 2020



b- Talas silueti⁶ (URL-2)

Şekil 3. Aşağı Talas (kırmızı) ve Yukarı Talas (mavi)

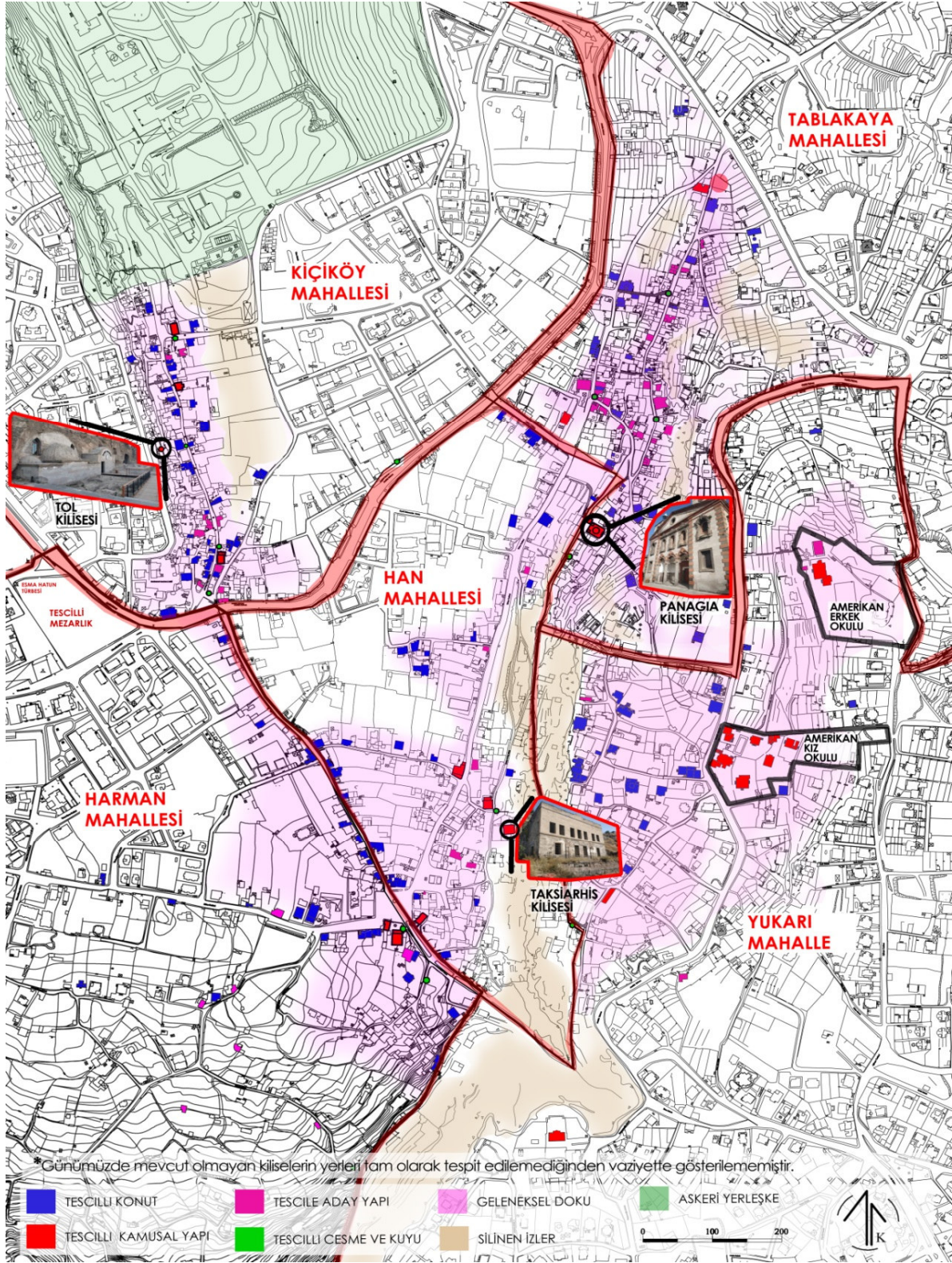
Yüksek eğim ve yamaçtan oluşan bölgede doğal bir yapılaşmaya gidilmiş, kent silueti dar ve sık sokaklarıyla şekillenmiştir. Yüksek eğimin fazla olduğu yerlerde bazı yapılara farklı kotlardan girişler verilerek geleneksel yapı tipolojisine çeşitlilik kazandırılmıştır. Günümüzde ise yamaçtaki yapıların yüksek tahribata uğraması nedeniyle bölge atıl durumda bırakılmıştır. Bu alanda halen belli belirsiz birtakım yapı izleri okunabilmektedir. Yamaçtaki bu yoğun dokunun günümüze ulaşamamasında en büyük neden, bölgedeki etkili olan depremlerdir. Yine süreçte yaşanan göçler sonucunda alanın atıl bırakılması, yapıların daha çok tahrip olmasına neden olmuştur. Kayseri’de 1835 yılında gerçekleşen 6.2 (I=VIII) büyüklüğündeki deprem sonrası fay sistemi üzerinde bulunan Talas başta olmak üzere Endürlük, Akçakaya, Başakpınar, Gesi gibi yakın yerleşimler büyük hasar görmüştür. Camilerin minareleri yıkılmış, kilise ve konutlar hasar görerek yüzeyde kırıklıklar oluşmuştur⁷ (Tüfekçi & Aksoy, 2012: 3). Yukarı Talas’a kıyasla Aşağı Talas’taki yapılar, alanın daha engebesiz olmasından kaynaklı olarak, daha az zarar görmüştür.

Talas’da yığma taş yapılarla çevrili dar sokakların oluşturduğu doğal örüntüde 19. yüzyılda pek çok kilisenin inşa edildiği bilinmektedir. 1894 Vilayet Salnamesi’nde; Kayseri kent merkezinde 8 kilise, Develi kazasında 16 kilise ve 1 manastır; Germir, Zincidere, Tavlusun, Talas, Erkilet ve Hisarcık köylerinde ise 35 kilise kayıtlara geçmiştir (Kocabaşoğlu & Uluğtekin, 1998: 141). Patrikhane’nin 1910 yılı istatistiklerinde, Kayseri sancağında 31 bölgenin olduğu ve 40.000’i Ermeni, 2.000’i Katolik ve 2.000’i de Protestan olmak üzere toplamda 44.000 üyesi bulunan 30 Ermeni kilisesi kayıtlıdır (Ormanian, 1955: 239).

⁶ Fotoğrafın çekim tarihi tam olarak tespit edilemese de; inşa tarihi 1899 yılı olan ve silüette gözükten Han Camii ile inşa tarihi 1906 yılı olan Amerikan Erkek Okulunun bu silüette yer almaması, fotoğrafın 1899 - 1906 yılları arasında çekilmiş olduğunu göstermektedir.

⁷ 14 Ağustos 1835 yılında gerçekleşen depremde Kayseri yöresi büyük hasar almıştır. Şiddetli sarsıntı sonrası taş duvarlı ve toprak damlı birçok konut, dini yapı ve resmi binalar yıkılmış, şehrin harap bir vaziyette olduğu belirtilmiştir. Merkez nüfusun 40.000 civarında olduğu şehirde deprem sonucu 1064 kişi ölmüştür (Erkiletlioğlu, 2000: 158-159).

Talas'ın geleneksel dokusunu oluşturan ve Yukarı/Aşağı Talas bölgelerini kapsayan (Kentsel Sit Alanı ile Çevresi Koruma Amaçlı İmar Planı dahilinde) Han, Harman, Kçüköy, Tablakaya ve Yukarı Mahalleleri içerisinde yer alan 7 kilise bu makale kapsamında detaylı incelenmiştir. Bunlardan Taksiarhis Kilisesi, Tol Kilise ve Panagia Kilisesi harici Surp Toros Kilisesi, Agios Georgios Kilisesi, Talas Surp Asdvadzadzin (Meryem Ana) Kilisesi ve Agios Nikolaos Kilisesi günümüze ulaşmamıştır ve konum bilgisi de bazı örneklerde çok kesin değildir (Şekil 4). Bugün mevcut olan kilise yapıları, süreçte birçok fonksiyon değişimine uğramış, farklı derecelerde fiziksel müdahaleler ile günümüze kadar ulaşabilmiştir. Çalışmada bu yapıların özgünlük değerlerinin ne durumda olduğu belgelenirken; günümüzde olmayan ama varlığı bilinen diğer kiliselerin de çalışmaya dahil edilmesi, yerleşimin bütüncül bir bakış açısıyla değerlendirilmesine olanak sunmuştur. Yapıların özgünlük durumları yerleşimdeki bütünselliğin kilit anahtarını oluştururken, yok olan yapıların belgelenmesi de bu bütünlüğün korunması amaçlıdır.



Şekil 4. İncelenen Talas mahallelerindeki tarihi yapıların konumları ve Kilise yapıları⁸

⁸ Kayseri Büyükşehir Belediyesi Coğrafi Bilgi Sistemi verileri üzerinden düzenlenmiştir.

Kilise yapılarının özgün durumları, süreçteki işlevleri ve fiziksel değişimleri tespit edilerek bir analiz çizelgesi oluşturulmuş, hazırlanan liste sonrası yapıların fiziksel müdahalelerine göre ölçüt hazırlanarak derecelendirilmiştir. Değerlendirme altına alınan kilise yapıları şu şekilde sınıflandırılmıştır;

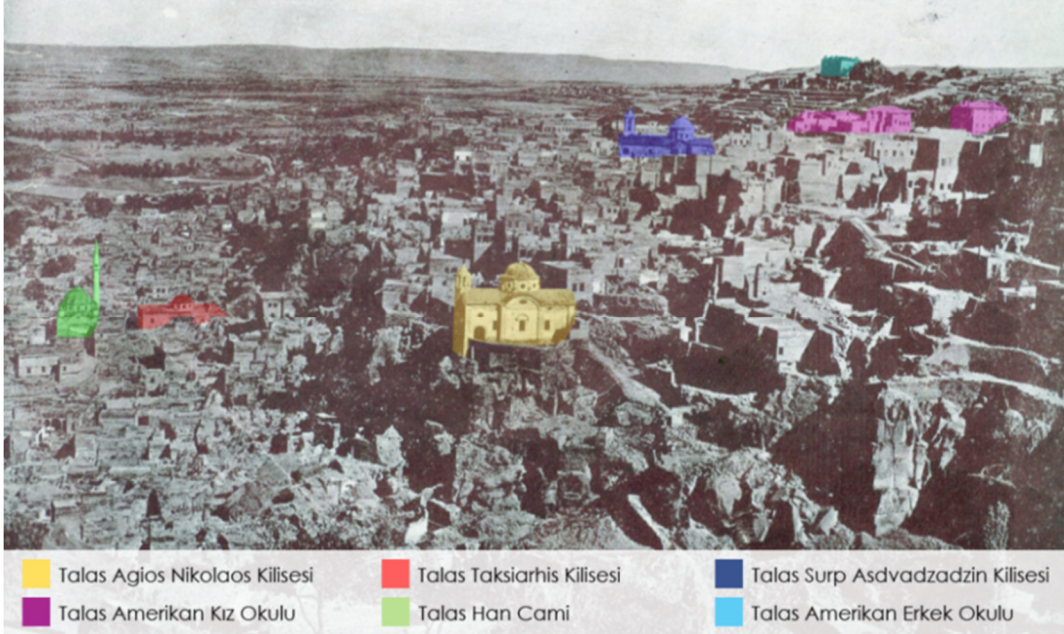
(◆) fonksiyonu farklı işlevle değiştirilen ve bir takım yok olma, değişim ve eklemleme gibi müdahalelere uğrayan (fiziksel müdahale orta: genel plan şemasında ve cephe düzeninde kısmi yok oluş, değişim ve eklemleme gibi kısmi müdahaleler),

(▼) fonksiyonu farklı işlevle değiştirilen ve ağır müdahalelere uğrayan (fiziksel müdahale çok: yapının vaziyet planında (yapı-sokak ve yapı-parsel ilişkisi), plan şemasında, cephe düzeninde ve yapı malzemelerinde büyük çapta yok oluş ve değişimle birlikte yapı dilinin değiştirildiği, özgünlüğün büyük ölçüde bozulduğu ve okunabilirliğin güçleştiği müdahaleler),

(—) günümüze ulaşamayan yapılar (Tablo 1, Şekil 5).

Tablo 1. İncelenen Kilise yapılarına dair analiz çizelgesi

İncelenen Mahalleler	İncelenen Müslim/Gayrimüslim Yapıları	Analiz İçerikleri			
		Süreçteki İşlev/ler	Mevcut İşlevi	Fiziksel Müdahale	
Han Mahallesi	Taksiarhis Kilisesi (▼)	Konut	Kullanılmıyor	Az	
	Surp Toros Kilisesi (—)	Günümüze ulaşamayan yapının konumu tam olarak tespit edilememiştir.			
Harman Mahallesi	Agios Georgios Kilisesi (—)	Günümüze ulaşamayan yapının konumu tam olarak tespit edilememiştir.			
Kıçıköy Mahallesi	Tol Kilise (▼)	Depo Müze	Sanat Galerisi	Az	
				Orta	
				Çok	■
Tablakaya Mahallesi	Panagia Kilisesi (◆)	Cami	Cami	Az	
				Orta	■
				Çok	
Yukarı Mahalle	Talas Surp Asdvadzadzin (Meryem Ana) Kilisesi (—)	Günümüze ulaşamayan yapının konumu da tam olarak tespit edilememiştir.			
	Agios Nikolaos Kilisesi (—)	Günümüze ulaşamayan yapının konumu da tam olarak tespit edilememiştir.			
(◆) : değişen işlev / orta fiziksel müdahale (▼) : değişen işlev / çok fiziksel müdahale (—) : günümüze ulaşamayan yapılar					



Şekil 5. Talas silueti, 1930'lu yıllar (Talas Yaya Köy Gezileri (Talas, 2009: 8))

2.2.1. Taksiarhis Kilisesi

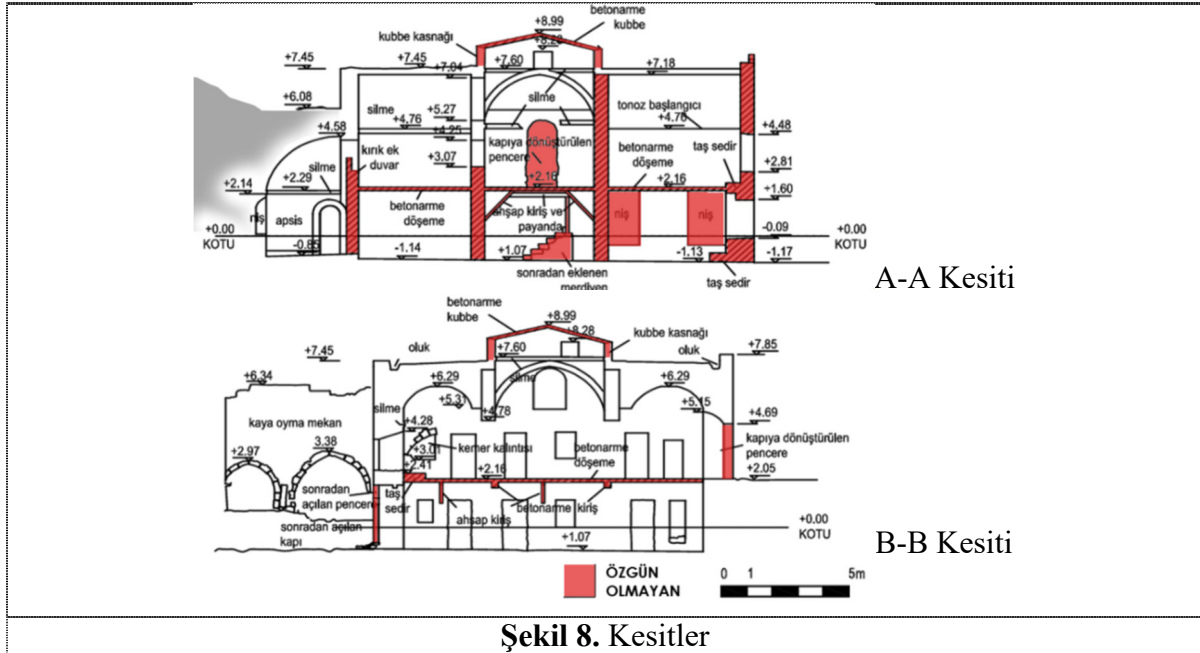
Kitabesi olmayan yapıyla ilgili Levidis, deprem nedeniyle yıkılan bir kilisenin yerine 1729 yılında inşa edildiğini aktarmaktadır (Hrant Dink Vakfı, 2016: 208). Öyle ki 1729 tarihi dikkate alındığında bahse konu olan depremin, 1717 yılında Kayseri'de gerçekleşen 5.7 (I=VII) büyüklüğündeki deprem olma olasılığı yüksektir⁹ (Tüfekçi & Aksoy, 2012: 3). İoannidis, 1896 yılında yayımladığı kitabında ise kilisenin 30 yıl önce yenilendiğini belirtmiştir. Anlaşılan o ki kilisenin 1860'lı yıllarda tekrar onarıldığı görülmektedir (İoannidis, 1896: 48). Yapım tekniği ile malzemelerin durumu ve diğer özellikler incelendiğinde kilise 19. yy. ikinci yarısına tarihlenmektedir.

Tapu kayıt belgelerinde¹⁰ Taksiarhis Kilisesi'nin 1946 ve 1948 yıllarında mülkiyet durumunun değiştiği ve 1948 yılındaki satış sonrası konuta dönüştüğü bilgisi yer almaktadır. Mübadeleye tabi olan Rumlara ait yapı olarak belirtilen kilise, 1954 yılında 'bahçeli kağıt ev' olarak kayda geçmiştir. Tarihi karakteristik nitelik taşıyan kilise yapısı, bu dönüşümün ardından uzun süre konut olarak kullanılmış, 2005 yılında ise kamulaştırılmıştır. 2008 yılında ise Bayındırlık ve İskân Müdürlüğü tarafınca afete maruz şerhi düşülmüştür.

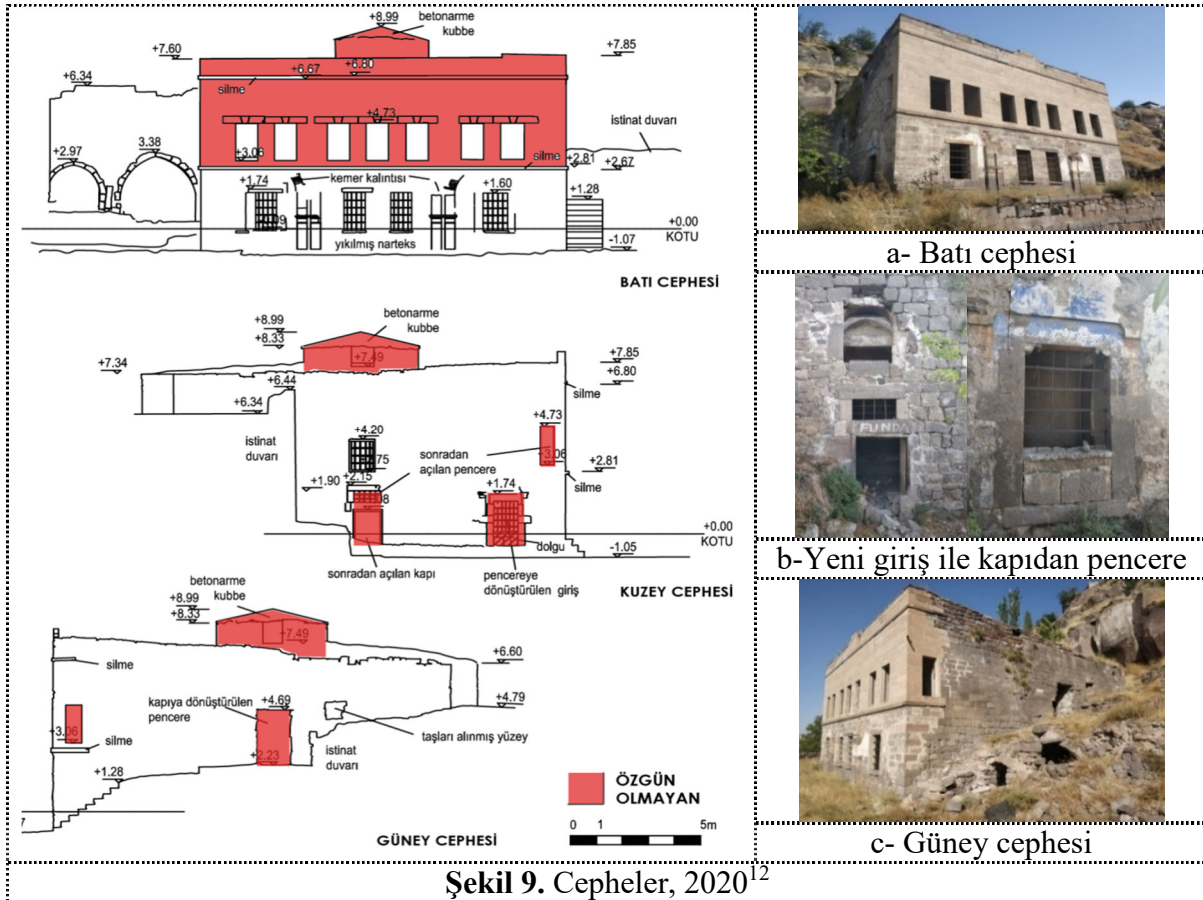
Kilise yapısı; üç nefli bazilikal ve yarım daire planlı apsisi ile yalın bir Rum kilisesidir. Günümüze ulaşan ve halen özgün durumda olan batı cephesindeki kemer ve plastır kalıntılarından da anlaşılacağı üzere narteks üç birimlidir. Kilise, süreçte işlevini yitirerek özel mülkiyete geçmiş, mekanları bölünerek konuta dönüştürülmüştür. Ağır müdahale geçiren yapıya en fazla zararı yapının taşıyıcısını da doğrudan etkileyen betonarme ekler vermiştir. Yapı, bir dönem betonarme döşeme ile yatayda ikiye bölünerek iki farklı girişi olan iki katlı konuta dönüşmüş, betonarme döşemeler ahşap ayaklarla desteklenmiştir. Zemin ve birinci kata eklenen yeni taş duvarlar kilisenin özgün plan kurgusunu oldukça değiştirmiştir.

⁹ Deprem, şubat ayı ortalarında çok şiddetli bir sarsıntı şeklinde gerçekleştiği belirtilmektedir. Bu şiddetli depremle birlikte birçok cami, medrese, kütüphane vb. yapılar hasar almış, bir kaçını yıkılmıştır (Erkiletlioğlu, 2000: 157).

¹⁰ Tapu ve Kadastro XI. (Kayseri) Bölge Müdürlüğü Arşivi.



Şekil 8. Kesitler

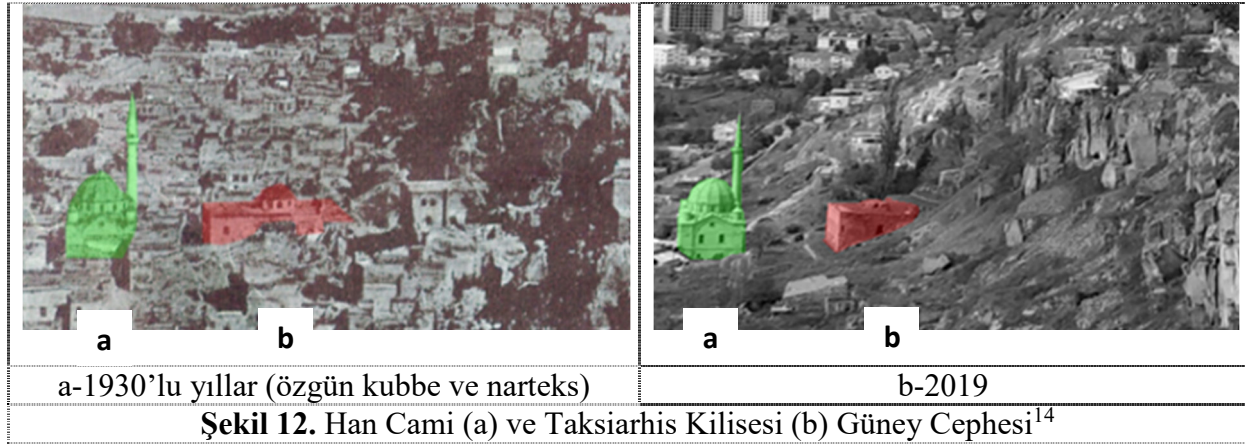


Şekil 9. Cepheler, 2020¹²

¹² Güngör Açıkgöz'e ait 2007 tarihli Rölöve Projesi üzerinden düzenlenmiştir.



1930’lu yıllara ait Talas silüetinde Han Camii ile Taksiarhis Kilisesi’nin özgün durumu izlenebilmektedir. Bu görsel 2019 yılında benzer bir noktadan çekilmiş silüet ile karşılaştırıldığında görsellerin sağ tarafında bulunan Taksiarhis Kilisesi’nin özgün merkez kubbesi ile batı cephesinin birbirine olan uzaklığının kısaldığı görülmektedir. Buradan; yapının batı cephesinin 1930’lu yıllardan sonraki bir zamanda değişim geçirmiş olduğu ve cephenin bir kısmının yıkıldığı anlaşılmaktadır. Diğer yandan 2019 yılında Yukarı Talas yamaçlarının Taksiarhis Kilisesi’nin doğu cephesine tamamen yaslandığı görülmektedir. Bölgede yaşanan depremlerin¹³ bu yapısal değişikliklerde önemli rol oynadığı düşünülmektedir (Şekil 12).



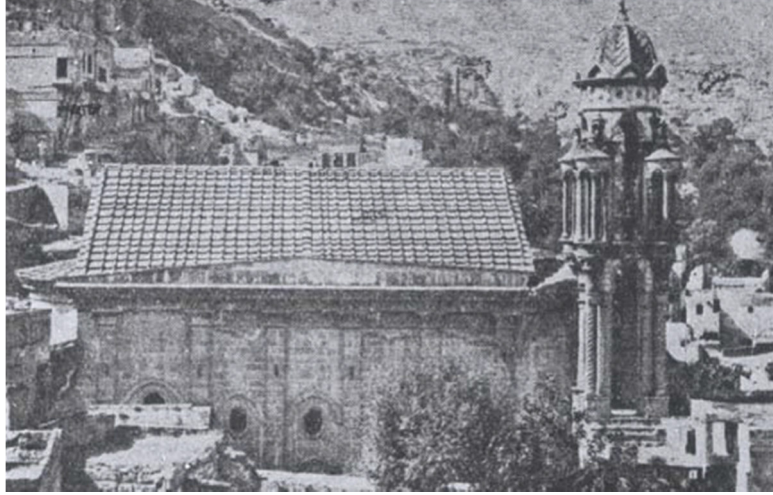
2.2.2.Surp Toros Kilisesi

Günümüze ulaşamayan kilisenin konumu ile ilgili net bir bilgi bulunamamıştır. Fakat aşağıdaki görselden de anlaşılacağı üzere kilise, Harman Cami’nin doğusunda, Han Cami’nin güneyinde konumlanmaktadır. Yapının inşa ve yıkım tarihine dair net bir bilgiye ulaşılamasa da Alboyacıyan (Alpoyachean), 1659 yılına ait bir belgede yapı isminin geçtiğini ve 19. yy başlarına kadar Talas’ta yer alan tek Ermeni kilisesi olduğunu belirtilmektedir (Alpoyachean, 1937: 734) (Şekil 13 ve Şekil 14).

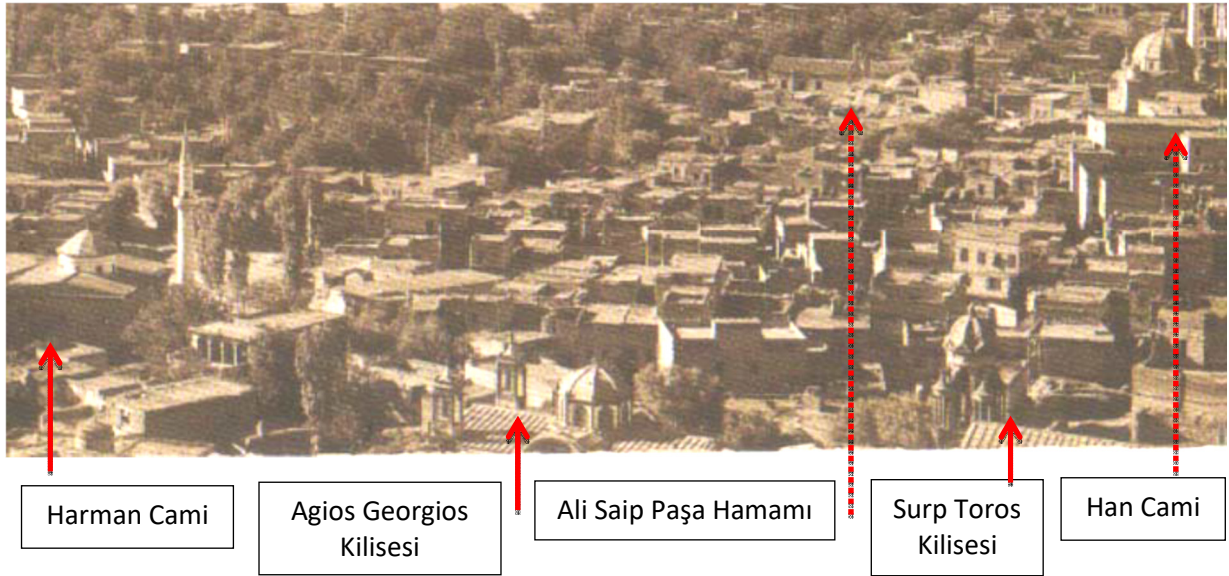
¹³ Kayseri’deki deprem yılları ve büyüklükleri; 1928/4.5; 1940/5.2; 1960/4.7; 1985/4.4; 2008/4.9 (Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü)

¹⁴ 1930’lu yıllar (Talas, 2009: 8); 2019, Araştırmacının Kendi Çekimi: 2019

Devlet Arşivleri Başkanlığı altındaki Osmanlı arşivlerinden (BOA) tespit edilen H. 1251 (1835-36) tarihli belgede, kilisenin onarılmasına müsaade edildiği ve yapının 15.75 m. × 25.50 m. ebatlarında, 9.75 m. yüksekliğinde olduğu belirtilmiştir (BOA. C. ADL. 48/2885–2). Kilisenin en dikkat çeken ve onu diğer kilise yapılarından ayıran özelliği ise ince işçilikli özgün çan kulesidir. Yapı, bu nedenle diğer kilise yapılarından farklı bir üslup içermektedir. 20. yy. başlarına kadar mevcut olan kilise günümüzde mevcut değildir (Şekil 13 ve Şekil 14).



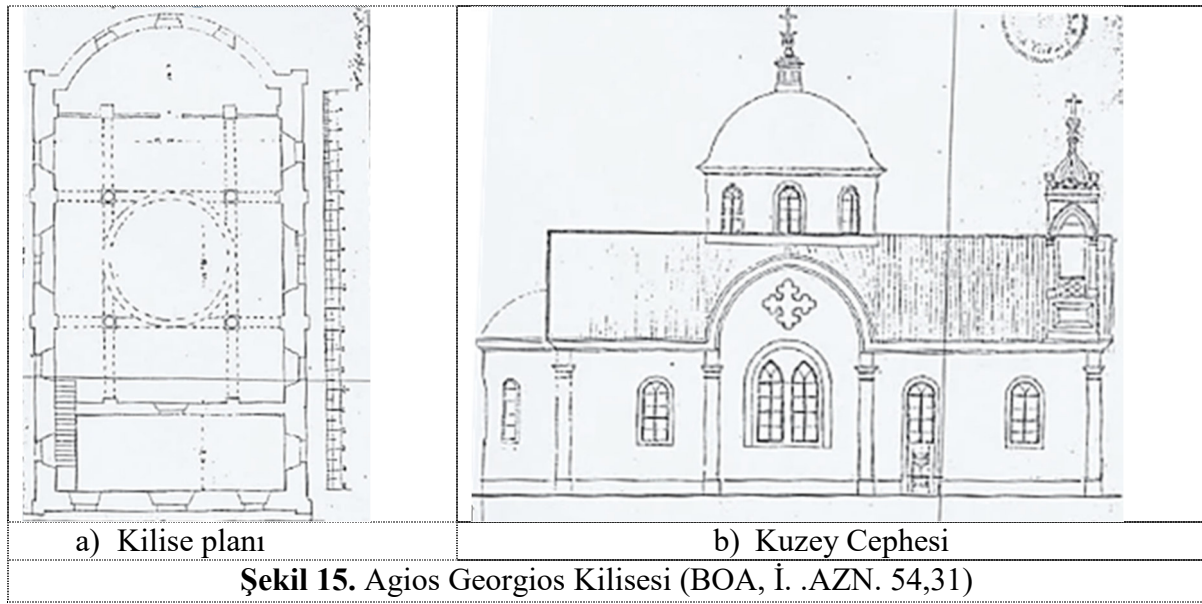
Şekil 13. Surp Toros Kilisesi Güney Cephesi (Alpoyachean, 1937: 735)



Şekil 14. Talas 20.yüzyıl başı (Köker, 2005: 164)

2.2.3. Agios Georgios Kilisesi

Günümüze ulaşamayan kilisenin konumu ile ilgili net bir bilgi yoktur. Fakat Talas şehrinin silüetlerinde görünen kilise, Osmanlı Arşivi'nde yer alan çizimlerle karşılaştırıldığında yapının Han/Harman Mahallesi'ndeki kilise olduğu görülebilir (Şekil 12). Yapının yapım ve yıkım tarihi ile ilgili net bir bilgi bulunmasa da Devlet Arşivleri Başkanlığı altındaki Osmanlı arşivlerinde yer alan H. 1321 (1903-04) tarihli bir belgede; kilisenin plan ve cephesine ait çizimlerin olduğu ve kilise tamirine ait ruhsat itasının verildiği anlaşılmaktadır (BOA, İ. .AZN. 54,31). İoannidis'te eserinde Agios Georgios Kilisesi ile ilgili kısa bilgi vererek, Talas'ta bulunan diğer kiliselere kıyasla "daha eski ve muntazam" durduğunu belirtmiştir (İoannidis, 1896: 48) (Şekil 15).



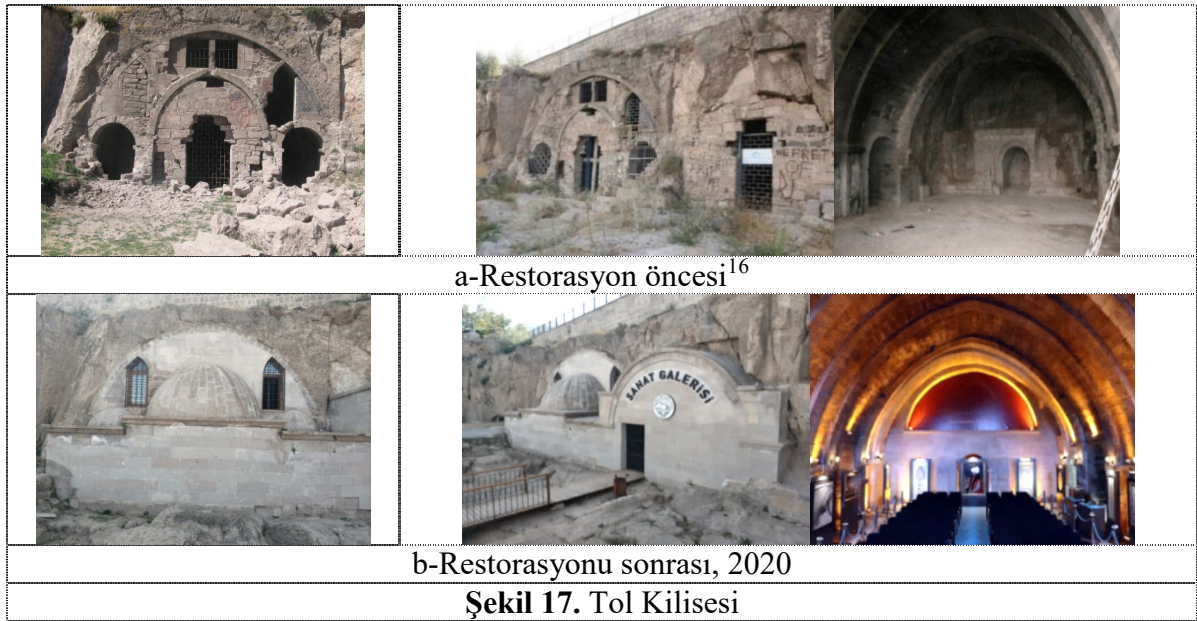
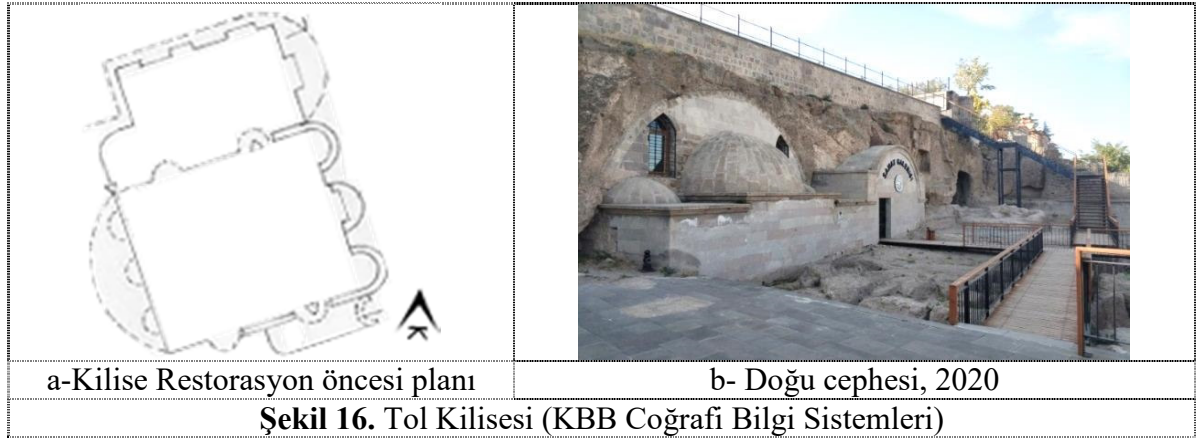
Şekil 15. Agios Georgios Kilisesi (BOA, İ. .AZN. 54,31)

2.2.4. Tol Kilisesi

Kiçiköy Mahallesi, Ali Saip Paşa Caddesi üzerinde yer alan kilise, yamacın içine inşa edilmiştir. Kilisenin Kapadokya bölgesinde bulunan en eski dini yapılardan biri olduğu tahmin edilmektedir. Yamaç içindeki kaya oyuklarına yapılan kilisenin 1500 yılı aşkın bir geçmişi bulunmaktadır (URL-3). Bir kaya kilisesi olan Tol Kilisesi, farklı dönemlerde farklı kilise isimleriyle anılmış, yeniden düzenlenerek birçok tadilat görmüştür.

Tol Kilisesi'ne ait tapu kayıt bilgilerinde yapı, 'in' olarak geçerken 1951 yılına ait belgede bilirkişilerin beyanına göre gayrimüslime ait 'metruk bir yer' olarak geçmektedir. 1960 yılında yapı ve arazi, Talas Belediyesi mülkiyetine geçmiştir. 2008 yılında ise Bayındırlık ve İskân Müdürlüğü tarafınca afet bölge şerhi düşülmüştür. Kilisenin plan şeması, yamacın içerisine yerleşmiş bir yapı olması dolayısıyla diğer kilise yapılarından farklıdır. İç mekanı sivri kemerlerin hakim olduğu dehliz biçimindedir. Templon duvarı ve bema öğeleri günümüze ulaşamamıştır¹⁵. Günümüzde restorasyon geçiren yapı, Talas Belediyesi'nce sanat galerisi olarak işlevlendirilmiştir (Şekil 16 ve Şekil 17).

¹⁵ Bema, erken Hristiyan ve Bizans kiliselerinde önde gelen din adamları için ayrılmış, zeminden daha yüksek platforma sahip olan yerdir. Bu özel bölüme halkın girişi yasaktır. Templon, kilisenin kutsal mekanı olarak adlandırılan "bema" ile ibadet mekanı olarak kullanılan "Naos" bölümünü ayıran kısımdır. Daha sonra anıtların sergilendiği bir bölüme dönüşerek "ikonostasi" adıyla anılmıştır.



2.2.5. Panagia Kilisesi¹⁷

Yukarı Talas yamaçlarında yer alan kilise, yüksek eğimli bir arazi üzerine inşa edilmiştir. Kot farkının iyi değerlendirildiği yapıda, avlu altında batı sokağına açılan 4 adet dükkân yer alır. Kilisenin kitabesinde 1886 yılında inşa edildiği belirtilirken farklı bir kaynakta başka bir kilisenin yıkılmasından sonra yerine yapıldığı belirtilmektedir (İoannidis, 1896: 48). Kurtuluş Savaşı sonrası Hristiyan Rum vatandaşlarının mübadeleye tabi tutulması, Talas'tan ayrılmalarını gerektirmiş ve 1925 yılı sonrasında yapı camiye dönüştürülmüştür (Kayseri Vakıflar Bölge Müdürlüğü Arşivi). Panagia Kilisesi'ne ait 1954 tarihli bir belgede¹⁸ bilirkişiler, Rumlara ait olan kilisenin, Rumların göç etmesiyle birlikte Evkaf idaresine intikal ettiğini ve idarece cami olarak işlevlendirildiğini ve 35 senedir 'Yeni Cami' olarak kullanıldığını beyan etmişlerdir.

¹⁶ Kayseri Büyükşehir Belediyesi Arşivi.

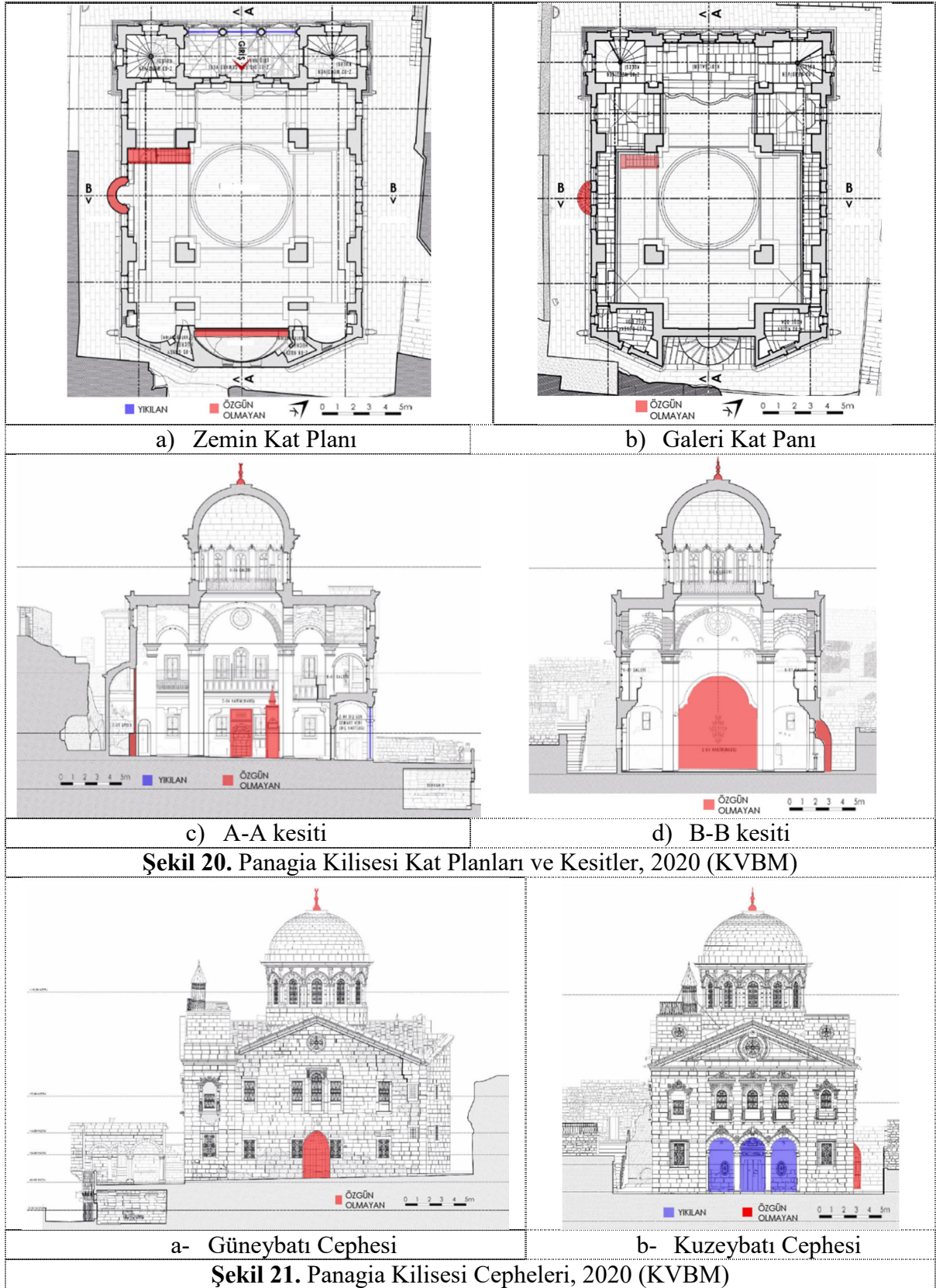
¹⁷ Kilise yapısı ile ilgili süreçte birçok adlandırma yapılmıştır. Örneğin; 2008 yılında Kayseri Taşınmaz Kültür Varlıkları Envanteri kitabında yapı, Talas Rum Kilisesi ile Yaman Dede Camisi olarak geçerken 2009 yılında yayımlanan Kayseri Taşınmaz Kültür Varlıkları Envanterinde ise bu isimlere Yeni Cami ibaresi de eklenmiştir.

¹⁸ Tapu ve Kadastro XI. (Kayseri) Bölge Müdürlüğü Arşivi.

Kilise, 1977 yılında tescillenmiştir. 1990'lı yıllara gelindiğinde kullanıma kapatılan yapı, 2003 yılı itibari ile onarıma sokularak 2007 yılında cami olarak yeniden ibadete açılmıştır. Kuzeybatı cephesinde bulunan avlu giriş kapısı, ikişer sütun ile üçgen alınlıklı bir taca sahiptir. Üçgen alınlıkta yer alan bitkisel motif ve kabartmalı süsleme detayların yapıda hâkim olan malzeme ve motif düzeninden farklılık göstermesi, giriş tacının sonradan eklendiğini düşündürmektedir. Avlunun bir diğer girişi ise kilisenin ana giriş kotundan çok daha yüksek olan kuzey yönündeki kapıdan sağlanmaktadır. Avluda, kuzeybatı yönünde papaz evi (müştemilat) olduğu düşünülen tek katlı bir yapı bulunmaktadır. Kuzeybatı girişi üstünde yer alan bu yapı, tonoz üstünde eli böğründeler ile desteklenmiş, sokağa çıkma yaparak bir odalı ve önü revaklı tek katlı olarak düzenlenmiştir (Şekil 17 ve Şekil 18).



Kilisenin plan şeması güneydoğu-kuzeybatı aksında kapalı Yunan haçı şeklindedir. Kuzeybatı cephede üç kemerli ve 4 adet taş sütunlu narteks bölümü yer alır. Bu narteks mekanının üstü, öndeki üç adet giriş kemerleri ile ilişkili üç adet manastır tonozu ile geçilmiştir. Narteks'ten çift kapı ile harime açılan (naosa) geçilir. Burada dört ayak ile tanımlanan merkezi mekanın üzerinde yer alan kubbenin etrafındaki kemerli pencereler, iç mekanın doğal aydınlatılmasında avantaj sağlamaktadır. Kubbenin iç tarafında dairesel küçük bir balkon yer alır. Narteks mekanının her iki yanında bulunan köşe kulelerinin her birinin içerisinde çatıya çıkan taş basamaklı dairesel merdivenler bulunur. Köşe kulelerindeki bu merdivenler yapının üst katına ulaşmaya imkan tanır. Bu üst galeri katı, narteksin üzeri de dahil olmak üzere sağ ve sol haç kollarıyla 'U' formunda naos'u çevrelemektedir (Şekil 20 ve Şekil 21).



Kilise, mübadele sonrasında özgün işlevini kaybederek cami olarak kullanılmaya başlandıktan sonra bazı değişikliklere maruz kalmıştır. Örneğin yapının ana apsisi, duvar örülerek kapatılmıştır. Günümüzde sonradan kapatılan apside doğusunda bulunan kuzey hücredeki açıklıktan ulaşılmaktadır. Bu bölüm oldukça âtıl bir durumdadır (Şekil 22).



Fonksiyon değişikliğinin getirdiği diğer bir değişim ise yapının güneybatısındaki pencere düzeninin bozularak cami mihrabının eklenmesi olmuştur ve bu ek cepheden de fark edilebilmektedir. Fakat bu mihrap eklenirken hata yapılarak güneydoğu yerine güneybatı duvarına eklenmiştir. Bu hata giderilmediği için cami içerisinde ibadet eden kişiler mihrabı dikkate almadan yönlerini kıbleye dönerek namaz kılmaktadırlar (Şekil 23).



Kilisenin en önemli süslemelerinden olan duvar resimleri, cami kullanımı sonrasında sıva ile kapatılmış, giriş tacı kısmına ayetler yazılmıştır. Taşıyıcı kemerlerin oturduğu sütun başlıkları ile kilise duvarlarında detaylı kalem işçiliği yer alırken, bazı bezemeler orijinal renkleriyle günümüze kadar ulaşabilmişlerdir. Yapının zemin malzemesi özgün taş olmakla birlikte üzeri ahşap kaplanmış ve halı serilmiştir. Tarihi tespit edilemeyen eski fotoğraflardan narteks'in bir süreliğine kapatılarak kullanıldığı görülmektedir (Şekil 24).

¹⁹ Straesser, H. Kişisel Fotoğraf Arşivi.



Günümüzde halen cami işlevi ile kullanılan Panagia Kilisesi, Geç Dönem Osmanlı'dan günümüze ulaşabilen diğer azınlık kiliseleri arasında önemli bir yere sahiptir. Fakat yapının özgün duvar resimleri büyük hasar görmüş, sıvaların kazınmasıyla tahrip edilmiş ve üzerleri boyanarak kapatılmaya çalışılmıştır. Yapıda su kaçakları ve rutubete bağlı olarak deformasyonlar, yosunlaşma ve çiçeklenmeler meydana gelmiştir (Şekil 25).



2.2.6. Talas Surp Asvdadzdzin (Meryem Ana) Kilisesi

Kaynaklarda yeterli bilginin bulunamaması ve günümüzde de yapıya ait bir kalıntıya ulaşamaması nedeniyle yapının konumuna dair net bir bilgi verilememiştir. Yapıyla ilgili kayıtlı belgenin azlığı, inşa tarihi konusunda çelişkiler yaratmıştır. Kilisenin 1837 yılında inşa edildiği öne sürülse de²⁰, Devlet Arşivleri Başkanlığı'ndaki (Osmanlı Arşivi) H.1251 (1835) tarihli belgede, Surp Asvdadzdzin Kilisesi'nin onarımına izin verildiği belirtilmektedir (BOA, C. ADL. 48/2885-2). Dolayısıyla arşiv belgesi kilisenin 1835 yılı öncesi inşa edildiğini göstermektedir.

Devlet Arşivleri Başkanlığı (Osmanlı Arşivi)'nda (BOA) yer alan ve 1835 tarihli onarım iznine ilişkin belgede kilisenin 27m × 16,5m ebatlarında ve 9,75 m. yüksekliğinde, fakat harap bir vaziyette olduğu belirtilir (BOA, C. ADL. 48/2885-2). Yapıyla ilgili mimari çizimlere ulaşılmasa da literatürde yer alan görseller ve silüetler üzerinden kilise şemasının kapalı haç planında olduğu ve galeriye dışarıdan bir merdiven yardımıyla ulaşıldığı anlaşılabilir. Galeriye açılan bu merdivenin simetrik şekilde kuzey ve güney cephede yer aldığı yine fotoğraflardan tespit edilebilmektedir.

²⁰ Bkz. Güngör Açıkgöz; 2007: 112.

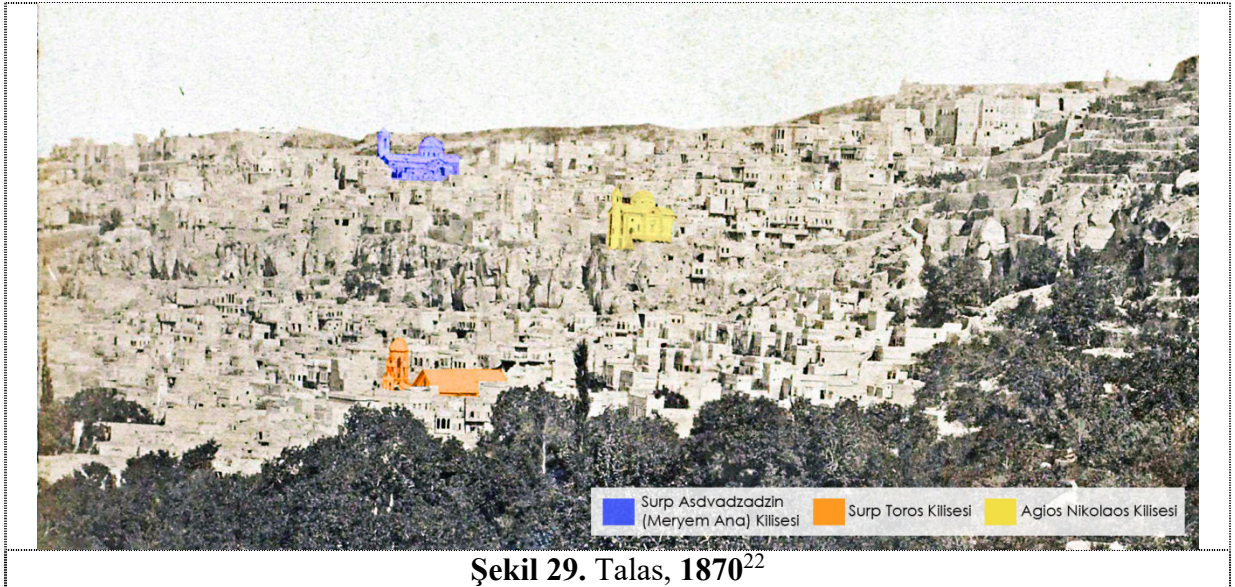
Farklı yıllarda farklı perspektiflerden çekilmiş görseller karşılaştırıldığında; bir dönem çan kulesinin bulunmaması, yapının çan kulesinin kiliseye sonradan eklendiği veya belki de bir dönem yıkıldıktan sonra yenilediği ihtimalini düşündürmektedir (Şekil 26 ve Şekil 27).



2.2.7. Agios Nikolaos Kilisesi

Görsellerden de anlaşılacağı üzere kilise, Yukarı Mahalle'de yer alır. 1868 yılında onarıldığı bilinen kilisenin tam olarak hangi tarihte inşa edildiği bilinmemektedir. Bir Rum kilisesi olan yapının plan şemasına dair herhangi bir bilgi bulunamamıştır. Agios Pandleimon Kilisesi olarak anılan bir başka kilisenin üzerine inşa edildiği de belirtilen kilise, Güngör Açıkgöz'ün ifadesi ile (2007: 113) 1933 yılında belediye tarafından yıkılmıştır (Şekil 28 ve Şekil 29).

²¹ Talas Tanıtım Sosyal Yardımlaşma ve Dayanışma Derneği fotoğraf arşivi



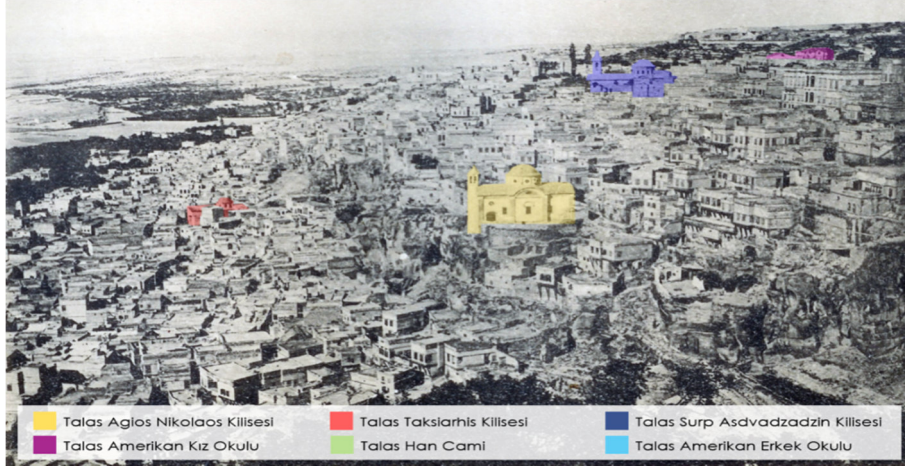
3.DEĞERLENDİRME

Baudelaire (1860) hafızayı ‘yazıldıkça silinen’ ve tekrar üzerine yazılan bir şeye benzetirken bu durumu palimpsest olarak adlandırmaktadır. Palimpsest terimi kent hafızası ile birlikte ele alındığında; özellikle tarihi nitelik taşıyan kültür varlıkları, dünden bugüne taşıdıkları anlam ve dönem izleriyle birlikte katmanlaşan kentin temel unsurlarını oluşturur. Araştırma konusu olan Talas, jeopolitik konumu itibariyle tarihsel süreçte her dönem önemli yerleşim yerlerinden biri olmuş, birçok kültür ve medeniyete ev sahipliği yapmıştır. Bu kültürlerle ait olup yerleşimde varlıklarını halen sürdürebilen eserler, geçmiş dönemleri temsil eden hafıza mekanlardır.

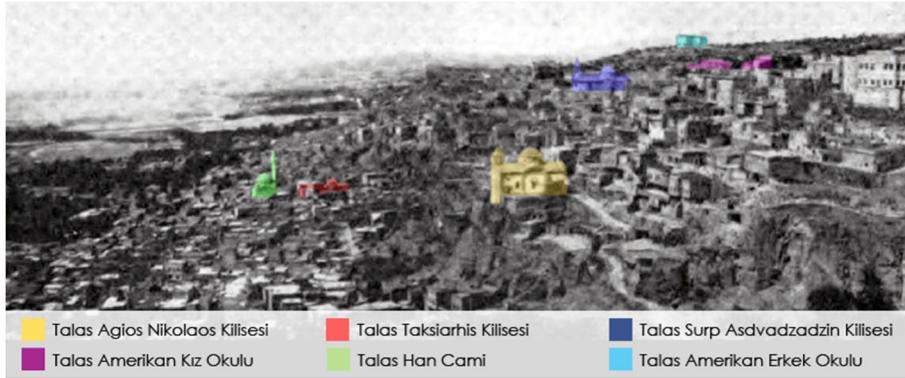
Literatür araştırmasında Talas’ın 1896 yılı itibariyle kayıtlara geçen birtakım silüetlerine ulaşılmıştır. Bu görsellerin günümüzle karşılaştırılabilmesi amacıyla aynı perspektiften fotoğraflar çekilmiş ve Talas silüetindeki değişimler geleneksel yerleşim dokusunun silinen izleriyle birlikte okunmaya çalışılmıştır. Karşılaştırmalı silüetlerden de anlaşılacağı üzere, süreçte kültür varlıklarının teker teker yok olması geleneksel doku bütünlüğünün kaybedilmesi adına risk teşkil etmektedir.

²² Talas Tanıtım Sosyal Yardımlaşma ve Dayanışma Derneği fotoğraf arşivi.

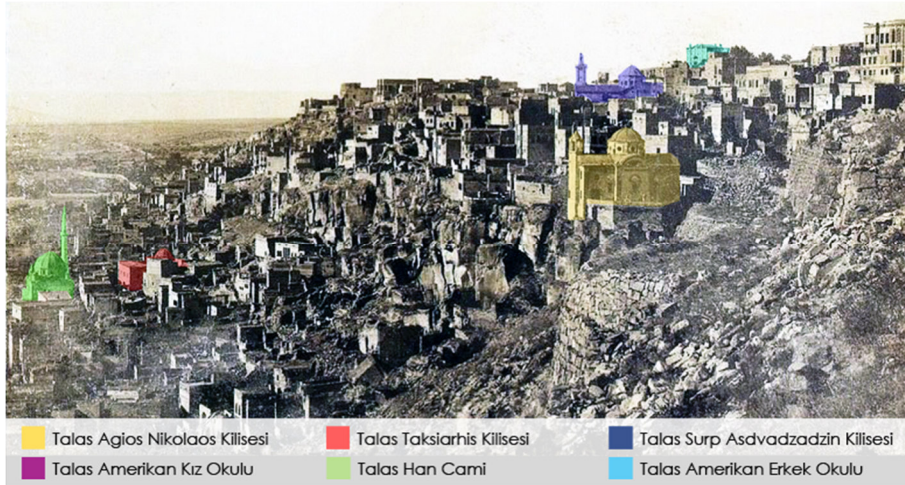
Kentsel dokuda pek çok yapının günümüze ulaşamaması, geçmiş ile gelecek arasında kurulan köprünün de zarar görmesine neden olmuştur. Yıpranan ve yok olan her bir yapı kentsel hafızanın kaybına, dolayısıyla kentin aura'sının da kaybolmasına işaret etmektedir (Şekil 30-35).



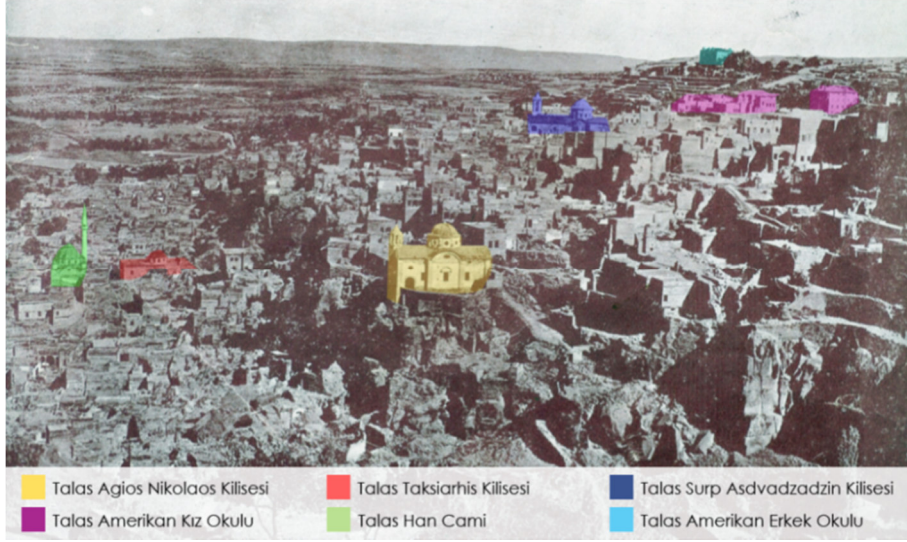
Şekil 30. Talas, 1896 (Oberhummer & Zimmerer, 1899: 243)



Şekil 31. Talas, 1913 (Misyoner Herald, URL-5)



Şekil 32. Talas, 1927 (URL-6 / Köker, 2005: 164)



Şekil 33. Talas, 1930'lu yıllar (Talas Yaya Köy Gezileri (Talas, 2009: 8))



Şekil 34. Talas, 2019



a-1938 (Talas, 2009: 8)






b-2020

Şekil 35. Yukarı Talas yamaçları

Talas geleneksel yerleşim dokusunda yaşayan gayrimüslim halk, belirli aralıklarla yöreyi terk etmiş olsa da geride pek çok eser bırakmıştır. Bu eserlerden belki de en kayda değer olanı kiliselerdir. Talas Panagia Kilisesi mevcut fonksiyonuna benzer bir fonksiyon ile işlevlendirilmiş ve geçmişle olan bağı koruyarak toplumsal belleğin izlerini taşımaya devam etmiştir. Her ne kadar geçirdiği ufak değişimlerle bugün cami olarak kullanılsa da yapının halen bir kilise tipolojisinde olduğunu söylemek mümkündür. Fakat özgün yapısından uzaklaşan ve özgününden farklı bir işlev verilerek köklü dönüşümlerle (yatayda ve dikeyde bölünmeler) konut olarak kullanılan Taksiarhis Kilisesi ise bir kiliseden çok, harap bir konutu çağrıştırmaktadır.

Yapıların dünden bugüne mülkiyet durumlarıyla ilgili yaşanan tüm gelişmeler, değişim ve dönüşümü de beraberinde getirmiştir. Buna göre özgününden farklı bir fonksiyon ile dönüşüme maruz kalan Taksiarhis Kilisesi'nin en fazla müdahaleye uğradığı söylenebilir. Özgün ibadet eylemine yakın bir fonksiyon ile işlevlendirilen Panagia Kilisesi ise halen bir kilise görünümü ile kentsel hafızalardaki varlığını korumaktadır. Genel anlamda tarihi değer taşıyan bu yapıların mülkiyet durumlarının değişmesi, süreç içerisinde yapıda bir takım değişimlere neden olduğu gibi yapının dönüşümünün de önünü açmış, kentsel hafızanın özgünlük ve bütünlük değerlerini olumsuz yönde etkilemiştir.

Tablo 2. Yapı Analizi Değerlendirme Tablosu

YAPI ADI		FONKSİYON ÖZGÜNLÜK DURUMU				FİZİKSEL MÜDAHALE/BOZULMA*			MEVCUT FİZİKSEL DURUM**	MEVCUT ALGI: Yapı, özgün fonksiyonu ve özgün fiziksel özelliklerini			
Taksiarhis Kilisesi		Özgün Fonksiyon	Kilise	Fonksiyon Değişimleri/leri	Konut	Mevcut Fonksiyon	Kullanılmıyor	AZ (değişim)	ORTA (değişim& dönüşüm)	ÇOK (dönüşüm)	İyi	çağrıştırm.	
								<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
								Mekânsal Müdahale/Bozulma	Yapısal Müdahale/Bozulma	Orta <input checked="" type="checkbox"/>			çok az çağrıştırm.
								Az	Az				
Orta	Orta												
Çok	<input checked="" type="checkbox"/>	Çok	<input checked="" type="checkbox"/>	Harabe	asla çağrıştırmaz. <input checked="" type="checkbox"/>								
Tol Kilise		Özgün Fonksiyon	Kilise	Fonksiyon Değişimleri/leri	Depo - Mütze	Mevcut Fonksiyon	Sanat Galerisi	AZ (değişim)	ORTA (değişim& dönüşüm)	ÇOK (dönüşüm)	İyi <input checked="" type="checkbox"/>	çağrıştırm.	
								<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
								Mekânsal Müdahale/Bozulma	Yapısal Müdahale/Bozulma	Orta			çok az çağrıştırm. <input checked="" type="checkbox"/>
								Az	Az				
Orta	<input checked="" type="checkbox"/>	Orta	<input checked="" type="checkbox"/>	Harabe	asla çağrıştırmaz.								
Çok	<input type="checkbox"/>	Çok	<input type="checkbox"/>										
Panagia Kilisesi		Özgün Fonksiyon	Kilise	Fonksiyon Değişimleri/leri	Cami	Mevcut Fonksiyon	Cami	AZ (değişim)	ORTA (değişim& dönüşüm)	ÇOK (dönüşüm)	İyi	çağrıştırm. <input checked="" type="checkbox"/>	
								<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
								Mekânsal Müdahale/Bozulma	Yapısal Müdahale/Bozulma	Orta <input checked="" type="checkbox"/>			çok az çağrıştırm.
								Az	Az				
Orta	<input checked="" type="checkbox"/>	Orta	<input checked="" type="checkbox"/>	Harabe	asla çağrıştırmaz.								
Çok	<input type="checkbox"/>	Çok	<input type="checkbox"/>										

***Fiziksel Müdahale/Bozulma;**

-**Mekânsal Müdahale/Bozulma:** plan şemasında görülen değişiklikleri,

-**Yapısal Müdahale/Bozulma:** yapının cephe, duvar ve diğer yapısal elemanlardaki değişiklikleri kapsamaktadır. Her iki başlıkta yer alan değişiklikler derecelendirilerek fiziksel müdahale/bozulma başlığı altında değerlendirilmiştir. Yapının genel durum analizi sonrası ortaya çıkan veriler, yapının değişim ve dönüşümüne dair bilgi vermektedir.

****Mevcut fiziksel durum;** yapının günümüzdeki son haliyle birlikte mekânsal ve yapısal anlamdaki bütünlüğünü ve sağlamlığını göstermektedir.

Bir yapıya, özgün işlevinden farklı bir işlev yüklenmesi, mekansal değişimlerle birlikte yerin aurasının da değişeceği ve dolayısıyla belleğin de doğrudan etkileneceği anlamına gelmektedir. Özünden ayrılan her bir yapı, geçmişiyile olan bağını koparıırken aynı zamanda hafızasını kaybetmekte ve yeni bir bellek oluşumuna zorlanmaktadır. Bu nedenle tarihi yapıların mekansal değerleri, sürekliliğin sağlanmasındaki en önemli ölçütlerden birini oluşturmaktadır. Geçmişten gelen tarihi izlerin bir sonraki geleceğe doğru şekilde aktarılabilmesi (diğer bir deyişle yerin ruhunun (genius loci) sürekliliğinin sağlanması) ancak özgünlüğün korunarak doğru işlevlendirilme ön şartı ile garanti altına alınabilir. Doku bütünlüğünün tamamlayıcı unsurlarından olan gayrimüslimlere ait bu yapıların korunarak geleceğe taşınması, geçmiş dönemlere ait bilgi ve kültürlerin günümüz ve gelecekte hatırlanmasının tek şartıdır. Nitekim geçmişi olmayan bir medeniyet geleceği şursuz yaşayacaktır. Bu nedenle sadece kiliseler değil, bölgenin çok katmanlı yapısında Müslim-gayrimüslim yapılar bütüncül bir bakış açısıyla ele alınmalı ve dünden bugüne süregelen tüm kültürlerin izleri ortaya çıkarılmalıdır.

KAYNAKÇA

- Alpoyachean, A. (1937). Patmut'iwn Hay Kesarioy (History of Armenian Caesarea). C-1. Cairo.
- Barton, J. L. (1908). Daybreak In Turkey, Boston: The Pilgrim Press.
- Baykara, T. (1988). Anadolu'nun Tarihi Coğrafyasına Giriş, 1, Anadolu'nun İdari Taksimatı. Ankara: Türk Kültürünü Araştırma Enstitüsü Yayınları.
- Caesarea Station (1912). The Orient. Volume 3, Number 20.
- Cömert, H. (2010). 19. Yüzyılda Talas, Kayseri: Mazaka Yayınları.
- Başkanlık Osmanlı Arşivi (Devlet Arşivleri), İ. .AZN. 54,31, H-05-11-1321 Belge Tarihli
- Başkanlık Osmanlı Arşivi (Devlet Arşivleri), C. ADL. 48/2885–2, H-29-03-1251 Belge Tarihli
- Eraşar, O. (2000). Seyahatnamelerde Kayseri. Kayseri: Kayseri Ticaret Odası Yayınları.
- Erkiletlioğlu, H. (2000). Kayseri'nin Tarih Boyunca Uğradığı İstila ve Afetler. III. Kayseri ve Yöresi Tarih Sempozyumu Bildirileri (06-07 Nisan 2000), Kayseri.
- Farnsworth, W. A. (1892). Sketch of The Cesarea Station, Western Turkey. Missionary Herald, Vol. 88, No. 2, February 1892.
- Güngör Açıkgöz, Ş. (2007). Kayseri ve Çevresindeki 19. Yüzyıl Kiliseleri ve Korunmaları için Öneriler. Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Hrant Dink Vakfı (2016). Ermeni ve Rum Kültür Varlıklarıyla Kayseri. (Ed. A. Yılmaz). İstanbul: Hrant Dink Vakfı Yayınları.
- İnternet: URL-1 - [https://tr.wikipedia.org/wiki/Yahyal%C4%B1#/media/Dosya:Kayseri_\(tr\).svg](https://tr.wikipedia.org/wiki/Yahyal%C4%B1#/media/Dosya:Kayseri_(tr).svg), Son Erişim Tarihi: 10.07.2020
- İnternet: URL-2 - <https://www.houshamadyan.org/tur/haritalar/ankara-vilayeti/kayseri-sancagi/yerel-ozellikler/halk-hekimligi.html>, Son Erişim Tarihi: 10.07.2020
- İnternet: URL-3 - http://www.yapi.com.tr/haberler/tarihi-kilise-sanat-galerisine-donusturuldu_179010.html, Son Erişim Tarihi: 10.07.2020

- İnternet: URL-4 - <https://www.houshamadyan.org/mapottomanempire/vilayetankara.html>, Son Erişim Tarihi: 10.07.2020
- İnternet: URL-5 - http://milhomme.blogspot.com/2013/12/1906-armenian-pictures-rare-pictures_13.html, Son Erişim Tarihi: 10.07.2020
- İnternet: URL-6 - <http://wowturkey.com/forum/viewtopic.php?t=26820&start=20>, Son Erişim Tarihi: 10.07.2020
- İoannidis, I., 1896. *Καيسάρεια Μητροπολιτερι βέ Μααλουμάτη Μουτενεββιά. Κωνσταντινούπολη: Δέρισααδέτ: Αλέξανδρος Νομισματιδης Ματπαασηνδά.*
- Jennings, R. C. (1983). *The Population, Society and Economy of the Region of Erciyes Dağı in the Sixteenth Century*, J. Bacque-Grammot and P. Dumont (ed.). *Contributions a L'histoire Economique et Sociale de L'Empire Ottoman* (s.149-250), Louvain.
- Kayseri Büyükşehir Belediyesi Arşivi.
Kayseri İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü Arşivi
Kayseri Vakıflar Bölge Müdürlüğü Arşivi
Kaşgarlı M. (2016). *Divan-ü Lügat-it Türk*, (Çev. Fuat Bozkurt), İstanbul: Salon Yayınları.
- Kevorkian, R. ve Paboudjian, P.B., 2012. *1915 Öncesinde Osmanlı İmparatorluğu'nda Ermeniler.* (çev. M. Saris). İstanbul: Aras Yayınevi. (Orijinal eserin yayın tarihi 1992).
- Kocabaşoğlu, U. (1989). *Kendi belgeleriyle Anadolu'daki Amerika : 19. yüzyılda Osmanlı İmparatorluğu'ndaki Amerikan misyoner okulları.* İstanbul: Arba Yayınları.
- Kocabaşoğlu, U., Uluğtekin, M. (1998). *Salnamelerde Kayseri Osmanlı ve Cumhuriyet Döneminin Eski Harfli Yıllıklarında Kayseri.* Kayseri: Kayseri Ticaret Odası Yayınları.
- Köker, O. (2005). *100 Yıl Önce Türkiye'de Ermeniler*, İstanbul: Bir Zamanlar Yayıncılık.
- Oberhummer, R., Zimmerer H. (1899). *Durch Syrien Und Kleinosten*, Berlin.
- Ormanian, M. (1955). *The Church of Armenia*. London: A.R. Mowbray and Co.Limited.
- Özeren, E.B., Özkan Yazgan, E., Akalın, A. (2020). *Olağanüstü Evrensel Değer Bağlamında Özgünlük ve Bütünlük: Safranbolu, Eski Çarşı, Uluslararası Hakemli Tasarım ve Mimarlık Dergisi*, 20: 1-33.
- Özkan, S. (1998). *Kayseri Yöresinde Azınlık ve Yabancı Okulları, II. Kayseri ve Yöresi Sempozyumu Bildirileri (16-17 Nisan 1998)*, Kayseri, s. 353-364.
- Şahin M. (2018). *Wilson Amos Farnsworth-Kapadokya'daki Amerikalı Misyonerlerin Bilinmeyen Tarihi-1853-1903*, İstanbul: Yapı Kredi Yayınları.
- Talas, (2009). *Seri:5 (Kayseri: İlbay Adli Baykan'ın başkanlığı altında yapılan yaya köy gezileri tetkik notlarıdır).* (Hazırlayan: S. Yaman). Kayseri: Laçın Yayınları Nu: 210. (Eserin orijinali 1938'de yayımlandı).
- Talas Belediyesi 2019 Yılı Faaliyet Raporu.
Tapu ve Kadastro XI. (Kayseri) Bölge Müdürlüğü Arşivi.
Tüfekçi, M. K., Aksoy, T. (2012). *Kayseri İlinin Tektoniği ve Depremselliği.* (<https://www.slideshare.net/oncel/kayser>).
- Tuzcu, A. (2017). *Talas 1860-1960 Geçmiş Zaman Yansımaları.* Kayseri: Talas Belediyesi Kültür Yayınları-23.

Unesco World Heritage Centre, (2019). Operational guidelines for the implementation of the World Heritage Convention. Paris, Fraance: UNESCO World Heritage Centre, ss.25-29

Warneck, G. (1883). Modern Missions and Culture Their Mutual Relations (Çev. Thomas Smith), Edinburg: James Gemmel.

Yücel, İ. (2011). Anadolu'daki Amerikan Hastaneleri ve Tıbbi Misyonerlik (1880-1930), Yayınlanmamış Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.

Yücel, İ. (2011). Anadolu'daki Amerikan Hastaneleri ve Tıbbi Misyonerlik (1880-1930), Yayınlanmamış Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.

ATEX DİREKTİFLERİNİN MÜDAHALE VE KİŞİSEL KORUNMA AÇISINDAN İTFAİYE TEŞKİLATLARINDAKİ YANSIMALARI VE UYGULAMALARI

Öğretim Görevlisi Bülent BULDU

Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya Teknik Bilimler MYO Sivil Savunma ve İtfaiyecilik Programı
ORCID: 0000-0002-8705-3118

ÖZET

Parlama patlama olayının daha iyi anlaşılabilmesi için tanımlamak gerekirse; parlayıcı patlayıcı ortamın oluşması için Patlayıcı Madde, Hava (Oksijen) ve Enerji (Ateşleyici) gibi üç unsurun bir araya gelmesi gerekir. Parlayıcı patlayıcı maddeler sıvı, katı (toz) veya gaz halinde bulunabilirler.

(ATEX 137) Çalışma Yeri Direktifi 99/92/EC, tehlikeli alanları patlayıcı ortamın oluşma sıklığı ve bu ortamın devam etme süresini esas alarak bölgeler (zone) halinde sınıflandırmaktadır.

Gazlar/Buharlar için; Zone-0: Patlama oluşturacak karışımın (gaz/hava) sürekli veya uzun süreli bulunduğu alanlar. Zone-1: Patlama oluşturacak karışımın ara ara meydana gelme ihtimalinin olduğu alanlar. Zone-2: Patlama oluşturacak karışımın olağan koşullarda bulunmadığı veya çok kısa sürdüğü alanlar.

Tozlar/Lifler için ise; Zone-20: Patlama oluşturacak yanıcı tozların, havada bulut halinde sürekli olarak veya uzun süreli ya da sık sık patlayıcı ortam oluşabilecek yerler. Zone-21: Normal çalışma koşullarında, havada bulut halinde bulunan yanıcı tozların ara sıra patlayıcı ortam oluşturabileceği yerler. Zone-22: Normal çalışma koşullarında havada bulut halinde yanıcı tozların patlayıcı ortam oluşturma ihtimali bulunmayan ancak böyle bir ihtimal olsa bile bunun yalnızca çok kısa bir süre için geçerli olduğu yerler.

İtfaiyeciler parlayıcı patlayıcı ortamın ilk fark edilmesinden itibaren yapılan tüm müdahalelerde bu ortamlarda çalışabilmektedirler. İtfaiye birimi denince akla ilk gelen yangına müdahaledir doğal olarak. Ancak günümüz itfaiyecilerinin müdahale ettikleri olayların çeşitliliği son derece artmıştır. Bu olayların arasında yangın başlatıcı gazlar ve tozların parlayıcı ve patlayıcı ortamlar oluşturmalarının yeri de göz ardı edilemeyecek oranda artmıştır. Günümüzde özellikle enerji kaynağı olarak kullanılan yanıcı gazları ileten boru hatlarının şehirlerimizi adeta bir örümcek ağı gibi sararak gazı iletmesi, parlayıcı patlayıcı ortam oluşum sıklığını da arttırmıştır. Peki, ülkemizde bu ortamlara maruz kaldığımızda yardımımıza gelen itfaiyecilerin kullandığı ekipmanlar bu ortam için ne kadar uygun? Parlayıcı patlayıcı ortamlarda kullanılacak malzemelerde hangi şartlar aranmalıdır? İtfaiyeciler Parlayıcı patlayıcı ortamda hangi bölgede (zone) ne tür kişisel korunma ve müdahale ekipmanı kullanmalıdır?

Özellikle Avrupa'da parlayıcı patlayıcı ortamlarda çalışabilmeyi mümkün kılan kanun ve yönetmelikler, bunların ülkemizdeki yansımaları nelerdir? İtfaiyecilerin mevcut kullandığı ekipmanlar bu ortamlar için ne kadar uygundur?

Anahtar Kelimeler: ATEX, Parlama, Patlama, İtfaiye, Korunma

REFLECTIONS AND APPLICATIONS OF ATEX DIRECTIVES IN FIREFIGHTERS IN TERMS OF INTERVENTION AND PERSONAL PROTECTION

ABSTRACT

In order to better understand the flashing explosion phenomenon; for the formation of a flammable explosive atmosphere, three elements such as Explosive Material, Air (Oxygen) and Energy (Igniter) must come together. Flammable explosive substances can be found in liquid, solid (powder) or gas form.

(ATEX 137) Workplace Directive 99/92 / EC classifies hazardous areas into zones based on the frequency of occurrence of the explosive atmosphere and the duration of this environment. For Gases / Vapors; Zone-0: Areas where the mixture (gas / air) that will cause explosion is present for a long time or for a long time. Zone-1: Areas where the mixture that will cause explosion is likely to occur intermittently. Zone-2: Areas where an explosive mixture is not available under normal conditions or takes a very short time.

For Powders / Fibers; Zone-20: Places where explosive flammable dusts may occur in clouds in the air continuously or for a long time or frequently. Zone-21: Places where flammable dusts in clouds in the air may occasionally create an explosive atmosphere under normal operating conditions. Zone-22: Places where combustible dust in cloud form in the air is not likely to create an explosive atmosphere under normal operating conditions, but even if there is such a possibility, it is only valid for a very short time.

Firefighters can work in these environments in all interventions made since the first realization of the flammable explosive atmosphere. When it comes to the fire department, the first thing that comes to mind is of course the intervention to the fire. However, the variety of events that today firefighters intervened in has increased enormously. Among these events, the place where fire-initiating gases and dusts create flammable and explosive atmospheres has increased at an undeniable rate. The fact that pipelines transmitting flammable gases, which are used as energy sources, envelop our cities like a spider web and transmit the gas, has increased the frequency of formation of flammable explosive atmospheres. So, when we are exposed to these environments in our country, how suitable are the equipment used by firefighters who come to our aid for this environment? What conditions should be sought for materials that can be used in flammable explosive atmospheres? What type of personal protection and response equipment should firefighters use in which zone in a flammable explosive atmosphere?

Especially in Europe, what are the laws and regulations that make it possible to work in flammable and explosive environments, and what are their reflections in our country? How suitable is the equipment currently used by firefighters for these environments?

Keywords: ATEX, Flash, Explosion, Firefighting, Protection

1.GİRİŞ

Her ne kadar itfaiyecilik mesleği yangınlarla mücadele etme ihtiyacıyla ortaya çıkmışsa da, özellikle makineleşme ile başlayan üretim seferberliği ve paralelinde günlük yaşamı şekillendiren tüm üretim ve tüketim araç, malzeme ve enerji kaynaklarının çeşitliliği günümüzde itfaiyecilerin yangının yanında birçok farklı görevi icra etmesini zorunlu kılmaktadır.

Günümüz itfaiye teşkilatları yangın, deprem, sel ve su baskınları, sualtı ve su üstü arama kurtarma çalışmaları, Kimyasal biyolojik radyolojik ve nükleer (KBRN) saldırı ve kazaları gibi birçok acil durum ve afette çalışmaktadır.

Yapılan müdahalenin itfaiyeciler açısından oluşturduğu çok farklı riskler ve tehlikeler barındırdığı açıktır. Yapılan müdahalede öncelik itfaiyecinin korunması olmalıdır. Özellikle parlayıcı patlayıcı ortamlara ilk müdahaleyi yapacak olan itfaiyecilerin kullandıkları kişisel korunma donanımının itfaiyeciyi tam koruyacak özellikte olmalıdır.

2.PARLAYICI - PATLAYICI MADDELER ve ORTAMLAR

Birçok sanayi kolunda üretim faaliyeti sırasında veya arıza ve bakım gibi durumlarda petrol, petrol ürünleri, kimya, doğalgaz, çeşitli türdeki toz zerrecikleri ve kömür madenlerinden kaynaklanan patlayıcı ortam ile karşı karşıya kalınmaktadır.

Parlama patlama olayının daha iyi anlaşılabilmesi için tanımlamak gerekirse; bilindiği üzere parlayıcı patlayıcı ortamın oluşması için Patlayıcı Madde, Hava (Oksijen) ve Enerji (Ateşleyici) gibi üç unsurun bir araya gelmesi gerekir. Parlayıcı patlayıcı maddeler sıvı, katı (toz) veya gaz halinde bulunabilirler.

2.1. Gazlar

Patlayıcı gazlar hava ile belirli bir oranda karşılaştıklarında patlamaya hazır hele gelirler ve herhangi bir ısı kaynağı ile aktif hale geçebilirler. Ancak söz konusu gazların patlaması için ortamda bulunan miktarı, yani alt (LEL) ve üst (UEL) limitleri de belirleyicidir. Örnek vermek gerekirse doğalgaz için bu limitler %5 - %15 aralığındadır.

2.2.Sıvılar

Parlayıcı ve patlayıcı sıvılar denildiğinde akla ilk gelen petrol türevleridir. Özünde yanıcı sıvılar sıvı halleri ile yanmazlar. Bu sıvıların buharlaşması durumunda patlayıcı ortam oluşur.

2.3.Katılar (Tozlar)

Patlama riski teşkil eden bir diğer madde ise çeşitli tozlardır. Toz patlaması havadaki toz partiküllerinin yoğunluğu belirli bir sınırı aştıktan sonra bir kıvılcımın tetiklemesi ile dahi toz partikülleri hızlı bir şekilde patlar ve yoğunlaşır. Toz patlamalarında patlama dinamiği gereği reaksiyon hızla ve dalga dalga ilerleyerek hacim içerisindeki tüm tozları (limitler içerisinde olması kaydı ile) reaksiyona dahil eder; dolayısıyla yanıcı toz partiküllerinin bulunduğu ortamlar çok tehlikelidir.

Hiç şüphe yok ki parlayıcı ve patlayıcı maddeler ile çalışan iş yerlerinin öncelikli almaları gereken önlem, patlayıcı ortamın oluşmasını engellemektir. Yani patlama üçgeninde bulunan patlayıcı madde, ateşleme kaynağı veya oksijenin yok edilmesidir.

3.ATEX DİREKTİFLERİ, İTFAİYE ACİL DURUMLARI VE STRATEJİLER

Avrupa Birliği Organizasyonlarının ATEX direktifleri 1 Temmuz 2003 tarihinden itibaren uygulanmaya konulmuştur. ATEX, Fransızca “ATmosphères EXplosives” kelimelerinin ilk hecelerinin birleşiminden oluşmuş bir kelimedir ve “Patlayıcı Atmosferler” anlamına gelmektedir.

AB ATEX direktifleri, biri ekipmanların üreticileri ve diğeri de kullanıcıları için olmak üzere iki adettir. (ATEX 95) Ekipman Direktifi 94/9/EC olarak; potansiyel patlayıcı atmosferlerde kullanılmak amacıyla üretilen ekipman ve koruyucu sistemler talimatıdır.

Kısaca ATEX için güvenli ekipman direktifidir. İkincisi ise (ATEX 137) Çalışma Yeri Direktifi 99/92/EC olarak; patlayıcı atmosferlerden potansiyel riskteki çalışanların iş güvenliğinin ve sağlığının iyileştirilmesi için minimum gereklilikler talimatıdır. Kısaca ATEX için işçi koruma direktifidir.



Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Çalışanların Korunması Hakkında Yönetmelik (ATEX 137 - 99/92/EC) uygunluk işareti



Muhtemel Patlayıcı Ortamda Kullanılan Teçhizat ve Koruyucu Sistemler ile İlgili Yönetmelik (ATEX 95 - 94/9/AT) uygunluk işareti

(ATEX 137) Çalışma Yeri Direktifi 99/92/EC, tehlikeli alanları patlayıcı ortamın oluşma sıklığı ve bu ortamın devam etme süresini esas alarak bölgeler halinde sınıflandırmaktadır. Buna göre alan (zone) sınıflandırması şu şekildedir;

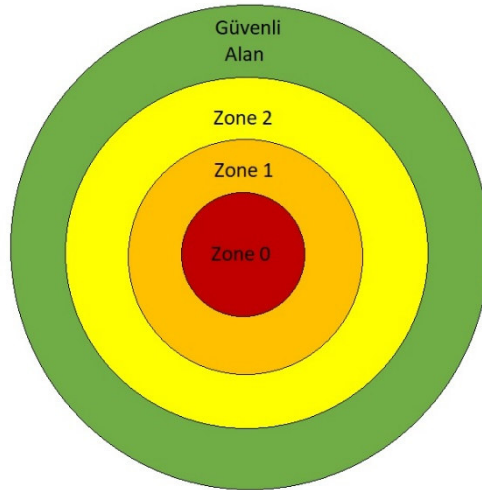
3.1.Gazlar/Buharlar için;

3.1.1. Zone-0: Patlama oluşturacak karışımın (gaz/hava) sürekli veya uzun süreli bulunduğu alanlar.

3.1.2. Zone-1: Patlama oluşturacak karışımın ara ara meydana gelme ihtimalinin olduğu alanlar.

3.1.3. Zone-2: Patlama oluşturacak karışımın olağan koşullarda bulunmadığı veya çok kısa sürdüğü alanlar.

Şeklinde sınıflandırılmıştır.



3.2.Tozlar/Lifler için ise;

3.2.1. Zone-20: Patlama oluşturacak yanıcı tozların, havada bulut halinde sürekli olarak veya uzun süreli ya da sık sık patlayıcı ortam oluşabilecek yerler.

3.2.2. Zone-21: Normal çalışma koşullarında, havada bulut halinde bulunan yanıcı tozların ara sıra patlayıcı ortam oluşturabileceği yerler.

3.2.3. Zone-22: Normal çalışma koşullarında havada bulut halinde yanıcı tozların patlayıcı ortam oluşturma ihtimali bulunmayan ancak böyle bir ihtimal olsa bile bunun yalnızca çok kısa bir süre için geçerli olduğu yerler.

Muhtemel Patlayıcı Ortamda Kullanılan Teçhizat Ve Koruyucu Sistemler İle İlgili Yönetmelik, patlayıcı ortamlarda kullanılacak teçhizatları iki ana gruba ayırmaktadır.

3.3. Grup I teçhizatlar: Maden sektöründe kullanılacak ekipmanları tanımlamaktadır. M1 ve M2 olarak iki kategoriye ayrılır. M1 kategorisi çok yüksek güvenlik seviyesini belirtirken, M2 kategorisi yüksek güvenlik seviyesine sahip ekipmanları belirtmektedir.

3.4. Grup II teçhizatlar: bu gruba dahil olan ekipmanlar hava ve gaz, buhar veya sis ya da hava/toz karışımlarından kaynaklanan patlayıcı ortamlarının oluşma sıklığına bağlı olarak üç kategoriye ayrılmaktadır.



Roma rakamı ile I rakamı madenleri, II rakamı ise diğer sektörleri tanımlar

Kategori 1: Sürekli veya arada bir oluşan patlayıcı ortamda çalışabilirlik (yüksek koruma – zone0)

G gazları, D ise tozları tanımlar

Ülkemizde, AB ATEX direktifleri (ekipman direktifi ATEX 95, Çalışma yeri direktifi ETEX 137) gereği, 27.10.2002 tarihinde yürürlüğe giren ve 2006 ile 2016 yıllarında yenilenen “Muhtemel Patlayıcı Ortamda Kullanılan Teçhizat ve Koruyucu Sistemler ile İlgili Yönetmelik (94/9/AT)” ve ikinci olarak 2003 yılında yürürlüğe girmiş ve 2013 yılında yenilenen “Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Çalışanların Korunması Hakkında Yönetmelik (99/92/EC)” mevcuttur. Ayrıca bu iki yönetmeliği destekleyen ve eksik kalan noktaları tamamlayan 30.06.2013 tarihinde yayınlanan 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu yürürlüktedir.

İşletme ve iş yerleri için ATEX direktifleri (ekipman direktifi ATEX 95, Çalışma yeri direktifi ETEX 137) baz alınarak risk analizleri yapılmaktadır. Bu analizler ışığında çalışma alanı ve personel güvenliği yasalar ve direktifler ölçüsünde belirlenir. İşletme ve iş yeri denetim basamaklarının sona ermesinin ardından faaliyete geçer. Buraya kadar olması gereken ya da olan durumdan bahsettik.

Acil durumlar – olaylar, direktif ve yasaların tam olarak uygulanmadığı veya risk hesaplamalarında öngörülemeyen durumların oluşması nedeniyle ortaya çıkar. Bu gibi acil durum-olaylara müdahale yine o bölgede bulunan ve işletme tarafından yetkilendirilmiş acil durum personeline yapılır. Sonraki aşama itfaiye birimlerinin olay yerine çağrılmasıdır. İtfaiyeciler müdahale durumunda bir takım riskleri beraberinde taşır. Bu risklerin ortadan kaldırılmasının ilk basamağı bilgi alımıdır. Doğru bilgi alımı ve etkili haberleşme bu sıkıntıyı büyük ölçüde ortadan kaldıracaktır. İkinci basamak ise işletme personeli ile belirli sınırlar içerisinde ortak çalışmadır.

İtfaiyeciler görevleri gereği parlayıcı/patlayıcı ortamlarda çalışmak zorundadır. Bu ortamların başında;

- Konut, işyeri, bodrumlar vb. hacimlerde LPG ve Doğalgaz gibi yakıt amaçlı kullanılan gazların varlığı
- Kuyulardan kurtarma ve çıkarma operasyonlarında, kuru tip kuyularda potansiyel olarak bulunabilecek metan gazı varlığı
- Trafikte özellikle tünellerde başta LPG ve LNG olmak üzere tehlikeli madde taşıyan tankerlerde meydana gelebilecek sızıntılar
- Endüstriyel tesislerde meydana gelebilecek sızıntı ve birikimler
- Akaryakıt istasyonlarında oluşan sızıntılar vb.

Yukarıda bahsedilen ortamlara ilaveler yapmak mümkündür. İtfaiyeciler açısından önemli olan doğru müdahale stratejisidir. Doğru ve etkili bir müdahale stratejisinin başında müdahaleye hazır olmak gelir. İtfaiye ekipleri, müdahale alanlarına göre uygun ekipman ve donanımı belirlemek ve temin etmek durumundadır. Personel mevcut olan kişisel korunma ve müdahale ekipmanlarının limitlerini ve kullanım prosedürlerini bilmelidir.

İtfaiye ekibinin müdahalesini doğru ve başarılı yapacak temel unsur aldığı eğitimin yanında kullandığı ekipmana olan güvenidir. Bu güvenin sağlanması için personelin üzerindeki ekipmanın yeterliliği konusunda bilgi sahibi olması şarttır. Personel hangi durum ve ortamda hangi tip kişisel korunma ekipmanı kullanacağını iyi bilmelidir. Ayrıca müdahalede kullanılan malzemelerin amaca uygun seçilmiş olması ile zaman ve güvenlik anlamında büyük avantajlar sağlanır. Personel güvenliği ve müdahale süresi anlamında sağlanan bu avantajlar sayesinde durum büyümeden veya hiç oluşmadan engellenebilecektir. Ayrıca olay yerinde değişken faktörler göz önüne alınarak uygun bir yaklaşım sergilenmelidir. Operasyonun sonlandırılması ise vaka öncesi duruma göre riskli bir unsurun olmaması ve problemin giderilmiş olmasına bağlıdır. Bu aşamada olay veya acil durumu oluşturan temel faktörler engellenmiştir.

4.İTFAYİYE TEŞKİLATLARI TARAFINDAN BİLİNMESİ GEREKEN FAKTÖRLER VE KULLANILACAK EKİPMANLAR

İtfaiye teşkilatları müdahale stratejilerini belirlerken bu ortamlar ile karşılaşıldığında ne tür ekipmanlar kullanması gerektiği konusuna hakim olmalıdır.

İtfaiye teşkilatlarında kullanılan bir çok ekipman elektrik enerjisi ile çalışır. Kişisel hareketsizlik alarm cihazı (PASS), telsiz, el feneri, aydınlatma projektörleri, çeşitli ölçüm cihazları, tehlikeli maddelere (hazmat) müdahale operasyonlarında kullanılan ekipmanlar, havalandırma aspiratörleri ve çeşitli el aletleri bunlara örnek verilebilir. Dolayısıyla itfaiye teşkilatlarında kullanılan bu ekipmanlarda ATEX direktiflerinin aranması şarttır.

Parlayıcı patlayıcı ortamlarda kullanılmak üzere ATEX 95 direktifine uygun olmayan bir el fenerinin bu ortamda açılması, telsiz ile iletişime geçilmesi veya kişisel hareketsizlik alarm cihazının aktif hale geçmesi facia ile sonuçlanabilecek durumlara neden olabilir.

Ayrıca günümüzde kullanımı her birey için artık bir zorunluluk haline gelen cep telefonlarında Ex-Proof özellik beklenemez. İtfaiyecilerin giydiği alev almaz elbiseler genellikle günlük çalışma kıyafetinin üzerine giyilerek vakaya gidildiğini biliyoruz. Dolayısıyla itfaiyecilerin cep telefonları müdahale esnasında genellikle üzerlerinde olmakla beraber gerektiğinde kullanılmaktadır. Bu telefonların parlayıcı/patlayıcı ortamlarda ortaya çıkardıkları veya başlattıkları reaksiyon bilimsel olarak aşıkardır.

İtfaiye ekibinde yer alan her personelin mevcut olan ekipmanların kullanım limitlerini ve hangi tip alan için koruma sağladığını iyi biliyor olması şarttır. Bu noktada irdelenmesi gereken bir takım durumlar karşımıza çıkmaktadır:

- Müdahale araçlarının olay mahalline yaklaşımı nasıl olmalı ve mesafesi ne olmalıdır?
- Ortamda parlama/patlama olasılığı var ise bu durumu oluşturan faktörler nelerdir?
- Mevcut ekipmanlar (aydınlatma fenerleri, PASS cihazı, telsiz, gaz ölçüm cihazları telefon vb.) risk oluşturabilir mi?
- Olay günün hangi saatinde meydana gelmiştir? Zira gece meydana gelen olaylarda çalışma sahası aydınlatması için kullanılacak aydınlatma projektörleri, güç üniteleri ve kablolar risk oluşturabilir mi? Aydınlatma cihazları kullanılacak ise uygun mesafe ne olmalıdır? Mevcut aydınlatma ekipmanları parlayıcı/patlayıcı alanda kullanıma uygun değil ise alternatif çözümler nelerdir?

5.İTFAYİYECİ KİŞİSEL KORUNMA EKİPMANLARININ MEVZUATTAKİ DURUMU

Belediye itfaiye yönetmeliğinin 36. maddesine baktığımızda; “İtfaiye personeline 33. Maddede belirtilen kıyafetlerin yanında günün teknolojisine ve Türk Standartları Enstitüsü (TSE) veya Avrupa Normları (EN) standartlarına uygun olarak yangın, sel, çığ, nükleer, biyolojik, kimyasal ve benzeri tehlikelere karşı özel teçhizat ve kıyafet de verilir” denilmektedir.

Ayrıca aynı yönetmeliğin 43. maddesinde “İtfaiye teşkilatlarında kullanılacak teçhizat ve malzemelerin cins, miktar ve nitelikleri hizmet gereklerine göre teknolojik gelişmelere uygun olarak tespit edilir” denilmiştir. Görüldüğü üzere genel sınırlar çerçevesinde yapılmış tanımlar kullanılmış ve özellikle yukarıda bahsettiğimiz parlayıcı/patlayıcı alanlarda kullanılacak ekipmanlar ve kişisel koruyucu malzemelerin teminini günün standartlarına göre itfaiye teşkilatlarına bırakılmıştır.

Günümüzde itfaiye teşkilatlarının belediyelere bağlı bir hizmet kolu olması ve belediyelerin gelir durumundaki farklılıklar birçok itfaiye teşkilatlarının temel ekipmanlara dahi ulaşmasını imkansız kılmaktadır. Ayrıca bu durumu besleyen diğer can alıcı husus mesleki standardizasyonunun henüz hazırlanamamış olmasıdır kuşkusuz.

6.SONUÇ

Dünya’da itfaiyecilik mesleği, teknik bilgi ve beceri gerektiren, sosyal statüye sahip bir meslek grubu iken ülkemizde belediyelere bağlı basit bir birim olarak görülmektedir. Türkiye’de itfaiyecilik, halkın gözünde herkes tarafından kolaylıkla yapılabilecek, belediyelerce yürütülen basit bir birimden ibarettir. Özellikle 90’lı yıllarda üniversiteler bünyesinde “İtfaiyecilik ve Yangın Güvenliği” programlarının açılması, yakın tarihte Endüstri Meslek Liselerinde “İtfaiyecilik” bölümlerinin açılması gibi pozitif yaklaşımlar, ülkemizde mevcut olan itfaiye teşekküllerinin de teknik anlamda gelişmesi halk üzerindeki imajın küçük bir oranda da olsa düzelmesini sağlamıştır.

Ülkemiz itfaiye teşkilatlarının dünyada önde gelen itfaiye teşkilatları ile yarışır seviyeye çıkartılması için meslek tanımının yapılması, personel kalitesinin artırılması ve kullanılan araç gereç kalitesinin iyileştirilmesi gerekmektedir. Türkiye genelinde her yıl onlarca itfaiyeci gerekli kişisel korunma donanım eksikliği ve kullanım hataları sonucu zarar görmektedir. Özellikle parlayıcı patlayıcı ortamlarda çalışan itfaiyecilerin kişisel korunma donanımları ve bu ortamlarda kullanılan aydınlatma, kesme-kırma, iletişim, havalandırma vb. ekipmanlarının parlayıcı patlayıcı ortamlarda çalışmaya uygun olması hem ortamın tutuşmaması hem de personel güvenliği için son derece önem arz etmektedir. Ayrıca kişisel koruyucu donanımların özellikleri ve limitleri konusunda personel bilgilendirilmeli ve kullanımı her personel için zorunlu hale getirilmelidir.

KAYNAKLAR:

Çalışanların Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Korunması Hakkında Yönetmelik - Resmî Gazete Sayısı: 28633

Belediye İtfaiye Yönetmeliği (2006) Resmî Gazete Sayısı: 26326

Aile, Çalışma ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı. (2013). Çalışanların Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Korunması Hakkında Yönetmelik.

Türk Standartları Enstitüsü. (2015). Patlayıcı ortamlar- 60079 - Bölüm 10-1: Alanların sınıflandırılması - Patlayıcı gaz ortamları. Ankara, Türkiye

Eğri, N. (2013). Patlayıcı Ortamlarda İş Güvenliği.

Dust explosions and affecting explosibility properties of dust / Toz patlamaları ve tozların patlayıcılık özelliklerini etkileyen faktörler. Mevlevioğlu U.

Muhtemel patlayıcı ortamlarda kullanılan teçhizat ve koruyucu sistemler ile ilgili yönetmelik (2014/34/AB) Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı

Buldu B. (2011) Ülkemiz İtfaiye Teşkilatlarında Kişisel Korunma ve Müdahale Anlamında ATEX Direktiflerinin Uygulanabilirliği ve Kullanımı, TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası Parlayıcı ve Patlayıcı Ortamlarda Güvenlik Sempozyumu Bildiriler Kitabı Ankara

Sarı M.K. ATEX Yönetmelikleri Ve Türkiye’de Exproof Sektörünün Durumu – Elektrik Mühendisleri Odası Yayını 2017 Ekim Sayı 462

İnce A. Patlayıcı Atmosferlerin (ATEX) Patlama Davranışları – www.abdurrahmanince.net

Patlamadan korunma dokümanı - <https://www.szutest.com.tr/patlamadan-korunma-dokumani>

URL: https://www.iep.com.tr/subpage/26_13/atex-ortam-siniflandirmasi

URL: <https://www.raytecltd.com/blog/identifying-zone-0-zone-1-and-zone-2-hazardous-areas/>

Kocaeli Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Dairesi Başkanlığı Görev ve Çalışma Yönetmeliği

URL: <https://www.cihangemi.com.tr/urun/ht800-atex-intrinsically-safe-radios-for-firefighters>

BAZI KABUKLULARIN TAKSONOMİK TANIMLAMALARINDA KULLANILAN İLERİ GÖRÜNTÜLEME TEKNİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Öğr. Gör. Dr. Seyit Ali KAMANLI

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi

ORCID: 0000-0002-9118-4591

ÖZET

Bu çalışmada, bazı kabuklu türlerinin taksonomik tanımlamaları için kullanılan üç farklı gelişmiş görüntüleme tekniği olan Lazer Taramalı Konfokal Mikroskop (CLSM), Taramalı Elektron Mikroskop (SEM) ve Bilgisayarlı Mikro Tomografi (Mikro-CT)'nin etkinliği karşılaştırılmıştır. Bracyura infra takımından yengeçlerin larvaları ve gonopodları ile parazitik kopepodlar gibi bazı küçük kabukluların tanımlamaları genellikle tanımlayıcı karakterlerini açıklayabilmek amacıyla geleneksel tekniklerle yapılmaktadır. Bu küçük türleri birbirinden ayırmak karmaşık bir iştir ve morfolojik karakterleri ilk bakışta inanılmaz derecede benzer görüldüğünden dolayı ayırt edilmeleri titiz bir çalışmayı gerektirir. Bu nedenle, mikro karakterlerin ve ornamentasyonların doğru bir şekilde tanımlanması, tür düzeyinde tanımlama sırasında oldukça önemlidir. Ancak, geleneksel tanımlama teknikleri, bu küçük karakterleri (10 µm'dan küçük) ve cinsiyet belirlemede kullanılan içsel özellikleri görüntülemede yetersiz kalabilmektedir. Bu nedenle, son yıllarda kabuklular üzerinde yapılan çalışmalarda gelişmiş görüntüleme tekniklerinin kullanılması daha yaygın hâle gelmiştir. Ancak, kabuklu türlerinin taksonomik açıdan önemli karakterlerini tanımlarken sözü edilen araçların kendi avantajları ve dezavantajları olduğu için, uygulamalarında bazı noktalara dikkat edilmelidir. Bu karşılaştırmalı çalışmada, bazı kabuklu türlerinin görselleştirilmesinde Lazer Taramalı Konfokal Mikroskop (CLSM), Taramalı Elektron Mikroskop (SEM) ve Bilgisayarlı Mikro Tomografi (Mikro-CT) kullanımının artıları ve eksileri sunulmakla beraber bunlar derinlemesine tartışılmaktadır. Ayrıca, bu üç alet ve numuneler kullanılarak elde edilen sonuçlar örneklerin uygunluğu açısından modern mikroskobik teknikler kullanılarak gösterilmiş ve karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: CLSM, SEM, Micro-CT, Taksonomi, Kabuklular

A COMPARISON OF ADVANCED IMAGING TECHNIQUES USED IN TAXONOMIC DESCRIPTIONS OF SOME CRUSTACEANS

ABSTRACT

In the present study, effectiveness of three different advanced imaging techniques, Confocal Laser Scanning Microscopy (CLSM), Scanning Electron Microscope (SEM), and Micro-Computed Tomography (Micro-CT) used for taxonomic descriptions of some crustacean species, were compared. The description of some small crustaceans such as larvae of brachyuran crabs, gonopods of crabs and parasitic copepods are typically based on traditional techniques to illustrate the defining characters. Distinguishing these small species is a complex task and requires meticulous work as morphological characters of them look incredibly similar at first glance (Kamanli et al., 2018). Therefore, an accurate description of micro characters and ornamentations are highly important during the identification to species level. However, conventional description techniques may remain incapable of visualising these minor characters (less than 10 µm) and internal features used in sex determination.

For this reason, using advanced imaging techniques has become more common in the study of crustaceans in recent years. However, some points should be paid attention while applying these tools as these tools have their own advantages and disadvantages while describing taxonomically important characters of crustacean species. In this comparative study, pros and cons of using Confocal Laser Scanning Microscopy (CLSM), Scanning Electron Microscope (SEM), and Micro-Computed Tomography (Micro-CT) in the visualisation of some crustacean species are presented and discussed in detail. Moreover, the results obtained using these three tools and specimens are illustrated and compared in terms of suitability of the specimens using the modern microscopic techniques.

Keywords: CLSM, SEM, Micro-CT, Taxonomy, Crustaceans

1. INTRODUCTION

The descriptions of some crustacean species are generally depending conventional line drawings in order to depict the defining characters. These characters in brachyuran crab larvae (Fig. 1), parasitic copepods, and adult brachyuran crabs include the morphology of appendages such as the dorsal and lateral spines, carapace, rostral spines, antenna, , maxillule, maxilla, legs, maxillipeds, abdomen, telson, caudal rami, genital complex as well as the habitus. In adult crabs, this also includes the male gonopods which is specific to some crustaceans (Korn et al, 2010; Clark & Cuesta, 2015).

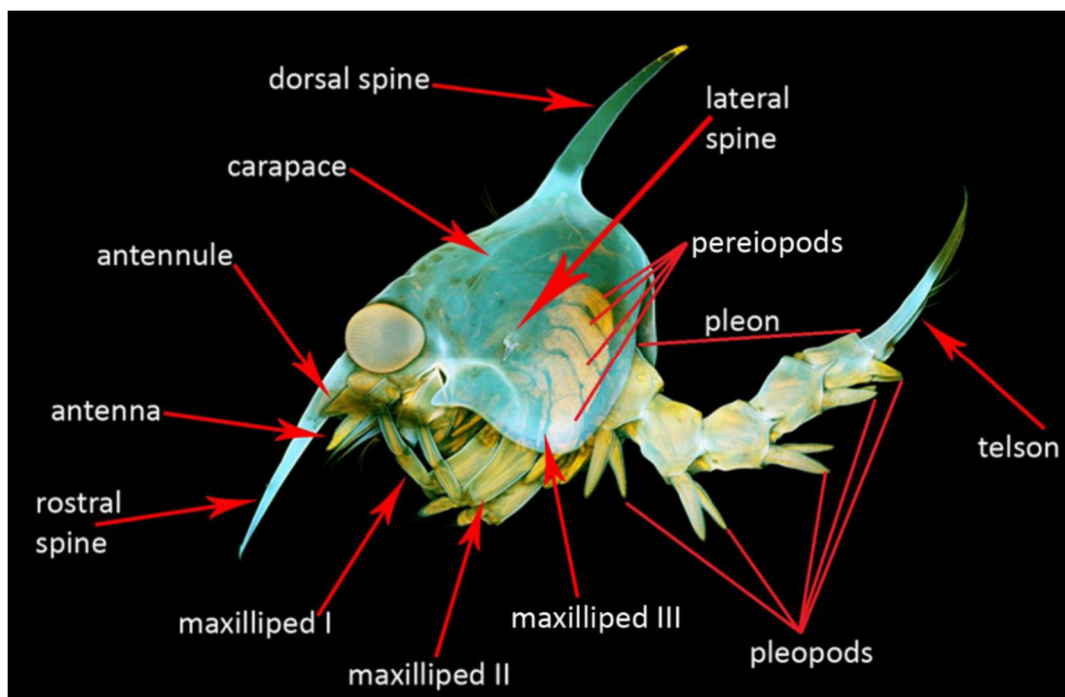


Figure 1. Some main characters that are visualised to identify the brachyuran crab zoea using CSLM (adapted from Kamanli, 2018).

Distinguishing species morphologically at some levels is a challenging task (Ingle, 1991) and requires an array of hard work. Morphological characters of some brachyuran crab zoeae and sea lice resemble each other at first glance.

Description of morphological structures, however, by accurately distinguish the some ornamentations and setation of appendages give important features. The morphology of the gonopod of some male crabs is also an important character for diagnosis. Both the setation and gonopods may be too challenging for illustration using traditional techniques while describing the some species (Guo et al., 1997; Ng et al., 1999; Naser et al., 2012).

Conventional description techniques may remain incapable of visualising these minor characters (less than 10 µm) and internal features used in sex determination. Conventional techniques to depict some taxonomic descriptions were also found time-consuming by Coleman (2006). This kind of images were usually produces using a DIC microscope. However, visualising the complete setation in one goal can challenging. Because, these setation could be located in different focal planes. In this situation, the researchers tend to refocus the microscope (Kamanli et al., 2017). When refocusing, some setation can be overlooked.

For this reason, using advanced imaging techniques has become more common in the study of crustaceans in recent years. Modern techniques such as CLSM, SEM and Micro-CT can provide detailed complex structures. Furthermore it makes possible to produce the data in 3D when required. However, these modern tools should be carefully chosen before the examinations as there can be some disadvantages depending on the planned samples. Some points, however, should be paid attention while applying these modern tools as they have their own advantages and disadvantages while describing taxonomically important characters of crustacean species. In this comparative study, advantages, and disadvantages of using CLSM, SEM, and Micro-CT in the visualisation of some crustacean species are presented and discussed in detail. Moreover, the results obtained using these three tools and specimens were illustrated and compared in terms of suitability of the specimens using the modern microscopic techniques.

2. MATERIAL & METHODS

2.1. MATERIALS

2.1.1. SPECIMENS USED IN THE CURRENT STUDY

The brachyuran crab larvae, *Eriocheir sinensis* H. Milne Edwards, 1853 at different zoea stages were collected at Tilbury, River Thames, England in 1999 and reared in the Natural History Museum (NHM), London, UK, hatched in April 1999 and stored with the registration number of 2002.791.

The material of parasitic copepods was collected from the ventral body surface, near the ventral fins of some fish species purchased from local fishermen working in port of Karataş, İskenderun Bay. Then, collected parasitic copepods, *C. ligusticus* Brian, 1906 (registration number: CUMAP-COP/2015-2,3); *C. brevicaudatus* Scott, A., 1901 (registration number: CUMAP-COP/ 2013-1,2) *C. diaphanus* von Nordmann, 1832 (registration number: CUMAP-COP/2016-2); were stored and registered in the collections of the Aquatic Parasitology Museum of the Faculty of Fisheries in Cukurova University (CUMAP), Adana, Turkey, for examination.

For the study of adult male crab gonopods, three different species of brachyuran crab, *Eriocheir sinensis* H. Milne Edwards, 1853, *Eriocheir hepuensis* Dai, 1991 and *Eriocheir japonica* De Haan, 1835 were used. The species of *Eriocheir sinensis* were collected at Bam Elms reservoir, Barnes, London and stored in the NHM with the registration number of 1992.36.1.

The species of *E. japonica* were collected from Tsushima, Japan and stored in the NHM with the registration number of 1907:12.9.1. The species of *E. hepuensis* were collected from Shatt Al-Basrah Canal, Iraq and stored in the NHM with the registration number of 2011.8035-8037. All specimens were fixed using 70% ethanol.

2.1.2. MODEL AND MICROSCOPES USED IN THE PRESENT STUDY

A Nikon A1-Si confocal microscope fitted which is available at the Imaging and Analysis Department, NHM, UK and a Zeiss LSM 700 confocal microscope which is available at the Technologies Research & Application Center (MEITAM) of Mersin University, Mersin, Turkey were used for CLSM studies.

A Zeiss Ultra Plus Field Emission SEM and a FEI Quanta 650 FEG SEM which are available both at the Imaging and Analysis Department, NHM, UK and the Technologies Research & Application Center (MEITAM) of Mersin University, Mersin, Turkey were used for SEM examinations.

A micro-CT scanner, Nikon Metrology HXM ST 225, available at the Imaging and Analysis Department, NHM, UK was used for Micro-CT studies.

The specimens were dissected under a Leica MZ 16 stereomicroscope (Leica Microsystems, Wetzlar, Germany) using tungsten wire needles.

2.2. METHODS

After cleaning and dissection the larval appendages of *E. sinensis* and *Caligus brevicaudatus* and *C. ligusticus*, and habitus of *C. diaphanus* and *Eriocheir sinensis* the specimens were prepared to scan using CLSM following the protocol of Kamanli et al. (2017). In addition, the specimens were cleaned and stained using the gonopods were dissected from brachyuran crabs. The gonopods were carefully cleaned with a brush to remove all unwanted artefacts. Next, they were also prepared using same protocol (Kamanli et al., 2017) and scanned using CLSM.

The protocols for preparing crustaceans for scanning electron microscopy (SEM) followed Felgenhauer (1987). First, the specimens were sonicated using ultrasonic baths for about 2–5 seconds. Then, the specimens were concentrated until specimens reached to 100% dried ethanol.

Then, fixed specimens were hydrated into distilled water and fixated using 1–2% osmium tetroxide (OsO₄) for 2 h, then, critical point dried using liquid carbon dioxide as the exchange. Then, coated specimens were examined using a SEM.

For micro-CT experiments, specimens were stained using iodine Then the samples were individually transferred into a solution which contains 1% iodine with 70% ethanol and left in this solution for seven days. Then the samples were transferred into a micro-centrifuge tube for Micro-CT scanning (Fig. 2). Next, specimens were scanned using the micro-CT. After scanning, the final data were processed using Drishti software programme (Limaye, 2012; Villalobos-Hiriart et al., 2019).



Figure 2. The sample was placed inside a micro-centrifuge tube filled with 70% ethanol (adapted from Kamanli, 2018).

3. RESULTS AND DISCUSSION

These experiments on different crustaceans using different modern techniques, CLSM, SEM and Micro-CT showed that these tools have their own advantages and disadvantages. The size of the brachyuran crab larvae used in this study ranged between 0.7 mm and 3.9 mm. The parasitic copepods were between 1 mm and 4 mm. Gonopods of adult male crabs used in this study ranged between 3 cm and 5 cm.

3.1. CLSM

CLSM can supply advantage over traditional microscopes. CLSM can eliminate any interference from the specimens. In addition, the digitally stored images can give a chance for the researchers for further examinations. Furthermore, CLSM uses the optical sections of scanned data to show fine setae. Therefore, CLSM give many advantages that can be used for morphological studies of minute crustacean species comparing to the conventional microscopes. In this study, the abdomen of zoea I stage of *E. sinensis*, the maxillule of zoea IV stage of *E. sinensis*, cheliped of zoea VI stage of *E. sinensis*, leg 1 of *C. brevicaudatus* and *C. ligusticus* were examined using CLSM (Figs. 3, 4).

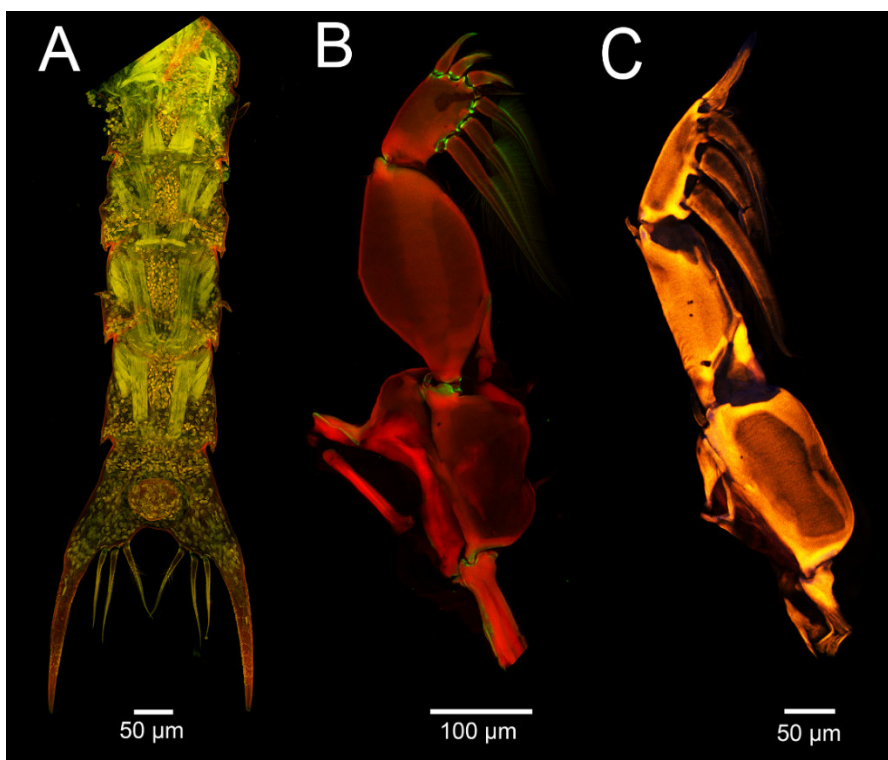


Figure 3. The confocal images of: A. Abdomen of *E. sinensis*. B. Leg 1 of *C. brevicaudatus*. C. Leg 1 of *C. ligusticus*.

The results show that the fine details on the abdomen of the *E. sinensis* can be clearly visualised. The setae and setules of the dissected appendages (leg 1) of *Caligus* species and other fine details were also depicted successfully using CLSM. Also, the cheliped which is very small at zoea VI of *E. sinensis* and the maxillule of zoea IV stage of *E. sinensis*, were successfully illustrated (Fig. 4).

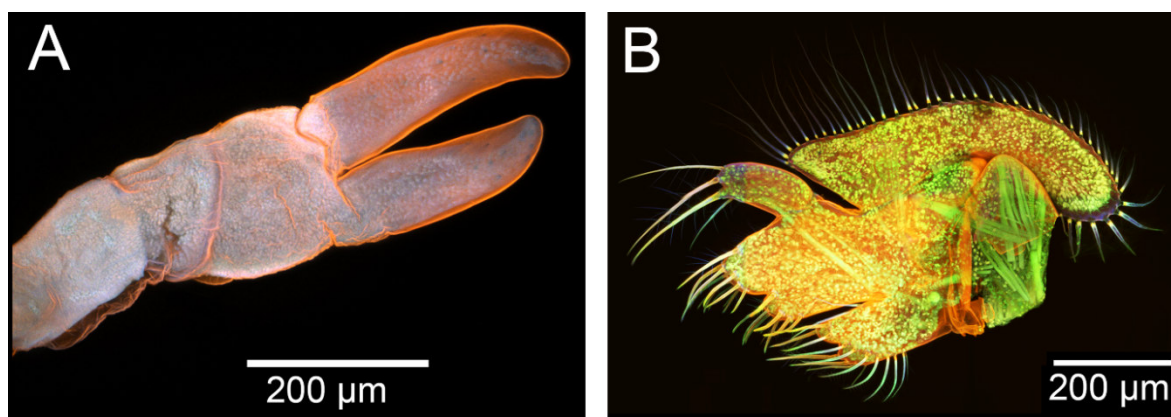


Figure 4. The confocal images of *E. sinensis*: A. Cheliped of zoea VI stage. B. Maxillule of zoea IV stage.

When scanning the habitus of *Caligus* and larval *Eriocheir* species, using CLSM can be advantageous in order to view the samples as a whole. However, visualising the fine setae and other fine structures were difficult to view in detail.

As it can be seen in Fig. 5, the fine structures such as antenna, maxillule, maxilla and abdomen and furca were found to be challenging to visualise. These whole structures were scanned using 10× dry objective applying ‘large images’ option with more scan area fields for image stitching (Kamanli et al., 2017). Therefore using 10× dry objective was not found sufficient enough to view these fine setae on the appendages. As can be seen in Fig. 5B, the whole specimen was scanned with the scan area of 4×3. This area was considerably large to scan sample in one goal.

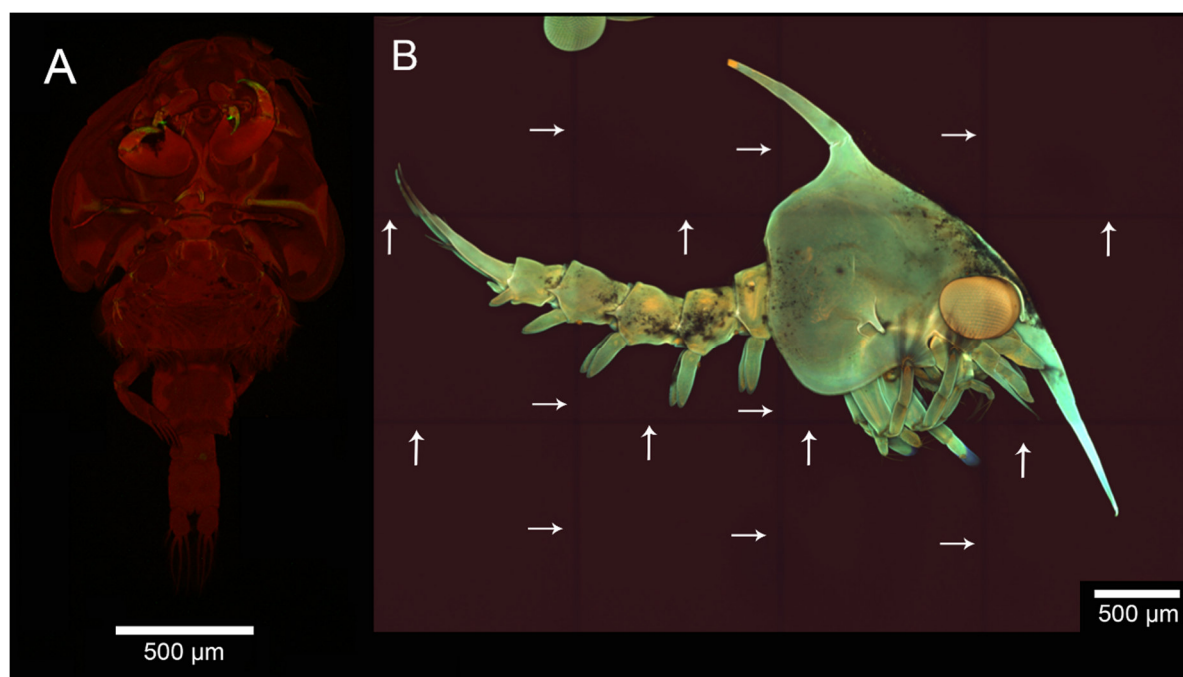


Figure 5. The confocal images of: A. Habitus of *Caligus diaphanus*. B. Habitus of zoea IV stage of *E. sinensis*. Arrows show the tiled areas.

It means that each tile was scanned with 10× dry objective, respectively. Then the computer programme automatically merged these tiled areas (Fig. 5B). However, scanning these kinds of larger samples using CLSM could take more time. Depending on the requested quality, it may take about 3–9 hours. Because the thickness of the specimens requires more z-stack scanning than visualising the single appendages.

This study also visualised the adult male crab gonopods. The crab gonopods belong to the species of *Eriocheir sinensis*, *Eriocheir japonica* and *E. hepuensis* (Fig. 6). Describing these complex structures was difficult because some setal details and the locations of genital pores needs straight visualisation. Hence, the current examination provided high resolution CLSM images of the gonopods.

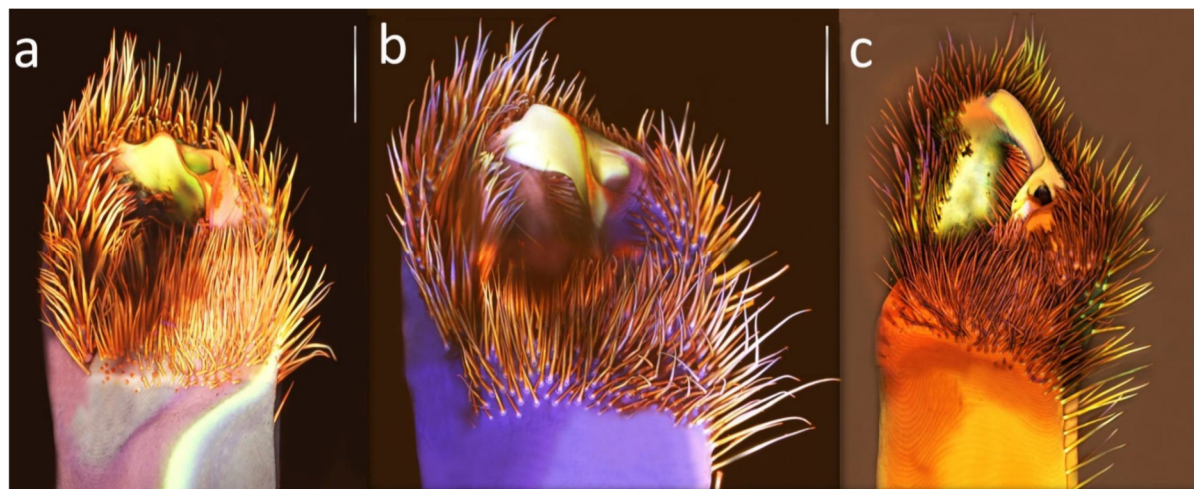


Figure 6. The confocal images of adult crab gonopods: A. *E. sinensis*. B. *E. hepuensis*. C. *E. japonica*. Scale bars = 1000 μ m.

The other gonopod views i.e. lateral view were challenging to scan separately because these gonopods were too large for CLSM. Therefore, micro-CT experiments were used with these gonopods. In this study, the setation of three gonopods were clearly depicted using CLSM. However, the internal structures were not possible to view because of the thickness of the samples.

3.2. SEM

Scanning electron microscope utilizes electron beams which can pass through specimens (Oatley et al., 1965). This generates these figures by scanning the samples' surface. It was proved that SEM can scan some details which are smaller than 1 nm (Hafner, 2007) on the contrary to CLSM and SEM. Obtaining quality images, however, needs comprehensive preparation of the samples. For example, cleaning the samples are one of the important steps in order to get rid of artefacts or dust (Oatley et al., 1965; Felgenhauer, 1987). Besides, it was explained that coating is a must to avoid surface charging of the samples (Hafner, 2007; Ball et al., 2017). Furthermore, Ball et al. (2017) stated that coated samples help to accelerate acquisition times as well as preventing “noisy” images.

In this study, the species of *Eriocheir* at larval level and *Caligus* were trialled using SEM. Because of the preparation techniques, the small species was highly damaged. During preparation, the specimens were required to be sonicated in ultrasonic baths. This caused the removal of setae which is important character for identification of the species. Also, during dehydration, the weak specimens, which have fine chitin layers, shrunk. Moreover, at the coating stage, the samples was at a risk of being shrunk and setae crashing. On the other, for the larger samples which were robust enough to pass through these preparation steps, SEM was found to be highly effective to visualise the fine details which were not able to be monitored using CLSM.

Zoea I stage of *E. sinensis*, which had a total length of almost 0.8 mm and less layer of chitin comparing the other zoea stages, was found that the samples at this stage were more vulnerable to SEM preparation procedures (Fig. 7). As can be seen in Fig. 7, the whole sample was highly damaged after SEM preparation. The sample was torn at some points.

In addition, the fine setae which are important for morphological analysis were broken. Also, during the sonication, the setae located at the distal segments of maxillipeds became tangled.

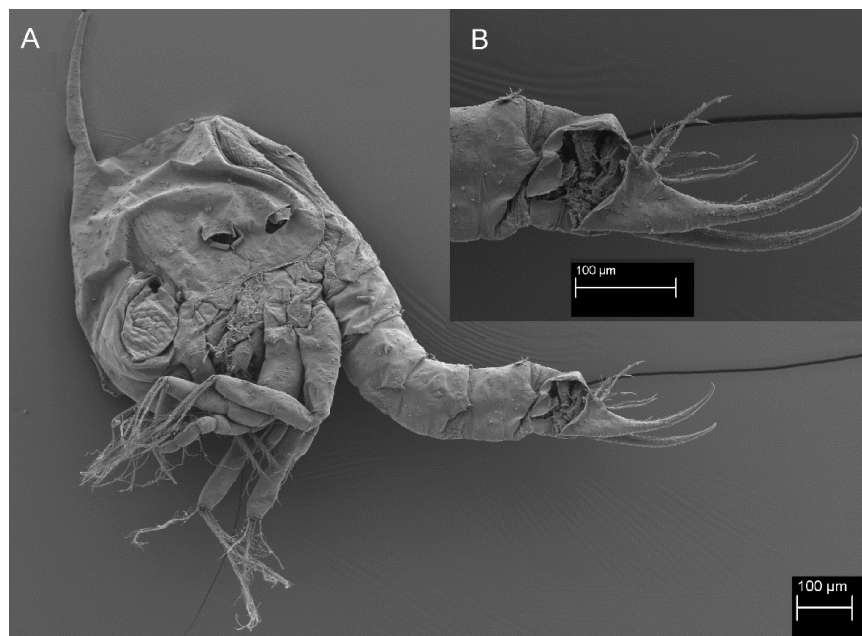


Figure 7. SEM images of damaged zoea I stage of *E. sinensis*. A. Habitus. B. Telson and furca.

On other hand, zoea V and VI stages which have considerably thick chitinous layers comparing the early zoea stages, were found more durable to the preparation steps and more convenient for SEM observations (Fig. 8).

Caligus specimens, *C. brevicaudatus* and *C. ligusticus* were also damaged during the preparation processes for SEM examination. The artefacts can be clearly seen during SEM examination unless the samples were not cleared sufficiently (Fig. 9A). However, to get rid of these artefacts, the sonication processes could be longer. But this resulted in broken setae (Fig. 9B). Another preparation which may damage these samples were dehydration and coating. Especially, during coating the specimens, the structures of *Caligus* specimens shrunk. This damage on the specimens could not be recovered (Figs. 9C, D).

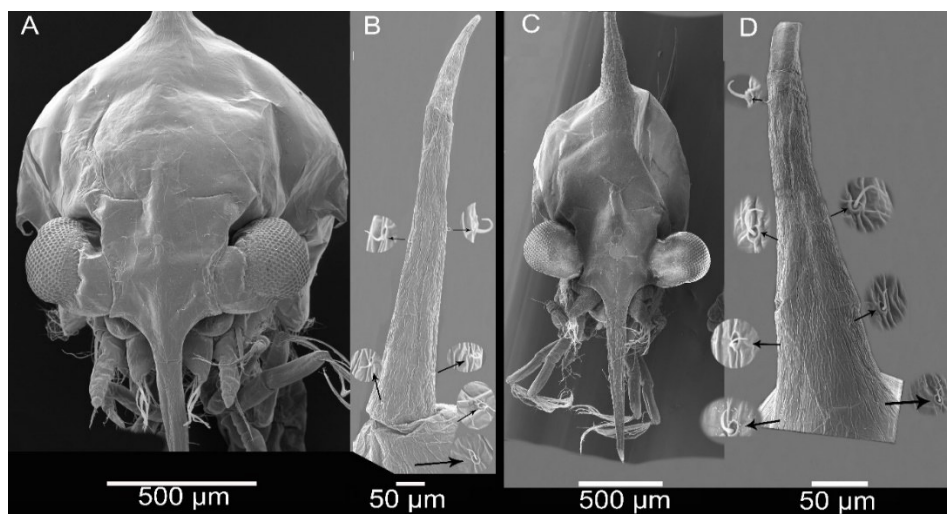


Figure 8. SEM images of *E. sinensis*: A. Anterior view, ZV. B. Setae on the dorsal spine, ZV. C. Anterior view of ZVI. D. Setae on the dorsal spine, ZVI (adapted from Kamanli, 2018).

In larger samples and properly prepared samples of *Caligus* specimens, however, provided the details of the structures which may be impossible to view using CLSM and Micro-CT (Fig. 10). The ornamentations on the coxa of leg 1 of *C. brevicaudatus* were successfully visualised. Each structure located on the coxa were about 1 nm (Fig. 10A). Similarly, the details of spiniform processes on terminal spine of leg 4 of *C. brevicaudatus*, which is also very tiny to view using other tools, were successfully illustrated (Figs. 10D, E, F).

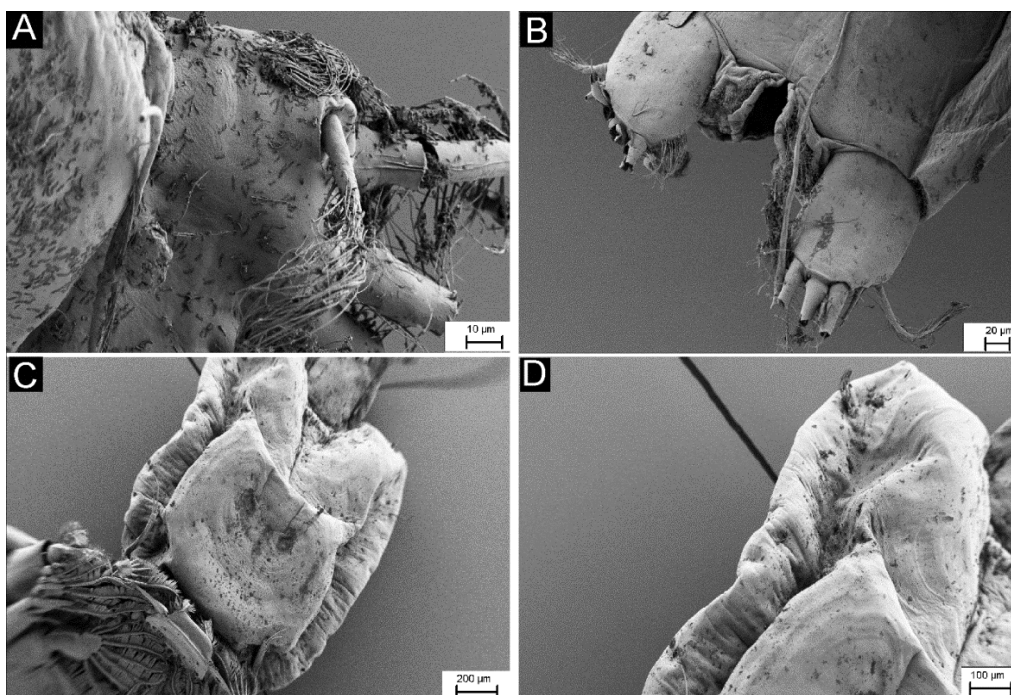


Figure 9. SEM images of appendages of *Caligus*: A. Artefacts on the caudal rami of *C. brevicaudatus*. B. Broken setae of caudal ramis of *C. brevicaudatus*. C. Shrunk genital complex of *C. ligusticus*. D. Shrunk image of leg 5 area and lateral genital complex of *C. ligusticus*.

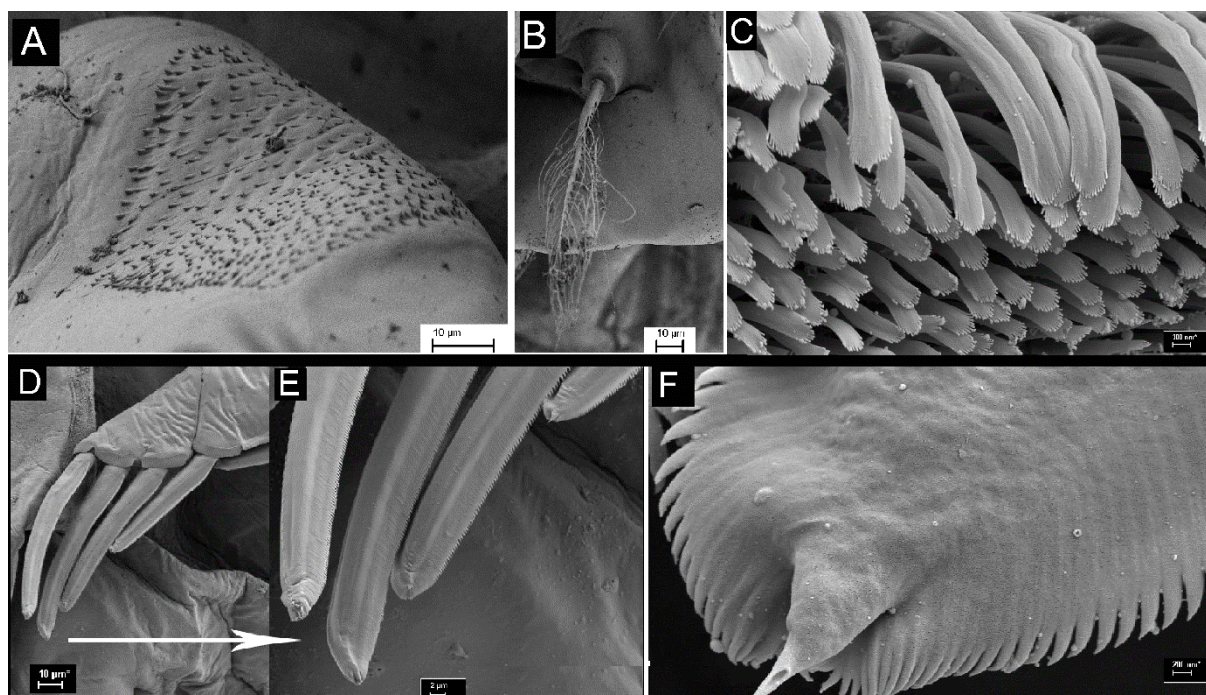


Figure 10. SEM images of appendages of *Caligus*: A. Ornamentations on the coxa of leg 1 of *C. brevicaudatus*. B. Setation of leg 5 of *C. brevicaudatus*. C. Structures of setules on leg 1 of *C. ligusticus*. D. Terminal spines of leg 4 exopod of *C. ligusticus*. E. A detailed image of D. F. Detailed structure of spiniform processes on terminal spine of leg 4 of *C. brevicaudatus*.

3.3. MICRO-CT

Micro-CT can create the cross-sections of scanned specimens which can be re-used to visualise using bio-imaging software packages without destroying the original sample. In this study, this tool supplied very detailed information on external structures as well as the internal structures (Fig. 11). Micro-CT, additionally, produce a choice to rotate samples and visualise in 360°. By this way, we can view the samples both distally and laterally (Fig. 11). This tool also gives another advantage about using data acquired for making videos. This opportunity is a crucial option to view controversial species. Moreover, the data can be post-processed if needed.

One disadvantage using micro-CT in these cases was the low resolution of the setation of larger gonopods (Figs. 11, 12). If the high power would be used, the area needed to be scanned can be restricted. However, if the lower objectives were used, the whole image could provide poor resolution. Therefore, it was found challenging because of the size of the scanned samples and having important tiny characters for the purpose of evaluating the true structure of gonopods, and also the morphology of characters at previous stages which are megalopa and crab I stages, was challenging because of the size of the scanned samples and having important tiny characters.

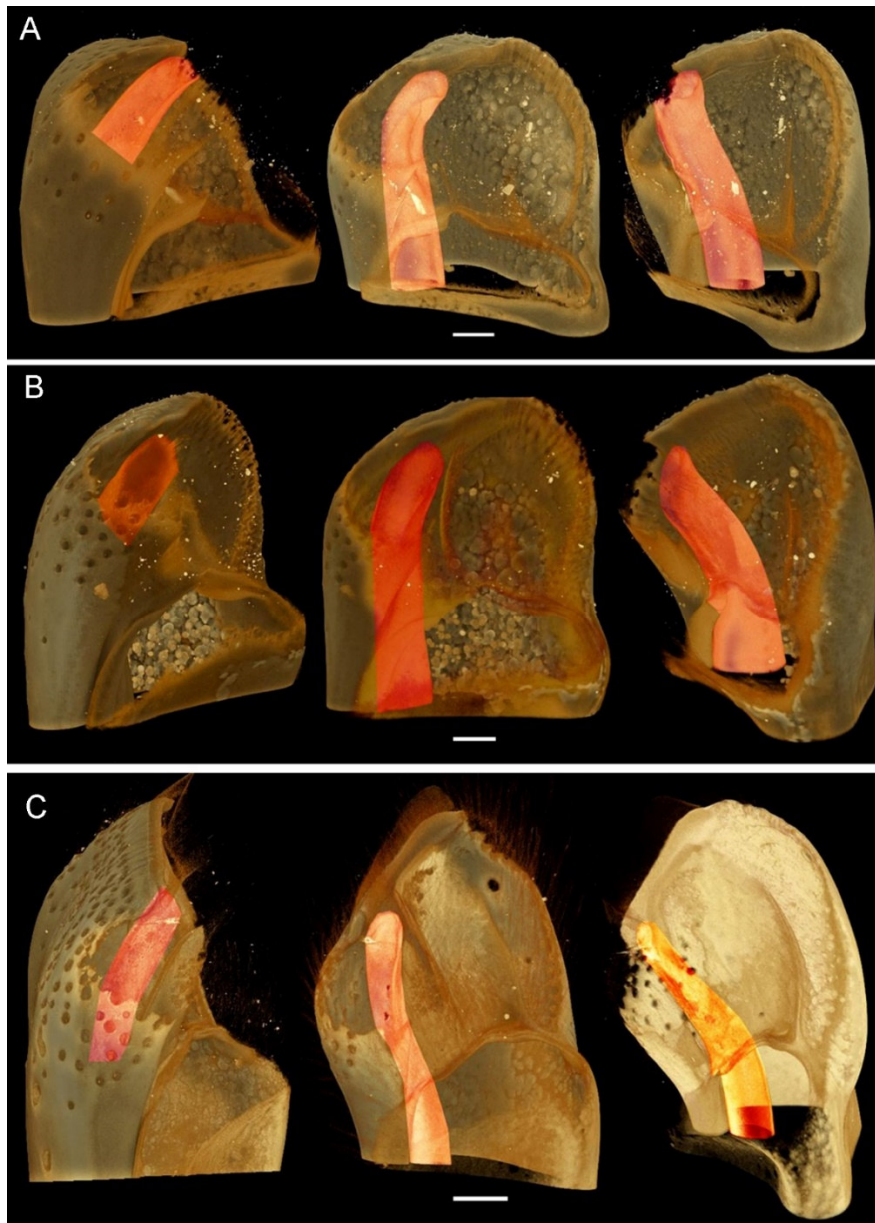


Figure 11. The micro-CT images of the male genital pore and tube of *Eriocheir* species from different angles. A. *E. sinensis*. B. *E. hepuensis*. C. *E. japonica*. Scale bars = 500 μm (adapted from Kamanli, 2018).

Micro-CT is more successful tool using if the dry specimens are used. However, the specimens used in the study had to be preserved in 70% ethanol for further examinations. In addition, if the experiments on visualising the unique setae patterns, the smaller samples would not provide satisfying results as the fine setae were hard to visualise using the micro-CT.

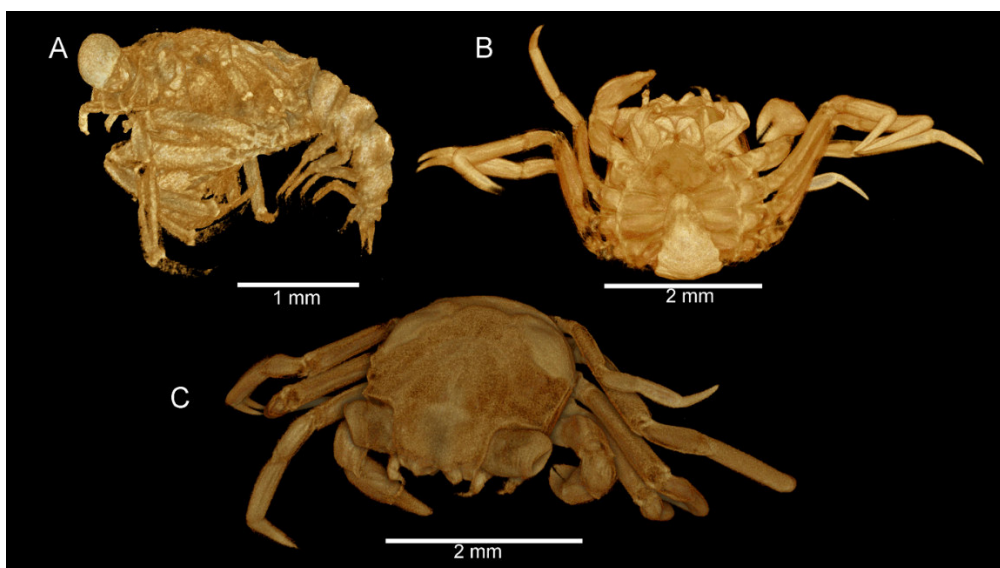


Figure 12. The micro-CT images of the of *Eriocheir* at different stages and angles. A. Megalopa stage. B. Ventral view of crab I stage. C. Dorsal view of crab I stage.

Micro-CT can be evaluated as a successful tool in the current investigation. It was found that because of the size restrictions of the tool, it could not be applied for the zoeal, megalopal and crab I descriptions, as well as habitus of *Caligus* and *Eriocheir* species (Fig. 12). In this cases, producing sufficient resolution for the smaller samples can be extremely expensive for the taxonomic purposes. It was only used to scan brachyuran gonopods.

Micro-CT is accepted as a non-destructive technique which can be applied for the museum type specimens which are valuable. It would only effects through x-rays. The temperature in micro-CT was found 25 °C that this can have a negative effect on the valuable specimens during scanning. When considering the limited ability and laser's penetration to scan larger specimens using CLSM, micro-CT can be used as an alternative method to produce 3-dimensional data.

3.4. DOES SPECIMEN SIZE EFFECT THE CHOICE OF THESE TOOLS?

The answer for visualising different specimens of crustaceans would be "yes". Gonopods' size ranged between 3 cm to 5 cm in the current study. Whereas, the size of the appendages of *Caligus* and *Eriocheir* species were considerably smaller comparing the gonopods of adult brachyurans. To view these various specimens, a particular technique is needed to get high quality images. Hence, preparation techniques and choosing different scanning methods were crucial. For example, the gonopods were found very large to place them into a cavity slide. Consequently, these samples had to be embedded in bigger cavity slides in the present examination. Another problem for the imaging of gonopods was the availability of the species for CLSM examination. It was essential to have high quality images on the purpose of differentiating the specimens of *Eriocheir*. When scanning them using CLSM, 10× objectives were applied, however, this was too large to monitor in only one attempt. Hence, the "large images" option was used to tile the gonopods 12–25. Furthermore, the depth of field was found 1350 µm for *E. japonica*, whereas it was almost 2850 µm for *E. hepuensis*.

Scanning these kind of larger samples were also resulted in having majorly large data for the purpose of post-processing. The main file sizes of the figure in Fig. 6 ranged between 12–16 gigabytes (GB). Due to these reasons, confocal microscope supplied high quality images of the gonopod. This situation was contributed importantly to the current study. Therefore, the data obtained from the current study can re-used for the similar purposes.

Micro-CT was again a practical alternative for larges species. It gave the oppurtunity for analysing the gonopods in detail. For instance, the internal structeres such as genital pores were not be able to view using a DIC and CLSM or SEM. Also, by using this tool, we have the chance to view the samples in 360°. One disadvantage of micro-CT, however, in this case, was having poor resolution of the minute setae. Hence, CLSM may be a more appropriate method for the evaluation for the gonopods.

3.5. COMPARISON OF ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF THE TOOLS APPLIED IN THE PRESENT STUDY

CLSM also provide three-dimensional datasets in order to process by applying additional bioimaging software programmes. By this way, the researchers can have more realistic images of their species. In addition, the data procured using this tool can be stored and re-viewed and re-processed using bioimaging programmes over and over. In this way, less samples can be required for the laboratory experiments. On the other hand, this tool has one disadvantage in terms of scan speed. It may take long time to scan samples using these tools which can result in as an expensive way considering the expenses of both CLSM and SEM. However, in the recent years, the prices are in decline. It is also important that these tools should be used by the experts who are familiar with both the tools and specimens in order save time and money. Learning process could take more time, however, it will be beneficial for the further examinations. Moreover, each species has different conditions. Therefore, a suitable preparation method should be found out for different species by the researchers. This also can be time-consuming.

In this research, SEM was also used for the dorsal view of later zoea stages of brachyurans and tiny ornamentations of Caligus specimens. Scanning samples using was very quick. The preparation of the samples, however, took more time than that of CLSM. During the preparations, many specimens were highly damaged. In addition, single appendaged could not be individually prepared. The reason for this was that the small specimens get too small after dissecting which makes impossible to view them using SEM. For this reason, using this tool for the dissected appendages was not found beneficial. It must be noted that some materials can be very delicate for SEM preprations and the material can be hardly damaged after the coating. Instead of scanning the individual appendages, the whole specimens were used in the current study. In SEM, there is only once chance to mount the samples. This does not give the second chance to mount the specimens without damaging them. Therefore, type specimens should not be used for SEM examinations.

Micro-CT was found to be very useful during the present research. Because of the size, the megalopal and crab I stage description could not be achieved using this tool. This tool could not produce high resolution for these species. In fact, this can also be very expensive for the taxonomic descriptions. On the other hand, this tool was found very useful for the examination of gonopods. On the other hand, CLSM examinations in this study proved that this technique provided morphological features in great detail and in complete focus.

Minute structures such as setae and setules were clearly visible under CLSM examination. By this way, it reduced the blurring so that the setation were visualised in detail.

4. CONCLUSIONS

In conclusion, the non-destructive tools used in this study can be applied for the taxonomic descriptions. Both CLSM and Micro-CT can produce 3D data. It gives a great opportunity to the researchers for further examination. In this way, the researchers working on *Eriocheir* and *Caligus* species can produce better taxonomic images without any mistake. Using these modern tools can extensively contribute to the progress on the taxonomic studies in a broad perspective. Many details which were previously cannot be obtained were turned up in the current examination. The results obtained using these modern techniques can help taxonomists to distinguish controversial species. However, when deciding on the tools trialled in the present study should be carefully chosen according to structure of the specimens.

5. ACKNOWLEDGEMENTS

This paper is based on a part of PhD dissertation of the author.

6. REFERENCES

- Ball, A.D., Job, P.A. & Walker, A.E.L. (2017) SEM-microphotogrammetry, a new take on an old method for generating high-resolution 3D models from SEM images. *Journal of Microscopy*. 267, 214–226
- Clark, P.F. & Cuesta, J.A. (2015) Larval Systematics of Brachyura. In Castro, P., Davie, P.J.F., Guinot, D., Schram, F.R. & Von Vaupel Klein, J.C. (Eds), *Decapoda: Brachyura, Treatise on Zoology – Anatomy, Taxonomy, Biology. The Crustacea, Complementary to the volumes translated from the French of the Traité de Zoologie [founded by Grassé (†), P.-P.]*. Brill, Leiden and Boston. Chapter 71–17, 9(CII), pp. 981–1048.
- Coleman, C.O. (2006) Substituting time-consuming pencil drawings in arthropod taxonomy using stacks of digital photographs. *Zootaxa*. 1360, 61–68.
- Felgenhauer, B.E. (1987) Techniques for preparing crustaceans for scanning electron microscopy. *Journal of Crustacean Biology*. 7, 71–76.
- Guo, J.Y., Ng, N.K., Dai, A.Y. & Ng, P.K.L. (1997) The taxonomy of three commercially important species of mitten crabs of the genus *Eriocheir* de Hann, 1835 (Crustacea: Decapoda: Brachyura: Grapsidae). *Raffles Bulletin of Zoology*. 45(2), 445–476.
- Hafner, B. (2007) *Scanning Electron Microscopy Primer*. University of Minnesota. Accessed http://www.charfac.umn.edu/instruments/sem_primer.pdf. 10 September 2017.
- Ingle, R.W. (1991) [1992] Larval stages of North-eastern Atlantic crabs. An illustrated key. Natural History Museum Publications. Chapman & Hall London.
- Kamanli, S.A., Kihara, T.C., Ball, A.D., Morrith, D. & Clark, P.F. (2017) A 3D imaging and visualisation workflow, using confocal microscopy and advanced image processing for brachyuran crab larvae. *Journal of Microscopy*. 266, 307–323.
- Kamanli, S.A. (2018) Developing imaging techniques for studying brachyuran crab zoeae and adult morphology of gonopods with an emphasis on the invasive Chinese mitten crab, *Eriocheir Sinensis*. PhD dissertation in Royal Holloway University of London. 1–491.
- Kamanli, S.A., Morrith, D., Ball, A.D., Goral, T. & Clark, P.F. (2018) Re-description of Chinese mitten crab *Eriocheir sinensis* H. Milne Edwards, 1853 (Crustacea: Brachyura:

Grapsoidea: Varunidae) zoeal development using confocal laser scanning microscopy. *Zootaxa*. 4507(1), 001–067. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4507.1.1>

Korn, O.M., Kornienko, E.S. & Scherbakova, N.V. (2010) Key for the identification of larvae of brachyuran and anomuran crabs in spring plankton of Peter the Great Bay, Sea of Japan. *Russian Journal of Marine Biology*. 36(5), 373–382.

Limaye, A. (2012) Drishti: a volume exploration and presentation tool. In Stock, S.R. (Ed.), *Proceedings of SPIE Vol. 8506 SPIE. Developments in X-Ray Tomography VIII* Bellingham, Washington.

Naser, M.D., Page, T.J., Ng, N.K., Apel, M., Yasser, A.G., Bishop, J.M., Ng, P.K.L. & Clark, P.F. (2012) Invasive records of *Eriocheir hepuensis* Dai, 1991 (Crustacea: Brachyura: Grapsoidea: Varunidae): implications and taxonomic considerations. *BioInvasions Records*. 1(1), 71–86.

Ng, N.K., Guo, J. & Ng, P.K.L. (1999) Generic affinities of *Eriocheir leptognatha* and *E. formosa* with description of a new genus (Brachyura: Grapsidae: Varuninae). *Journal of Crustacean Biology*. 19(1), 154–170.

Oatley, C.W., Nixon, W.C. & Pease, R.F. W. (1965) Scanning electron microscopy. *Advances in Electronics and Electron Physics*. 21, 181–247.

Villalobos-Hiriart, J.L., Kamanli, S.A., Álvarez, F., Garbout, A. & Clark, P.F. (2019) *Lobithelphusa mexicana* Rodríguez, 1982 (Decapoda: Pseudothelphusidae): a reassessment of key characters and systematics. *Zootaxa*. 4586(1), 151–161. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4586.1.8>