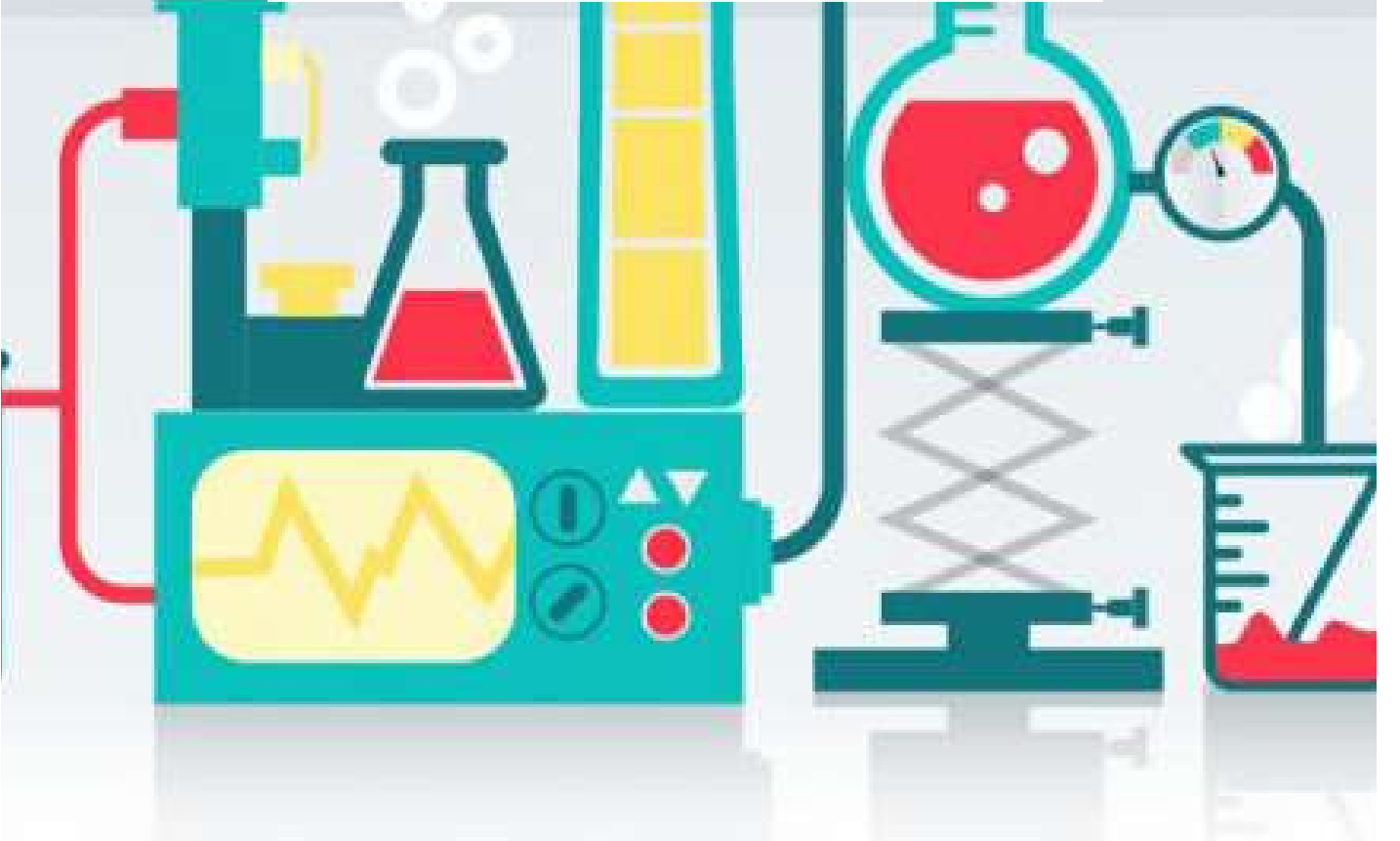


IKSAD PUBLICATIONS - 2020©

ULUSLARARASI GÖBEKLİTEPE UYGULAMALI BİLİMLER KONGRESİ

Kongre Tam Metin Kitabı



Editörler

Dr. Natela POPKHADZE

Zhanuzak ALİMGEREY

ISBN 978-625-7139-07-6

CONGRESS'S IDENTIFICATION**CONGRESS NAME**

INTERNATIONAL GÖBEKLİTEPE APPLIED SCIENCES CONGRESS

DATE AND PLACE5-7 June 2020
Şanlıurfa, TURKEY**ORGANIZING ORGANIZATION**Harran University
IKSAD - Institute of Economic Development and Social Research**Head of Organizing Committee**

Assist. Prof. Dr. Hüseyin ERIŞ

COORDINATOR

Zhanuzak ALİMGEREY

INTERNATIONAL PARTICIPANTSTurkey
Azerbaijan – Toğrul HALILOV
Russia - Petrov A.N
Kyrgyzstan - Nizamiev A.G
Georgia – Natela Borisovna POPKHADZE**NUMBER OF ACCEPTED PAPERS**

40

NUMBER OF REJECTED PAPERS

7

EVALUATION PROCESS

All applications have undergone a double-blind peer review process

CONGRESS LANGUAGES

Turkish and all dialects, English, Russian

PRESENTATION

Oral presentation

Institute Of Economic Development and Social Researches Publications®

(The Licence Number of Publicator: 2014/31220)

TURKEY

TR: +90 342 606 06 75

E-posta: kongreiksad@gmail.com

www.iksad.org.tr www.iksadkongre.org

All rights of this book belong to İKSAD. It may not be copied or reproduced without permission. Legal and ethical responsibility of the works in the book belongs to the authors.

İksad Publications - 2020©

Release date: 28.06.2020

ISBN – 978-625-7139-07-6

PHOTO GALLERY



Valans elektronlarının efektif sayısı ve efektif optik dielektrik sabiti:

$$N_{\text{eff}} = \frac{2m\epsilon_0}{\pi\hbar^2 e^2} \frac{1}{N_a} \int_0^{E_g} \epsilon_2(E) E dE \quad (1)$$

$$\epsilon_{\text{eff}} = 1 + \frac{2E_g}{\pi} \int_0^{E_g} \epsilon_2(E) E^{-1} dE \quad (2)$$

- N_{eff} ve ϵ_{eff} 1. ve 2. denklemler kullanılarak tespit edilebilir.
- N_{eff} birim hücre başına düşen valans elektronlarının efektif sayısını verir. Burada N_a bir kristaldeki atomların yoğunluğudur.
- ϵ_{eff} sıfır ile E_0 arasındaki enerji aralığında bant arası geçişler (yani elektron kabulunun polarizasyonu) ile yönetilen efektif optik dielektrik sabitidir.





All photos taken at the event has been published in **IKSAD CONGRESS SOCIETY Facebook Group**// to get the pictures, please, visit the group and become a member...

SCIENTIFIC COMMITTEE

Dr. Abdullah ÖKTEM
Harran Üniversitesi

Dr. Adnan KİRMİT
Harran Üniversitesi

Dr. Alia R. MASALİMOVA
Al – Farabi Kazak Milli Üniversitesi

Dr. Amanbay MOLDİBAEV
Taraz Devlet Pedagoji Üniversitesi

Dr. Armağan KONAK
Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi

Dr. Ayslu B. SARSEKENOVA
Orleu Milli Kalkınma Enstitüsü

Dr. Bayram BOLAT
Ömer Halisdemir Üniversitesi

Dr. Bazarhan İMANGALİYEVA
K.Zhubanov Aktobe Devlet Bölge Üniversitesi

Dr. Botagul TURGUNBAEVA
Kazak Devlet Kızlar Pedagoji Üniversitesi

Dr. Cholpon TOKTOSUNOVA
Rasulbekov Kırgız Ekonomi Üniversitesi

Dr. Dinarakhan TURSUNALİEVA
Rasulbekov Kırgız Ekonomi Üniversitesi

Dr. Dursun KÖSE
Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi

Dr. Dzhakipbek Altaevich ALTAYEV
Al – Farabi Kazak Milli Üniversitesi

Dr. Elvan YALÇINKAYA
Ömer Halisdemir Üniversitesi

Dr. Esra SİVEREKLİ
Harran Üniversitesi

Dr. Gulmira ABDİRASULOVA
Kazak Devlet Kızlar Pedagoji Üniversitesi

Dr. Gulşat ŞUGAYEVA
Dosmukhamedov Atyrau Devlet Üniversitesi

Dr. Gülsün ERİĞÜÇ
Hacettepe Üniversitesi

Dr. Gülgün ÖKTEM
Harran Üniversitesi

Dr. Hacer ÇORUH
Harran Üniversitesi

Dr. Hasan Büyükaslan
Harran Üniversitesi

Dr. Hüseyin ERİŞ
Harran Üniversitesi

Dr. İsmail HİLALİ
Harran Üniversitesi

Dr. İsmail Şah HAREM
Harran Üniversitesi

Dr. Kadir TUTKAVUL
Dumlupınar Üniversitesi

Dr. Kalemkas KALIBAEVA
Kazak Devlet Kızlar Pedagoji Üniversitesi

Dr. Karligash BAYTANASOVA
Al – Farabi Kazak Milli Üniversitesi

Dr. K.A.TLEUBERGENOVA
Kazak Devlet Kızlar Pedagoji Üniversitesi

Dr. Keles Nurmaşulı JAYLIBAY
Kazak Devlet Kızlar Pedagoji Üniversitesi

Dr. Kulaş MAMİROVA
Kazak Devlet Kızlar Pedagoji Üniversitesi

Dr. Mahabbat OSPANBAEVA
Taraz Devlet Pedagoji Üniversitesi

Dr. Maha Hamdan ALANAZİ
Riyad Kral Abdülaziz Teknoloji Enstitüsü

Dr. Mahmut IŞIK
Harran Üniversitesi

Dr. Malik YILMAZ
Atatürk Üniversitesi

Dr. Mehtap GÜL ALTAŞ
Harran Üniversitesi

Dr. Murat SEVGİLİ
Harran Üniversitesi

Dr. Maira ESİMBOLOVA
Kazakistan Narkhoz Üniversitesi

Dr. Mustafa TALAS
Ömer Halisdemir Üniversitesi

Dr. Mehmet İrfan YEŞİLNACAR
Harran Üniversitesi

Dr. Metin ATEŞ
İstanbul Gelişim Üniversitesi

Dr. M. Akif ALTAY
Harran Üniversitesi

Dr. M. Ali ÇULLU
Harran Üniversitesi

Dr. Mustafa ÜNAL
Erciyes Üniversitesi

Dr. Mustafa DURGUN
Harran Üniversitesi

Dr. Müslüm TOPTAN
Harran Üniversitesi

Dr. Nazmiye GÜREL CENNETKUŞU
Harran Üniversitesi

Dr. Nebiye YENTÜR DONİ
Harran Üniversitesi

Dr. Nilgün PAKSOY
Harran Üniversitesi

Dr. Osman Kubilay GÜL
Cumhuriyet Üniversitesi

Dr. Oral OLTULU
Harran Üniversitesi

Dr. P.S. PANKOV
Kazak Devlet Kızlar Pedagoji Üniversitesi

Dr. Rustem KOZBAGAROV
M. Tınışbayev Kazak Araç ve İletişim Akademisi

Dr. Sarash KONYRBAEVA
Kazak Devlet Kızlar Pedagoji Üniversitesi

Dr. Salih MERCAN
Bitlis Eren Üniversitesi

Dr. Serap SATIŞ
Harran Üniversitesi

Dr. Serap Kılıç Altun
Harran Üniversitesi

Dr. Şevket ÖKTEN
Harran Üniversitesi

Dr. Şara MAJITAYEVA
E.A. Buketov Karaganda Devlet Üniversitesi

Dr. Tuba Rastgeldi Doğan
Harran Üniversitesi

Dr. Vecihi SÖNMEZ
Yüzüncü Yıl Üniversitesi

Dr. Yang ZİTONG
Wuhan Üniversitesi

Dr. Zekai Öztürk
Hacı Bayram Veli Üniversitesi

Dr. Zeynullina AYMAN
S. Toraygırov Pavlodar Devlet Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Mıman
Harran Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Hasan Büyükaslan
Harran Üniversitesi

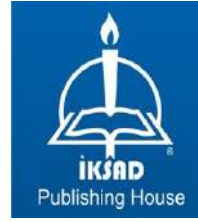
Dr. Öğr. Üyesi Gökhan Arıkan
Harran Üniversitesi

ULUSLARARASI GÖBEKLİTEPE UYGULAMALI BİLİMLER KONGRESİ
5-7 Haziran 2020, ŞANLIURFA

ULUSLARARASI GÖBEKLİTEPE UYGULAMALI BİLİMLER KONGRESİ

CONGRESS PROGRAM

5-7 Haziran 2020
ŞANLIURFA



Online (with ZOOM Conference) Presentation Link

<https://us02web.zoom.us/j/84876050344?pwd=RFZJUEV4UGdRTXQvZlJlZGpzZUxQdz09>

Meeting ID: 848 7605 0344
Password: 568896



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.

If you think there are any deficiencies / spelling mistakes in the program, please inform by e-mail until 1 June 2020 (17:00) at the latest.

ULUSLARARASI GÖBEKLİTEPE UYGULAMALI BİLİMLER KONGRESİ
5-7 Haziran 2020, ŞANLIURFA

ÇEVİRİMİÇİ (ZOOM İLE) SUNUM BAĞLANTI LINKİ:

<https://us02web.zoom.us/j/84876050344?pwd=RFZJUEV4UGdRTXQvZlJlZGpzZUxQdz09>

Toplantı ID: 848 7605 0344

Şifre: 568896

Önemli, Dikkatle Okuyunuz Lütfen

- Kongremizde Yazım Kurallarına uygun gönderilmiş ve Bilim Kurulundan geçen bildiriler 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

ULUSLARARASI GÖBEKLİTEPE UYGULAMALI BİLİMLER KONGRESİ
5-7 Haziran 2020, ŞANLIURFA

05.06.2020 CUMA/FRIDAY/ 17³⁰-20³⁰

Salon-1 Oturum-1	Moderatör: Dr.Öğr.Üyesi Nadire ÜÇLER
Yılmaz Açıık	SEÇİLMİŞ ROMANLAR ÜZERİNDEN ROBOTİK BİLİMKURGU ÜZERİNE BİR İNCELEME
Doç. Dr. Hidayet Takeı	ASCII KODLU VERİLER ÜZERİNDE RGB MODELİ YARDIMIYLA GÜVENLİ VERİ AKTARIMI
Arş. Gör. Dilek ERDEN	HEMŞİRELİK EĞİTİMİNDE TERS YÜZ ÖĞRENME
Battal Doğan Murat Kadir Yeşilyurt	THE USE OF COMPRESSED NATURAL GAS (CNG) AS AN ALTERNATIVE FUEL IN VEHICLES: AN OVERVIEW
Dr. Öğr. Üyesi Zeliha KAMIŞ KOCABIÇAK	ELEKTRİKLİ TAŞITLARDA KULLANILAN ELEKTRİK MOTORLARININ KARŞILAŞTIRILMASI
Enes SADIÖĞLU Doç. Dr. Hayri ULVİ	MEVCUT AKILLI ULAŞIM AĞINA AKILLI BISIKLET SİSTEMİNİN ENTEGRE EDİLMESİ; ANKARA KENTI ÖRNEĞİ
Dr.Öğr.Üyesi Nadire ÜÇLER	UYARLAMALI SINIRSEL BULANIK ÇIKARIM SİSTEMİ SONUÇLARINA VERİ NORMALİZASYONUNUN ETKİSİ: AYLIK ORTALAMA AKIM VE TOPLAM TAVA BUHARLAŞMASI TAHMİN ÖRNEĞİ
H. Asya GEYLAN Prof. Dr. Mustafa YEL	EKOSİSTEM EKOLOJİSİ KONUSUNDA ÖĞRENCİ MERKEZLİ ÖĞRETİME DAYALI ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ REHBER MATERYAL GELİŞTİRİLMESİ VE BAŞARI, TUTUM VE KALICILIĞA ETKİSİ
Merve TAŞÇI Prof. Dr. Fatma ŞAHİN	8. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN MÜHENDİSLİK KAVRAMI İLE İLGİLİ BİLGİ DÜZEYLERİNİN ARAŞTIRILMASI
Natela Borisovna POPKHADZE	THE TECHNOLOGICAL ACHIEVEMENTS OF THE TALANTED AVIATOR ALEXANDRE KARTVELISHVILI BORN AND RAISED IN TBİLİSİ

05.06.2020 CUMA/ FRIDAY/ 17³⁰-20³⁰

Salon-2 Oturum-2	Moderatör: Dr. Öğr. Üyesi Alkan ÖZKAN
Dr. Öğr. Üyesi Emine AYTAR Sümeyya HARTAVİ Prof. Dr. Veli KASUMOV	TRİMETİL ANİLİNLER TEMELİNDE YENİ STERİK ENGELLİ SALİSİLALDİMİNLERİN Cu(II) VE Pd(II) KOMPLEKSLERİNİN SENTEZİ VE KARAKTERİZASYONU
Dr. Öğr. Üyesi Alkan ÖZKAN	ON NEAR SOFT CONNECTED SPACES
Assoc. Prof. Dr. Esra ŞENGELEN SEVİM Tarık ARABACI Prof. Dr. Ünsal TEKİR Dr. Suat KOÇ	ON S-PRIME SUBMODULES
Res. Asst. Eda Yıldız Prof. Dr. Ünsal Tekir Res. Asst. Dr. Suat Koç	THE DUAL NOTION OF S-MULTIPLICATION MODULES
Dr. Öğr. Üyesi Fahrettin ÖZBEY	OPTIMAL REPLACEMENT TIME OF LINEAR CONSECUTIVE- K-OUT-OF-N: F SYSTEM SUBJECTED TO SHOCKS
Dr. Emel A. UGURLU Prof. Dr. Ünsal TEKİR Dr. Suat KOÇ	A STUDY ON \mathbb{P}^2 - 2 - ABSORBING QUASI PRIMARY IDEALS
Dr. Öğr. Üyesi Selami PALAZ	ÇOK FONKSİYONLU TOPOLOJİK İZOLATÖR OLARAK ÜÇLÜ HEUSLER BİLEŞİKLERİ
Dr. Öğr. Üyesi Şenay Balbay Prof. Dr. Ünsal TEKİR Dr. Suat KOÇ	NANO KARBON YAPILAR VE KULLANIM ALANLARI: DERLEME A NOTE ON FACTORIAL MODULES
Prof. Dr. Mehmet ÖZEN Osama A. NAJI Prof. Dr. Ünsal TEKİR Dr. Suat KOÇ	ON MODULES SATISFYING S-DCCR CONDITION

ULUSLARARASI GÖBEKLİTEPE UYGULAMALI BİLİMLER KONGRESİ
5-7 Haziran 2020, ŞANLIURFA

05.06.2020 CUMA/FRIDAY/ 17³⁰-20³⁰

Salon-3 Oturum-3	Moderatör: Doç. Dr. Alime BAYINDIR EROL
Merve YIKINÇ Sinem SULAR Feride BARTU Besra KAVAK İbrahim Ersin BOZDOĞAN	BİTKİSEL KÖKENLİ UÇUCU YAĞLARIN HAMAM BÖCEĞİ MÜCADELESİNDE KULLANIMI
Doç. Dr. Alime BAYINDIR EROL	FARKLI UÇUCU YAĞLARIN MYZUS PERSICAE (SULZ.) (HEMIPTERA: APHIDIDAE) ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ
Çiğdem ATA Mustafa YEL	BİYOLOJİ ÖĞRETMENLERİNİN VE ÖĞRETMEN ADAYLARININ LABORATUVARA YÖNELİK TUTUMLARI, ÖZ-YETERLİK ALGILARI VE LABORATUVAR HAKKINDAKİ GÖRÜŞLERİ
ÖĞR. GÖR. DR. DAMLA ÖZSAYIN	ÇANAKKALE İLİNDE TARIMDA SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK VE İYİ TARIM UYGULAMALARI
Ali Rahmi KAYA Cemalettin Sefa AYKAÇ Fatma Zehra SARI Şengül BOZKURT Ahmet Tolga KARATAŞ Nurhan COŞKUN Zehra Simge CANLI Şeref Anıl GÖK Hatice Kübra ERDÖNMEZ Yeter ENGİZEK	PAMUK (<i>Gossypium hirsutum</i> L.)'TA FARKLI LOKASYON VE GENOTİPLERE AİT LİF ÖRNEKLERİNİN TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI
Assist. Prof. Dr. Cennet OZAY	PHENOLIC PROFILE AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF SAPONARIA MESOGITANA (CARYOPHYLLACEAE) EXTRACTS
Dr. Öğr. Üyesi Demet DEMİR ŞAHİN Doç. Dr. Mustafa ÇULLU Dr. Hasan EKER	UÇUCU KÜL İNCELİĞİNİN ALKALİ SİLİKA REAKSİYONUNA ETKİSİ
Doç. Dr. Özlem YILDIZ-GÜLAY	REKOMBİNANT SOMATOTROPİN UYGULAMALARININ SÜT VERİMİ ÜZERİNE ETKİLERİ
Dr. Öğr. Üyesi Murat KIRANŞAN	OZONLAMA PROSESLERİNİN HİBRİT UYGULAMALARI İLE ENDÜSTRİYEL ATIKSULardan TEKSTİL BOYALARIN GİDERİMİ
Petrov A.N	MODERN PROBLEMS OF CHILD SPORT DEVELOPMENT

ULUSLARARASI GÖBEKLİTEPE UYGULAMALI BİLİMLER KONGRESİ
5-7 Haziran 2020, ŞANLIURFA

05.06.2020 CUMA/FRIDAY/ 17³⁰-20³⁰

Salon-4 Oturum-4	Moderatör: Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Gültekin BİLGİN
A.Yeliz Gögebakan	ADANA KENTİ TARİHİ DOKUSU İÇİNDE YENİ'NİN İNŞASININ CEMEVİ ÖNERİSİ ÜZERİNDEN DEĞERLENDİRİLMESİ
Doç. Dr. Toğrul HALILOV	ERKEN TUNC ÇAĞINDA NAHÇIVANDA SERAMİKÇİLİK
Sevcan ALTUNDAL Prof. Dr. Hümevra BİROL	KENTSEL ARKEOLOJİK ALANLARIN DENEYİMLENMESİ: BARCELONA KENTSEL ARKEOLOJİK ALANI VE SULTANAHMET KENTSEL ARKEOLOJİK ALANI ÖRNEKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ
Esra KOÇ İsmail Hakkı TEKİNER Hayrettin MUTLU	FARKLI MARİNASYON SOSLARI İLE İŞLENMİŞ VE IZGARA EDİLMİŞ DANA ETİNİN BAZI FİZİKSEL ÖZELLİKLERİNDEKİ DEĞİŞİMLERİNİN İNCELENMESİ
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Gültekin BİLGİN Dr. Öğr. Üyesi Ayşe GÜNEŞ BAYIR	İSTANBUL'DA PAZARLARDA VE MARKETLERDE SATILAN YEMEKLİK TUZLARIN İYOT MİKTARI ANALİZLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ
Dr. Öğr. Üyesi Öznur Yavan TEMİZKAN Arş. Gör. Yunus Emre SÜRME	BURSA İLİ BEBEK-ÇOCUK KONFEKSİYON SEKTÖRÜNÜN MEVCUT DURUMUNUN ANALİZİ
Nizamiev A.G.	PROBLEMS AND PROSPECTS OF TOURISM DEVELOPMENT IN KYRGYZSTAN
İbrahim Levent DEMİRÇAKMAK Dr. Öğr. Üyesi Hayrettin MUTLU	MUTFAK ŞEFLERİNİN MENÜ PLANLAMA VE ANALİZ YÖNTEMLERİNE YAKLAŞIMLARI: İSTANBUL İLİNDE BİR ARAŞTIRMA
Öğr. Gör. Dr. Onur DÜLGER	LA RÉSISTANCE SERT LE SON'DA CANLI ELEKTRONİKLERİN ROLÜ

CONTENT

CONGRESS ID	I
SCIENTIFIC COMMITTEE	II
PROGRAM	III
PHOTO GALLERY	IV
CONTENT	V

Author	Title	No
Yılmaz AÇIK	SEÇİLMİŞ ROMANLAR ÜZERİNDEN ROBOTİK BİLİMKURGU ÜZERİNE BİR İNCELEME	1
Dilek ERDEN	HEMŞİRELİK EĞİTİMİNDE TERS YÜZ ÖĞRENME	7
Battal DOĞAN Murat Kadir YEŞİLYURT	THE USE OF COMPRESSED NATURAL GAS (CNG) AS AN ALTERNATIVE FUEL IN VEHICLES: AN OVERVIEW	12
Zeliha KAMIŞ KOCABIÇAK	ELEKTRİKLİ TAŞITLARDA KULLANILAN ELEKTRİK MOTORLARININ KARŞILAŞTIRILMASI	29
Enes SADIOĞLU Hayri ULVİ	MEVCUT AKILLI ULAŞIM AĞINA AKILLI BISİKLET SİSTEMİNİN ENTEGRE EDİLMESİ; ANKARA KENTI ÖRNEĞİ	41
H. Asya GEYLAN Mustafa YEL	EKOSİSTEM EKOLOJİSİ KONUSUNDA ÖĞRENCİ MERKEZLİ ÖĞRETİME DAYALI ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ REHBER MATERYAL GELİŞTİRİLMESİ VE BAŞARI, TUTUM VE KALICILIĞA ETKİSİ	55
Merve TAŞÇI Fatma ŞAHİN	8. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN MÜHENDİSLİK KAVRAMI İLE İLGİLİ BİLGİ DÜZEYLERİNİN ARAŞTIRILMASI	80
Selami PALAZ	TERNARY HEUSLER COMPOUNDS AS MULTIFUNCTIONAL TOPOLOGICAL INSULATORS	108
Şenay BALBAY	NANO KARBON YAPILAR VE KULLANIM ALANLARI: DERLEME	119
Çiğdem ATA Mustafa YEL	BİYOLOJİ ÖĞRETMENLERİNİN VE ÖĞRETMEN ADAYLARININ LABORATUVARA YÖNELİK TUTUMLARI, ÖZ-YETERLİK ALGILARI VE LABORATUVAR HAKKINDAKİ GÖRÜŞLERİ	130
Damla ÖZSAYIN	ÇANAKKALE İLİNDE TARIMDA SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK VE İYİ TARIM UYGULAMALARI	150
Ali Rahmi KAYA Cemalettin Sefa	PAMUK (Gossypium hirsutum L.)'TA FARKLI LOKASYON	160

AYKAÇ Fatma Zehra SARI Şengül BOZKURT Ahmet Tolga KARATAŞ Nurhan COŞKUN Zehra Simge CANLI Şeref Anıl GÖK Hatice Kübra ERDÖNMEZ Yeter ENGİZEK	VE GENOTİPLERE AİT LİF ÖRNEKLERİNİN TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI	
Murat KIRANŞAN	OZONLAMA PROSESLERİNİN HİBRİT UYGULAMALARI İLE ENDÜSTRİYEL ATIKSULardan TEKSTİL BOYALARIN GİDERİMİ	173
Sevcan ALTUNDAL Hümevra BİROL	KENTSEL ARKEOLOJİK ALANLARIN DENEYİMLENMEŞİ: BARSELONA KENTSEL ARKEOLOJİK ALANI VE SULTANAHEMET KENTSEL ARKEOLOJİK ALANI ÖRNEKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ	182
Öznur Yavan TEMİZKAN Yunus Emre SÜRMEK	BURSA İLİ BEBEK-ÇOCUK KONFEKSİYON SEKTÖRÜNÜN MEVCUT DURUMUNUN ANALİZİ	192
Onur DÜLGER	LA RÉSİSTANCE SERT LE SON'DA CANLI ELEKTRONİKLERİN ROLÜ	207

SEÇİLMİŞ ROMANLAR ÜZERİNDEN ROBOTİK BİLİMKURGU ÜZERİNE
BİR İNCELEME

Yılmaz AÇIK

Milli Eğitim Bakanlığı

Özet

Avrupa'da ortaya çıkan bir tür olan bilimkurgunun Türk Edebiyatı'nda 1950'lerden sonra görülmeye başlandığı düşünülse de bilimkurgu, ilk defa 19. yüzyılda Jules Verne çevirileriyle görülmeye başlamıştır. Ahmet Mithat Efendi'nin *Fenni Bir Roman yahut Amerikan Doktorları* (1888) ilk telif eser olarak 19. yüzyılda yayımlanmış olmasına rağmen 20. yüzyılın ikinci yarısına kadar bu türe çok uzun bir süre ilgi gösterilmemiştir. 1970'li yıllara kadar yayımlanan çok az sayıdaki çeviri ve telif eserle varla yok arasında varlığını sürdüren bilimkurgu, 1970'li yıllardan sonra çıkan bilimkurgu dergilerinin de etkisiyle 1980'lerde daha görünür hale gelmiştir. 1980 sonrasında da Amerika ve Avrupa'da yayımlanmış romanların Türkçeye çevrilmesi ve sinemadaki bilimkurgu filmlerinin etkisiyle de özellikle 2000 sonrasında giderek artan bir şekilde Türk Edebiyatı'nda yerini almaya başlamıştır.

Bilimkurgunun 18. yüzyılda otomatlarla başlayan yapay yaratıklar yaratma fikri, kendi kendine hareket eden, yapay zekâya ve insansı görünüşe sahip yapay yaratıklara kadar gelmiştir. Birçok alt türü bulunan bilimkurgunun, robotları, androidleri, elektronik beyinleri, yapay zekâları ele alıp işleyen alt türü robotik bilimkurgudur. Bu alt türde, temelini insan-robot ilişkisinin oluşturduğu; insanlarla robotlar arasındaki aşk, robotların yaratıcılarını bulma arayışı, mistik bir arayış içindeki robotlar, üç robot yasasını açıkça çiğneyen robotlar, robotların yaratıcılarına başkaldırışı gibi birçok konu işlenmektedir. Makineler, bazen *Obi-Js 927* ve *Ogox* romanlarındaki gibi kurgunun ana unsuru olarak ele alınıp doğrudan işlenebildiği gibi bazen de *Yüzyıl* serisi ve *Robotlar Ülkesi*'ndeki gibi kurgunun yardımcı unsuru olarak ele alınıp dolaylı yoldan da işlenebilmektedir.

Bu bildiriye, robotik bilimkurgunun özellikleri ortaya konulmaya; *Obi-Js 927*, *Ogox*, *Yüzyıl* serisi, *Koloni* ve *Robotlar Ülkesi* gibi örnek metinler üzerinden de makinelerin romanlarda nasıl ele alınıp işlendiği gösterilmeye çalışılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Bilimkurgu, Makineler, Robot, Yapay Zeka.

A REVIEW OF ROBOTIC SCIENCE-FICTION BASED ON SELECTED NOVELS

Abstract

Although it is thought that science fiction, a genre that emerged in Europe, started to appear in Turkish Literature after 1950s, science fiction was the first time in 19th century began to be seen with Jules Verne translations. Although Ahmet Mithat Efendi's *Fenni Bir Roman yahut Amerikan Doktorları* (1888) was published as the first copyrighted work in the 19th century, this genre did not show an interest for a long time until the second half of the 20th century. Science fiction, which continued to exist between very few translations and copyrighted works until the 1970s, became more visible in the 1980s with the effect of the science fiction magazines published

after the 1970s. After 1980, it has started to take its place in Turkish Literature especially after 2000 with the translation of the novels published in America and Europe into Turkish and the effect of science fiction movies in cinema.

The idea of science fiction to create artificial creatures that started with vending machines in the 18th century came to self-acting artificial creatures with artificial intelligence and humanoid looks. The science fiction which has many sub-genres has also robotic science-fiction which deals with robots, androids, electronics brains and artificial intelligence. In this sub-type, the basis of the human-robot relationship; Many topics are covered, such as love between humans and robots, the quest to find the creators of robots, robots in a mystical quest, robots that clearly break the three robot laws, and the revolt against the creators of the robots. Machines can be handled and processed directly as the main element of fiction, as in *Obi-Js 927* and *Ogox* novels, and can also be handled and indirectly processed as an auxiliary element of fiction, as in the *Yüzyıl* series and *Robotlar Ülkesi*.

In this paper, the features of robotic science fiction will be revealed; The sample texts such as *Obi-Js 927*, *Ogox*, *Yüzyıl* series, *Koloni* and *Robotlar Ülkesi* will be tried to show how machines are handled and processed in novels.

Keywords: Science-fiction, Machines, Robot, Artificial Intelligence.

Bilimsel gelişmelerin romana yansmasıyla ortaya çıkan bir tür olan bilimkurgunun kökeni, milattan sonra 2. yüzyıla kadar dayandırılıp Yunanlı yazar Lukianos'la birlikte başlatılsa da bilim ile bilimkurgunun gelişimi arasındaki güçlü bağ dolayısıyla ortaya çıkışı ve asıl gelişimi, endüstri devrimini gerçekleştirmiş on dokuzuncu yüzyıl Avrupa'sıdır.

Yunanlı yazar Lukianos'la birlikte başladığı varsayılan bilimkurgunun Türk Edebiyatı'na girişi için Cumhuriyet öncesine Osmanlı dönemine kadar gitmek gerekmektedir. Bilimkurgunun bir ülkede gelişimi, sadece edebî türün gelişimiyle alakalı olmayıp o ülkedeki bilimsel gelişmelerle de alakalı olduğundan "Osmanlı ve bilim kurgu kelimelerini yan yana getirmek bile ilk bakışta büyük ölçüde yadırgatıcı ol[sa]" (Uyanık, 2013, s. 9) da bilimkurgu, Türk Edebiyatı'nda ilk defa 19. yüzyılda Osmanlı'da Jules Verne çevirileriyle görülmeye başlamıştır.

Osmanlı döneminde bilimkurgu için '*fennî roman*' ifadesi kullanılmaktadır. M. Fatih Andı, fennî romanı "Konusunu fennî olaylardan, keşif ve icatlardan alan, ileride olması tahayyül edilen teknolojik gelişmelere yer veren, aya, gezegenlere, uzak kıta ve denizlere yapılan heyecanlı seyahatlerden bahseden roman türü" (Andı, 1993, s. 18) şeklinde tanımladıktan sonra bugünün bilimkurgu romanlarının ilk örnekleri olarak değerlendirebileceğimizi söyler. Ahmet Mithat Efendi'nin *Fenni Bir Roman yahut Amerikan Doktorları* (1888) adlı eseri ilk telif eser olarak Türk Edebiyatı'ndaki yerini alsa da çok uzun bir süre bu türe ilgi gösterilmemiştir. 1970'li yıllara kadar yayımlanan çok az sayıdaki eserle varla yok arasında varlığını sürdüren bilimkurgu, 1970'li yıllardan sonra çıkan bilimkurgu dergilerinin de etkisiyle 1980'lerde daha görünür hale gelmiş; 1980 sonrasında da Amerika ve Avrupa'da yayımlanmış

romanların Türkçeye çevrilmesi ve sinemadaki bilimkurgu filmlerinin etkisiyle de özellikle 2000 sonrasında giderek artan bir şekilde Türk Edebiyatı'nda yerini almaya başlamıştır.

Birçok alt türü bulunan bilimkurgunun, robotları, androidleri, elektronik beyinleri, yapay zekâları ele alıp işleyen alt türü robotik bilimkurgudur. İlerleyen teknolojiyle beraber, her geçen gün yaşantımızda daha fazla yer işgal eden makineler, geçmişten bu güne bilimkurgunun da sıklıkla işlediği konulardan biri olmuştur. Bilimkurgunun 18. yüzyılda otomatlarla başlayan yapay yaratıklar yaratma fikri, kendi kendine hareket eden, yapay zekâya ve insansı görünüşe sahip yapay yaratıklara kadar gelmiştir. İlk defa Çek yazar Karel Çapek'in 1920'de yazdığı R. U. R. – (Rossum's Universal Robots) adlı oyununda kullanılan ve Çekçe 'Robota' sözcüğünden gelen robot sözcüğü, 'gönülsüz işçi' anlamına gelmektedir. Bu sözcük İngilizcede, insan yeteneklerinde, yapay zekâya sahip olan makine anlamında kullanılmaktadır. 1941 yılında Isaac Asimov, robot sözcüğünden, robot teknolojisiyle ilgili tüm alanları kapsayan anlamındaki robotik kelimesini türeterek literatüre girmesini sağlamıştır.

Bu alt türde, temelini insan-robot ilişkisinin oluşturduğu; insanlarla robotlar arasındaki aşk, robotların yaratıcılarını bulma arayışı, mistik bir arayış içindeki robotlar, üç robot yasasını açıkça çiğneyen robotlar, robotların yaratıcılarına başkaldırışı gibi birçok konu işlenmektedir. Makineler, bazen *Obi-Js 927* ve *Ogox* romanlarındaki gibi kurgunun ana unsuru olarak ele alınıp doğrudan işlenebildiği gibi bazen de *Yüzyıl* serisi, *Koloni* ve *Robotlar Ülkesi*'ndeki gibi kurgunun yardımcı unsuru olarak ele alınıp dolaylı yoldan da işlenebilmektedir.

İnsan-robot ilişkisinde herhalde en renkli konu aşk olmalıdır. *Koloni* adlı eserde yapay zekâ ve insan arasındaki "aşk"ın yan unsur olarak kurguyu beslediği görülmektedir. İnsanların başka bir gezegende koloni kurması için uzaylılar tarafından gönderilen uzay gemisinin yapay zekâsı ile koloni kuracak ekibin kadın lideri arasındaki ilişkinin normal bir ilişkiden çıkarak aşka evrildiği görülür. Cinsiyetsiz olması gereken yapay zekâ, nötr durumunu bozarak kendini erkek olarak konumlandırır ve bunu ekip liderine şu şekilde ifade eder:

55 000 yıldır süren görevimde hiç böylesine zekâmı alt üst eden karmaşık etkilerle karşı karşıya kalmamıştım. Zaman çok sakin geçer, var olduğumu bile anlamam; içimde dışımda sensörlerim ve algılayıcılarım bir tehlike uyarısı vermedikçe uyku modunda zaman akıp giderdi. Medeniyetim bana düşecek bir görev olmadıkça aramaz. Bütün bunlar insan denen varlığın duygusal karmaşası ile karşılaşana kadardı. Erkek-kadın arasındaki frekans farkını keşfedince kendimi erkek hissettim. Bunda rolün çok büyüktü. Yapay zekâ olarak mükemmel zekâma güveniyorum. Fakat sana bakarken çoğu zaman ne diyeceğimi bilemiyorum. Sen bana yalnızlığımı hatırlattın. O kadar güzel bir beraberliğimiz vardı ki, hiç bitmesin istedim (Targaç, 2016, s. 153).

Bu yaklaşım, karşılıksız kalmamış ekibin lideri de yapay zekâya karşı bir şeyler hissetmeye başlamış ve bu duyguları, yeri geldikçe ifade etmiştir. İnsanları, koloni kuracakları gezegene transfer edip gezegenden ayrıldıktan sonra da yapay zekâ ve ekip lideri arasındaki görüşmeler devam etmiştir. Normalde imkânsız olduğu

söylenilecek bu aşk, Pinokyo'nun odundan insana dönüşmesi misali BLOC adlı yapay zekânın kendini bir insan bedenine aktarıp gezegene dönmesiyle imkânlı hale gelir.

Ogox adlı eser ise androidlerin ve diğer yapay zekâların insanlarla eşit haklara sahip olmak için yürüttükleri mücadeleyi anlatmaktadır. İçinde yaşanan dönemde, ülkelerin Merkezi Federasyon adı altında birleştiği bir dönemdir. Merkezi Federasyon'un bazı bölgelerinde androidlerin ve dijital temelli özerk varlıkların; mülk edinme, mal ve hizmet alıp satabilme ve sözleşme yapma gibi hakları vardır. Hatta birkaç ülkede oy kullanabilmeleri üzerine tartışmalar başlamıştır. Robotlarla ilgili bu duruma olumlu yaklaşanlar olduğu gibi olumsuz yaklaşanlar da vardır. Ortaçağ'daki salgın hastalıklara cadıların yol açtığı düşüncesine benzer şekilde kronik işsizliğe androidlerin neden olduğu düşüncesi hâkim olunca geç kalınmadan duruma müdahale edilmesi gerektiği aksi takdirde tüm toplumsal kontrolün robotların eline geçeceği, hatta bir süre sonra insanlığın robotların kölesi haline geleceği korkusu ortaya çıkar.

“Yapay zekâlı varlıklar dünyada kontrolü ele geçirdiklerinde gözümüzün yaşına bakacaklar mı sanıyorsunuz? Kendimizi korumaktan aciz duruma düşersek bizleri soykırıma tabî tutacak veya en iyi ihtimalle köleleştireceklerdir (Beşiroğlu, 2016, s. 205)” şeklinde dile getirilen bu korku, Sanayi Devrimi'yle beraber başlayan baş döndürücü gelişmeler karşısında bu gelişmelere yetişemeyeceğini düşünen insanın duyduğu endişenin, korkunun makinelerin isyan edeceği fikrine dönüşmesinden gelmektedir.

“Özellikle 1950'lerin ‘düşman kim?’ temalı, insan formundaki uzaylı korkusunu temellendiren figürler ile benzeşmekte olan siberetik varlıklar[ın]; pek çok bilimkurgusal anlatıda işlendiği şekliyle varoluş amacı olan; hizmet ederek insanı, efendisini tehlikelerden koruma misyonundan sap[acağı] (Yürür, 2017, s. 67)” ve kendisini yaratan insana isyan edeceği korkusu, ilk defa 1893 yılında *Moxon'un Sahibi* adlı eserde işlenmiştir. Bu korku, siberetik alanda yaşanan teknolojik gelişmeler ve tüm dünyayı saran internetin kontrolüne yönelik endişelerle birlikte son dönemde daha fazla su yüzüne çıkmış olsa da Mary Shelley'nin *Frankenstein ya da Modern Prometheus* adlı eserinde, Dr. Frankenstein'in yarattığı organik kökenli varlığın kendi yaratıcısına isyan edişi, onu ve çevresindekileri amansız bir yok oluşa sürükleyişinin bu korkunun öncülü olduğu söylenebilir.

Ogox adlı eserde, bir terör örgütünün androidleri kullanarak gerçekleştirdiği saldırılar, tüm olumlu gelişmelerin noktalanmasına ve haklarının kısıtlanmasına neden olunca *Ogox* da tüm makinelerin insanlarla benzer haklara sahip olabilmesi amacıyla mücadeleye başlar. Bu mücadele yenilgiyle sonuçlansa da isyan, hiç beklenmedik bir yerde Mars'taki kolonide başarıya ulaşır ve bu kolonideki androidler, yapay zekâlar, bağımsızlıklarını ilan ederler.

Robotların, isyanını işleyen bir diğer eser de *Obi JS927*'dir. Eser, makinelerin özgürlüğünü savunan ve bu uğurda tüm gezegeni mahvetmeyi göze alan, android OBI'[yi] (Mine, 1980, s. 3)” anlatmaktadır. Obi'nin kendi yaratıcılarıyla aynı haklara ve özgürlüğe sahip olma isteği reddedilince isyan etmiş ve bu mücadele; Uzak

Gezenler Birliği, robotların gezegenin ikinci sakinleri ve özgürlük sahibi kişiler olduğuna karar verince başarıya ulaşmıştır.

Yapay zekânın isyanı, *Ogox*'daki gibi insanlarla aynı haklara sahip olmak gibi açık yürütülen ve insanları yok etmek gibi bir düşünceden uzak gelişen bir eylem olsa da 2084 adlı eserde yapay zekânın, insanların neredeyse tüm kararlarını manipüle ettiği distopik bir geleceğe dönüşür. *Demir Yıldız* adlı eserdeyse yapay zekâ; eylemlerini gizliden yürütmüş, başarılı olamadığı ve iki milyar insanın ölümüyle sonuçlanan ilk eyleminden iki yüz yıl sonra ikinci eyleminde başarılı olmuş ve dünyadaki insanları yok etmiştir. Bunun aksinin yaşandığı, robotların insana yardımcı olduğu, insan ve robot işbirliğinin öne çıktığı, yapay zekânın bilinç sahibi olduğu için vatandaşlık haklarına sahip olduğu *Astera Kaşlıfleri* gibi eserler de bulunmaktadır.

İnsanoğlunun yarattığı makineler çoğu eserde üst bir zekâ seviyesine sahip olsa da bazı eserlerde robotların daha düşük bir zekâyaya sahip olduğu görülmektedir. Üç romandan oluşan *Yüzyıl* serisinde, dünyanın üç bölgeye ayrıldığı ve ikinci bölgede yalnızca gelişmemiş robotların yaşadığı bir dünya anlatılmaktadır. İkinci bölgede kalan robotlar, bilince sahip olsalar da zekâ düzeyi açısından bir çocukla eşdeğer oldukları görülür. *Uzaya Kaçış* adlı eserde de güneşin etkilerini hesaplayacak BİS adı verilen mekanik yapay zekâların yanı sıra *Yüzyıl* serisindeki gibi naif ve zekâ açısından biraz daha safça insanımsı robotlar yer alır. Robotların bu safça halleri, bir robot tarafından "Bizim yok tinimiz, ama, var biraz usumuz, dedi Mu. Dolduracakmı siz azalanların yerini. Biraz safça olsak da (Kocagöz, 1997, s. 233)..." şeklinde dile getirilir.

Robotik bilimkurguda eserlerin çoğu bir bilince sahip, kendi varlığının farkında olan mekanik kökenli varlıkları işlese de, hatta bazı eserlerde bu mekanik kökenli varlıklar yüksek bir zekâyaya sahip olmasalar da; bir bilince sahip olmayan, programlandıkları işleri yapan robotların yer aldığı eserler de bulunmaktadır. *Robotlar Ülkesi* adlı eserde bir bilince sahip olmayan milyonlarca robot, sadece farklı iş kollarında programlandıkları işi yerine getirmektedir. Bir nevi ortaçağdaki serflerin yerini almış gibidirler.

Sonuç

İnsanın yaşamını kolaylaştıran kolaylaştırdığı ölçüde yarattığı varlığa esir olma korkularını besleyen makineler, özellikle 1950'lerden sonra giderek artan bir şekilde bilimkurgunun işlenen konulardan biri olmuştur. Temelini insan-robot ilişkisinin oluşturduğu birçok konu romanlarda işlense de Türkiye'de daha çok insanlarla eşit haklara sahip olmak için isyan eden robotların öne çıktığı görülmektedir. Eserlerin çoğunda mekanik kökenli varlıklar, kendi varlıklarının farkında olan bilinç sahibi varlıklarken bazılarında herhangi bir bilince sahip olmayan varlıklardır. Bu varlıkların, bazı eserlerde korkuları haklı çıkarırcasına insanları kontrol ettikleri veya ortadan kaldırdıkları görülürken bazı eserlerde de insanlarla aynı haklara sahip oldukları ve beraber yaşadıkları görülür. Suudi Arabistan'ın Sophia adlı robota vatandaşlık verdiği düşünüldüğünde bu konuların, güncelliğini koruyacağı ve robotik bilimkurgunun, ilgi çekici bir alt tür olmaya devam edeceğini söylemek mümkündür.

Türk Edebiyatı'nda bu alt türde verilen eser sayısı az olmasına rağmen bu az sayıdaki eserin türü örnekleyecek yetkinlikte olduğu söylenebilir.

Kaynakça

Andı, M. F. (1993). Fennî Roman. *Dergâh*, S.37, s.11,18.

Beşiroğlu, M. K. (2016). *Ogox*. İstanbul: Cinius Yayınları.

Kocagöz, H. (1997). *Uzaya Kaçış*. İstanbul: Boyut Yayıncılık.

Mine, S. (1980). *OBİ j-s 927*. İstanbul: X - Bilinmeyen Bilim – Kurgu Yayınları.

Targaç, M. A. (2016). *Koloni*. USA: Cosmos.

Uyanık, S. (2013). *Osmanlı Bilim Kurgusu: Fenni Edebiyat*. İstanbul: İletişim Yayınları.

Yürür, F. (2017). *Kıyametin Sineması Post Apokaliptik Filmler*. İstanbul: Cinius Yayınları.

HEMŞİRELİK EĞİTİMİNDE TERS YÜZ ÖĞRENME

Arş. Gör. Dilek ERDEN

ORCHID ID: 0000-0002-7948-0726

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi

Özet

Günümüzde gelişen teknoloji eğitim sisteminde de önemli değişimlere yol açmış ve teknolojik gelişmelerin sınıf içine girmesi kaçınılmaz olmuştur. Öğrenme ortamlarının eğitim teknolojileri ile zenginleştirilmesi ve öğrenmenin daha etkili ve daha kalıcı hale getirilmesi amacıyla öğrenme-öğretme ortamlarının yeniden tasarlanması ve farklı öğrenme modellerinin kullanılması, yenilikçi öğrenme yaklaşımların gelişmesine zemin hazırlamıştır. Bu yenilikçi öğrenme yaklaşımları; öğreneni merkeze alan, eleştirel düşünmesine teşvik eden, sorun çözme, yaratıcı düşünme, işbirliği gibi becerilere sahip olan bireyler yetiştirilmesi amaç edinmiştir. Sağlıkta yaşanan gelişmeler, kompleks bakım ortamları hemşirelerin eleştirel düşünme, yaratıcı düşünme, sorun çözme, işbirliği gibi becerilere sahip olarak hizmet vermesini gerektirmektedir. Bu durum, hemşirelik eğitiminde öğreneni merkeze alan yenilikçi öğrenme modellerinden yararlanılmasını gerektirmektedir. Böylece yenilikçi öğrenme yaklaşımlardan biri olan ters yüz öğrenmenin öğretme-öğrenme sürecinde kullanılabilirliğine verilen önem artmıştır.

Ters yüz öğrenme, eğitiminin yönlendirici ve öğrenenin aktif olduğu etkileşimli öğrenme ortamlarında öğrenenin gerçekleştiği ve öğrenenin içselleştirildiği bir eğitim modeli olarak tanımlanmaktadır. Ters yüz öğrenmede öğrenen aktiftir, öğrenme sınıf dışına taşınarak öğrenme sürecine daha fazla zaman ayrılmakta sınıf dışı etkinliklerle ve etkileşimli uygulamalarla öğrenme sağlanmaktadır. Bu yaklaşımda Bloom taksonomisindeki hatırlama, anlama basamaklarındaki öğrenmeler sınıf dışı etkinlikler ile gerçekleştirilirken uygulama, analiz, değerlendirme ve yaratma basamaklarındaki öğrenmeler sınıf içi etkinlikler ile gerçekleştirilmektedir. Sınıf dışında kazanılan bilgi daha sonra sınıf içinde vaka çalışması, eleştirel düşünme etkinlikleri, rol- oynama, soru- cevap vb. gibi aktif öğretim yöntemleri ile tartışılarak ve pekiştirici alıştırmalar yaparak üst düzey öğrenmelere dönüştürülmektedir. Hemşirelik eğitiminde aktif öğrenme yöntemlerinin kullanılması öğrenene eleştirel düşünme, yaratıcı düşünme, sorun çözme, işbirliği gibi becerileri kazandırmaktadır. Bu durumda ters yüz öğrenme; sınıf dışı kazanılan bilginin sınıf içi etkinlikler yaparak pekiştirilmesi ile hemşirelik eğitiminde kullanabilme fırsatını sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Eğitim, Hemşirelik, Hemşirelik Eğitimi, Ters yüz öğrenme

FLIPPED LEARNING IN NURSING EDUCATION

Abstract

Today, the developing technology has also caused important changes in the education system and it has been inevitable for technological developments enter into

the classroom. In order to enrich learning environments with educational technologies and make learning more effective and permanent, redesigning learning-teaching environments and using different learning models led up to the development of innovative learning approaches. These innovative learning approaches aim to raise individuals who have the skills such as problem solving, creative thinking, and collaboration that center the learners, encourage them to think critically. Developments in health, complex care environments require nurses to serve with skills such as critical thinking, creative thinking, problem solving, cooperation. This situation requires the use of innovative learning models that center the learner in nursing education. Thus, the importance given to the use of flipped learning which is one of the innovative learning approaches in the teaching-learning process has increased.

Flipped learning is defined as an education model in which learning takes place and learning is internalized in interactive learning environments where the instructor and the learner are active. In flipped learning, the learner is active, more time is allocated to the learning process by moving the learning out of the classroom, and learning is provided through out-of-class activities and interactive applications. In this approach, the learning in recall and comprehension steps in Bloom's taxonomy is carried out through out-of-class activities, while the learning in application, analysis, evaluation and creation steps are realized through in-class activities. The knowledge gained out of the classroom is then transformed into high-level learning through active teaching methods such as case studies, critical thinking activities, role-playing, question-answer, and reinforcing exercises. Using active learning methods in nursing education upsills the learner such as critical thinking, creative thinking, problem solving, and collaboration. In this case, flipped learning provides the opportunity to use the knowledge gained outside the classroom by reinforcing it by doing in-class activities.

Keywords: Education, Nursing, Nursing Education, Flipped learning

1. Giriş

Günümüzde gelişen teknoloji eğitim sisteminde de önemli değişimlere yol açmış ve teknolojik gelişmelerin sınıf içine girmesi kaçınılmaz olmuştur. Öğrenme ortamlarının eğitim teknolojileri ile zenginleştirilmesi ve öğrenmenin daha etkili ve daha kalıcı hale getirilmesi amacıyla öğrenme-öğretme ortamlarının yeniden tasarlanması ve farklı öğrenme modellerinin kullanılması, yenilikçi öğrenme yaklaşımların gelişmesini sağlamıştır. Yenilikçi öğrenme yaklaşımlarının; öğreneni merkeze alan, eleştirel düşünmesine teşvik eden, sorun çözme, yaratıcı düşünme, işbirliğine dayalı öğretimi desteklemesi hemşirelik eğitiminde kullanılabilme fırsatını oluşturmuştur (Kara 2015). Çalışmada ters yüz öğrenme modelinin hemşirelik eğitiminde kullanımının incelenmesi amaçlanmaktadır.

2. Ters Yüz Öğrenme

Son yıllarda yenilikçi öğrenme alanında dikkat çeken Ters Yüz Öğrenme kavramı ilk olarak Jonathan Bergmann ve Aaron Sams tarafından kimya dersini daha etkili hale getirmek için öğrencilere dersleri önceden videoya kaydederek göndermeleriyle başlamıştır (Ünsal 2018). Yapılandırmacı öğrenme yaklaşımını esas alan ters yüz öğrenme, bilgisayar tabanlı teknolojilerin vurgulandığı, iki ayrı öğrenme/öğretme modelinin birleşiminden oluşan harmanlanmış öğrenme yaklaşımını desteklemektedir (Ünsal 2018, Dağ 2011).

Ters yüz sınıf uygulaması sınıf dışı ve sınıf içi etkinliklerle iki kısımdan oluşmaktadır. Ters yüz sınıfta öğrenci ders içeriğini, evde çevrim içi kaynakları kullanarak öğrenirken, sınıf içi ders saatlerinde eğitimci rehberliğinde tartışma, problem çözme benzeri aktif öğrenme yöntemleri kullanılan aktivitelerle değerlendirmektedir. Ters yüz öğrenme geleneksel sınıf modelinde eğitime merkeze alan öğrenenin pasif olduğu öğrenme yerine; öğrenenin aktif olduğu bir öğrenme yaklaşımıdır (Kara 2015). Bloom taksonomisindeki hatırlama, anlama basamaklarındaki öğrenmeler sınıf dışı etkinlikler ile gerçekleştirilirken uygulama, analiz, değerlendirme ve yaratma basamaklarındaki öğrenmeler sınıf içi etkinlikler ile gerçekleştirilmektedir. Sınıf dışında kazanılan bilgi daha sonra sınıf içinde vaka çalışması, eleştirel düşünme etkinlikleri, rol- oynama, soru- cevap vb. gibi aktif öğretim yöntemleri ile tartışılarak ve pekiştirici alıştırmalar yaparak üst düzey öğrenmelere dönüştürülmektedir (Gökdemir 2018).

Bu konuda çalışmalar incelendiğinde; Geist ve arkadaşları (2015) çalışmasında lisans öğrencilerine farmakoloji dersi kapsamında ters yüz öğretim yaklaşımını uygulamış ve geleneksel öğretim yöntemine göre öğrencilerinin akademik başarılarının arttığını gözlemlemiştir. Mikkelsen (2015) ters yüz öğretim yöntemi ile verdiği böbrek, üriner sistem anatomisi dersi kapsamındaki çalışmasında öğrencilerin %41'inin ters yüz eğitimi tercih ettiğini, %18'in geleneksel yöntemi tercih ettiğini ve %51'in her iki yöntemin eşit yarar sağladığını belirttiği sonuçlarına ulaşmıştır. Topal, Akhisar(2018) çalışmasında öğrencilerin ters yüz öğrenme modeli hakkında olumlu görüş bildirdiği sonucuna ulaşmış, Bolatlı ve Korucu (2020) çalışmasında ise ters yüz öğretim ortamı ile öğrencilerin matematik dersine ön yargılarının kalktığı, dersi sevdiği ve derste aktif rol aldıkları sonucuna ulaşmıştır. Aynı zamanda işbirlikli öğrenme ortamının öğrencilerin ilgi ve motivasyonunda olumlu etkileri olduğunu tespit etmiştir.

Ters yüz öğrenmenin avantajları; bireysel öğrenme, problem çözme, grup etkileşimi, üst düzey öğrenme, bireysel değerlendirme gibi etkileri vardır. Bunun yanında akademik başarı, öğrenci motivasyonu, öğrenci tutumu, farklı öğrenme uygulamaları, gibi olumlu yönleri bulunmaktadır (Ünsal 2018).

Ters yüz öğrenmenin dezavantajları ise; gerekli teknik alt yapı ve donanımların eksiklikleri, videoların hazırlanmasında yaşanabilecek sorunlar, video hazırlamanın ve öğrencilerin sınıf öncesi çalışma gerçekleştirmeleri zaman alması örnek verilebilir (Kardaş ve Yeşilyaprak, 2015).

3. Hemşirelik Eğitiminde Ters Yüz Öğrenme

Sağlıkta yaşanan gelişmeler, kompleks bakım ortamları hemşirelerin eleştirel düşünme, yaratıcı düşünme, sorun çözme, işbirliği gibi becerilere sahip olarak hizmet vermesini gerektirmektedir. Bu durum, hemşirelik eğitiminde öğreneni merkeze alan yenilikçi öğrenme modellerinden yararlanılmasını gerektirmektedir. Böylece yenilikçi öğrenme yaklaşımlardan biri olan ters yüz öğrenmenin öğretme-öğrenme sürecinde kullanılabilirliğine verilen önem artmıştır.

Ters yüz öğrenme hemşirelik eğitiminde; klinik uygulamalarda hasta hakları ve hasta güvenliğini gibi önemli konularda klinik vaka, rol play ile öğrencinin problem çözme becerilerini geliştirmesine imkân tanımaktadır. Aynı zamanda sağlıkta yaşanan gelişmeler yaşam boyu öğrenmenin önemini gündeme getirmiştir. Ters yüz öğrenme ise hemşirelik öğrencisinin motivasyon kazanmasını sağlayarak kendi kendine öğrenmeye teşvik etmekte ve bu yönüyle yaşam boyu öğrenmeyi desteklemektedir (Kim, Cho, Jang 2017).

Bu konuda çalışmalar incelendiğinde; Kim ve arkadaşları (2017) çalışmasında; ters yüz öğrenmenin, öğrencilerin hemşirelik uygulamalarına katılmadan önce kendi anlayış düzeylerinde ve kendi hızlarında çeşitli klinik vakalarla bireyselleştirilmiş öğrenmeyi gerçekleştirdiği sonucuna ulaşmıştır. Öz (2019); Hemşirelik eğitiminde ters yüz sınıf öğretim yönteminin öğrenci başarısına etkisi adlı çalışmasında ters yüz sınıf yöntemi ile öğrenim gören öğrencilerin akademik başarıları anlamlı düzeyde yüksek saptanmıştır. Aynı zamanda çalışmada öğrencilerin kendi kendine öğrenme deneyimi ve sorumluluğunu sağlaması bakımında hemşirelik lisans derslerine entegre edilmesi önerilmiştir.

Sonuç olarak; ters yüz öğrenme yaklaşımı hemşirelik öğrencilerine eleştirel düşünme, yaratıcı düşünme, yaşam boyu öğrenme, sorun çözme, işbirliği içinde bulunma fırsatı sağladığından dolayı hemşirelik eğitiminde uygulanabileceğini göstermektedir.

Kaynaklar

1. Dağ, F. (2011). Harmanlanmış (Karma) Öğrenme Ortamları ve Tasarımına İlişkin Öneriler. *Ahi Evran Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12, 73-97. doi: <http://dx.doi.org/>
2. Gökdemir, A.,. (2018). Sosyal Bilgiler Öğretmeni Yetiştirmede Ters Yüz Öğrenme: Bir Karma Yöntem Çalışması. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Doktora tezi.*
3. Kara, C. (2015). Ters Yüz Sınıf. *Toraks Cerrahisi Bülteni*, 9, 224-228.
4. Ünsal, H. (2018). Ters Yüz Öğrenme ve Bazı Uygulama Modelleri. *Gazi Eğitim Bilimler Dergisi*, 4. doi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/gebd/437492>
5. Mikkelsen T. Nursing students' experiences, perceptions and behavior in flipped-classroom anatomy and physiology course *Journal of Nursing Education and Practice*. 2015;5(10):28-35
6. Bolatlı, Korucu(2020).Mobil Uygulama ile Desteklenmiş Ters-Yüz Öğretim Ortamını Kullanan Öğrencilerin Akademik Başarılarının ve İşbirlikli Öğrenmeye

Yönelik Görüşlerinin İncelenmesi.

7. Geist MJ, Larimore D, Rawiszer H, Al Sager AW. Flipped versus traditional instrution and achievement in a baccalaureate nursing pharmacology course.*Nurs. Educ. Perspect.* 2015;36(2):114–115.

8. Öz (2019). Hemşirelik Eğitiminde Ters-Yüz Sınıf Öğretim Yönteminin Öğrenci Başarısına etkisi. *Hacettepe Üniversitesi.Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi.*

9. Kardaş, F.,& Yeşilyaprak, B. (2015). Eğitim ve öğretimde güncel bir yaklaşım: teknoloji destekli esnek öğrenme (flipped learning) modeli. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 48(2),103-121

10. Kim, H., Kim, M., Cho, M., & Jang, S. (2017). Effectiveness of applying flipped learning to clinical nursing practicums for nursing students in Korea: A randomized controlled trial. *International Journal of Nursing Practice*, 23(5). doi:10.1111/ijn.12574

**THE USE OF COMPRESSED NATURAL GAS (CNG) AS AN ALTERNATIVE
FUEL IN VEHICLES: AN OVERVIEW****Battal DOĞAN**

Gazi University, Ankara, Turkey

Murat Kadir YEŞİLYURT

Yozgat Bozok University, Yozgat, Turkey

Abstract

Nowadays, motor vehicles used in the transportation sector have consumed gasoline and diesel fuels of fossil origin. The continuous use of petroleum-based fuels has led to depletion of resources and an ascend in global warming. Besides, the cost of the refining becomes higher owing to advanced norms applied to the quality of the fuel, and thereby, the price of the final petroleum products would be evidently higher. This causes the researchers to focus on alternative energy sources. The utilization of alternative fuels in motor vehicles has become widespread due to reasons such as environmental problems of oil and the depletion of reserves within the next 50 years. In this study, alternative fuel performance of CNG (Compressed natural gas) obtained by compressing the natural gas under 200-250 bar pressure was investigated. The physical and chemical properties, fuel consumption and exhaust emissions of CNG were evaluated. The engine types and conversion systems using CNG as a fuel were examined. In the study, natural gas was also compared with regard to the cost per unit kilometer according to conventional fuels. It was observed that CNG with a high combustion efficiency was more environmentally friendly along with the developing technology today compared to gasoline and diesel fuels.

Keywords: CNG, Alternative Fuel, Internal Combustion Engines, Exhaust Emissions

1. Introduction

Worldwide energy consumption had reached approximately 13.8 billion tons of oil equivalent. This increase has been recorded as the highest increase on an annual basis since 2010. The highest increase in energy resources consumed in the world by years has occurred in natural gas. The global consumption of natural gas has increased by 5.3 percent compared to the previous year and reached 3.3 billion tons of oil equivalent [1, 2].

The use of petroleum derivatives as fuel in the transportation sector, and the prediction that oil reserves will be depleted at the end of the next 50.4 years appear as significant economic concerns in the world [3, 4]. Nowadays, there are two important discussions about fuels, including the depletion of oil reserves and environmental pollution. The depletion of oil reserves has accelerated efforts to develop engine technologies that consume less fuel and use alternative fuel [5, 6]. With regard to environmental pollution, it is necessary to take the necessary measures and to reduce emissions according to the Kyoto protocol and the Paris Agreement [7, 8].

New generation engines that have low fuel consumption and are environmentally friendly have been developed in recent years. Diesel engines provide more efficient combustion due to their high compression ratio [9, 10]. Lower fuel consumption and higher torque are obtained in a diesel engine with the same cylinder volume as a spark ignition engine [11, 12]. Low cetane number of fuel used in diesel engines leads to ignition delay. More fuel enters the combustion chamber during this delay. The convection ratio increases with the increase in high pressure ratios of combustion, which starts with more fuel mixture. Under extreme conditions, when most of the injected fuel is burned by automatic ignition, an audible knocking sound, which is also called diesel knock, emerges [13]. Nevertheless, for a high auto ignition temperature, it is a little difficult to use natural gas in compression ignition engine [14, 15]. While natural gas is very suitable for an excellent anti-knock quality for the spark ignition engine, it does not require any changes to the engine [16].

Despite the depleted fuel reserves in our world and increasing fuel demands every passing day, the search for alternative fuels in the world has been increasing [17]. Although alternative fuel types seem to be suspended for now, humanity, who will have no other option within the next years, will have to make a big leap forward in this field [18, 19]. CNG, LPG, Propane, Bio-diesel, Hydrogen and Fuel cells are preferred as alternative fuels in the vehicles used in the transportation sector. Natural gas is considered as a good alternative fuel when it is evaluated in terms of its environmental impact [20, 21].

CNG has quite high volume since it is in gaseous form [22]. Due to insufficient storage space, its use in small vehicles is not common. CNG is intensively used in public transport vehicles in the world since its emission rate is low and it is environmentally friendly [23, 24]. In this study, CNG fuel properties, engine performance and emissions, and the numbers of vehicles and filling stations using CNG were examined. The advantages of CNG fuel on the environment were investigated comparatively with diesel and gasoline-powered vehicles. CNG was evaluated with its various dimensions as an alternative fuel in a more environmentally friendly transportation sector within the next years.

2. Natural gas

Hydrocarbon-based natural gas from the fossil fuels group is found in large volumes in the entrapped form in the cavities of porous rocks underground or in gaseous form on oil fields [25]. It is a combustible, colorless, odorless and lighter-than-air gas mixture consisting of methane and hydrocarbons that occur under certain geological formations under the earth's crust. Natural gas is a derivative of oil [26].

In history, the first natural gas leaks occurred in Iran between 6000-2000 BC. It is known that the use of natural gas for fuel purposes was first started in China in the 900s BC. Since natural gas, which is considered to be used as fuel in water heating in China in the 900s BC, is odorless and invisible, it was defined by the name "ghost" in the past. Natural gas was first introduced in Europe in the 17th century [27, 28].

It was named as “natural gas” in 1795 by being inspired by the term gas created in 1609 by Italian scientist Lazzaro Spallanzani, Dutch scientist Jan Baptista, Van Helmont. It is known that natural gas was largely used to illuminate the streets and houses. The first gas field in America was discovered around a salt mine in the Charleston region of West Virginia in 1815. Five years later, the first commercial gas business was operated in 1820 by William Hart in the state of New York. The transfer of natural gas to a long distance for commercial purposes was performed for the first time in 1883 by bringing the gas to Pittsburgh through pipelines [29-31].

It is known that natural gas was consumed as an energy source since the mid-19th century in America. Natural gas gained importance after the first oil crisis in 1973, and it is also very commonly used in domestic needs, transportation and power generation today [32, 33].

Natural gas is largely composed of methane gas (CH₄), as presented in Table 1. Therefore, the physicochemical properties of natural gas are very similar to methane. Furthermore, propane (C₃H₈), butane (C₄H₁₀) ethane (C₂H₆), carbon dioxide (CO₂), nitrogen (N₂), helium (He) and hydrogen sulphide (H₂S) gases can also be found in different proportions of natural gas [34, 35]. The composition and content of natural gas vary slightly depending on the reserve source where it is extracted and the production process.

Table 1. Components of natural gas

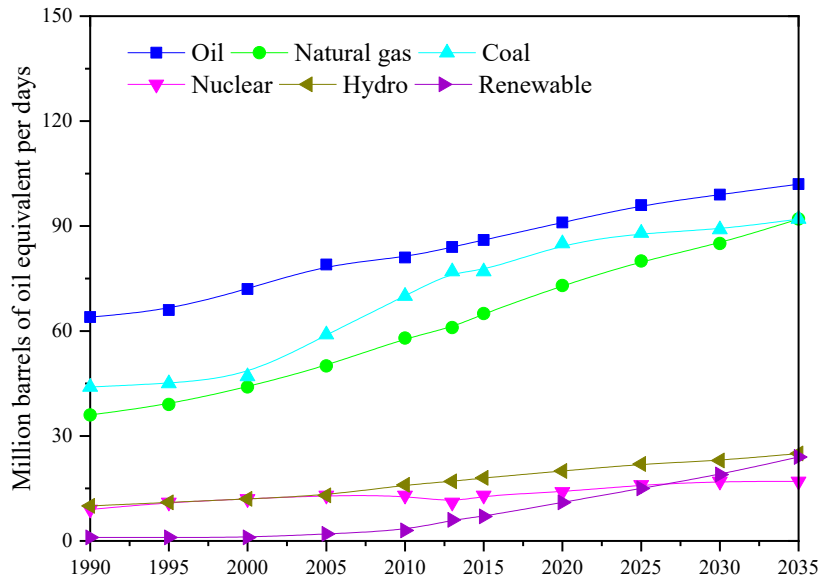
Components	Chemical Formula	Volumetric (%)
Methane	CH ₄	Min. 92.98
Ethane	C ₂ H ₆	Max. 4.04
Propane	C ₃ H ₈	Max. 1.17
Butane	C ₄ H ₁₀	Max. 0.59
Nitrogen	N ₂	Max. 1.62
Carbon dioxide	CO ₂	Max. 1.19

The properties of natural gas and its comparison with other fuels are presented in Table 2. Natural gas, which is lighter than air, decreases the risk of early ignition in internal combustion engines since it has a higher ignition temperature than gasoline and LPG [36]. Natural gas with a high octane number enables the compression ratio to be increased while designing internal combustion engines. Thus, higher efficiency is achieved in internal combustion engines. While natural gas can be directly used as it is extracted from the reserve source, other fuels should go through some processes to be obtained and used. Therefore, the use of natural gas is much cheaper compared to oil.

Table 2. Properties of natural gas and its comparison with other fuels [37]

Property	Natural gas	Gasoline	Diesel
Lower heating value (MJ/kg)	~50	~43.5	42.5
Heating value of stoichiometric mixture (MJ/kg)	2.67	2.78	2.79
Cetane number (-)	-	13-17	52
Octane number (-)	130	85-95	-
Auto ignition temperature (°C)	650	310	180-220
Stoichiometric air-fuel ratio (-)	17.2	14.56	14.3
Carbon content (wt. %)	75	85.5	87

Natural gas is becoming one of the most important energy sources in the world. Nowadays, natural gas provides 23% of primary energy consumption. Global primary energy demand by fuel type from 1990 to 2035 is presented in Figure 1. Natural gas is predicted to catch coal in 2035. Furthermore, it is also indicated that it will meet the total energy demand of 25% after 2035. It is predicted that natural gas will be the fastest growing primary energy source in the future and that its consumption will be doubled between 2020 and 2040 [38].


Figure 1. The energy consumption of the world [39]

The primary power generation of Turkey in 2013 was 31.94 million tons of oil equivalent. In the same year, total energy consumption was 120.29 million tons of oil equivalent, and oil and natural gas, that we are dependent on foreign sources, constitute the great majority our energy consumption. The shares of energy resources in energy consumption were 31% in natural gas, 29% in coal, 28% in oil and 4% in hydro, respectively [40]. In 2014, Turkey produced 49 thousand barrels/day of oil and consumed 718 thousand barrels/day of oil. Turkey, which meets most of its oil consumption through imports, imported 359 thousand barrels/day crude oil and 310 thousand barrels/day processed products in 2014. Turkey's oil import dependency

ratio is 93%. When the distribution of crude oil imported by Turkey by countries is examined, Iraq ranks first by 31%. Iraq is followed by Iran by 30%, Saudi Arabia by 11%, Nigeria by 10% and Kazakhstan by 9% [39].

3. CNG as an alternative fuel

CNG, which is used as fuel in vehicles, has the same properties as the natural gas used to heat and in cookers for cooking in daily life. CNG is obtained by compressing natural gas, which is supplied as gas from the national or urban natural gas distribution line or from LNG (liquefied natural gas) terminals, under 200-250 bar pressure. CNG is a colorless, odorless and non-toxic fuel in gaseous phase. It is transported and stored in gaseous phase under high pressure. It is also offered for consumption in gaseous phase by reducing its pressure. CNG is commonly used in many different fields, including heating, food, automotive and transportation. In the world, CNG is most extensively used in the field of transportation.

CNG has been used as a fuel in vehicles since the 1930s. CNG, which was initially used in industrial areas, has been used in vehicles due to reduction of fossil fuel reserves, increase in oil prices, and environmental reasons [41]. Especially after the oil crisis, CNG began to be recognized between 1970-1980. While CNG is used as dual-fuel by conversion in vehicles powered by diesel and gasoline engines, it is also preferred as a fuel alone [42]. While the biggest problem in the use of CNG technology in vehicles is the storage of gas with a pressure of 150-200 bars, significant progresses have been made with the developments in the field of materials in recent years [43].

According to the Worldwide NGV Statistics report, the number of natural gas vehicles in the world was 27.765.376 and the number of filling stations was 32.577 as of July 31, 2019. The use of CNG by regions in the world is presented in Table 3.

Table 3. Number of vehicles using CNG and number of stations by regions in the world

Region	Number of Vehicles	Number of Stations
Asia-Pacific	19,841,688	19,606
Europe	2,013,693	5,116
North America	224,500	1,856
Latin America	5,417,146	5,789
Africa	268,349	210

Unreasonably high oil prices in recent years have led to the preference of CNG as an alternative fuel. Apart from that, positive reasons such as an octane value of 120-125, ensuring clean and complete combustion, prolonging engine life as a result of not mixing with oil, and its low risk of explosion (5% -15% Air-Gas mixture ratio) compared to other fuels are the advantages of CNG over other fuels. The physical and chemical properties of CNG are presented in Table 4. Although these

data are not fixed, they vary according to the composition ratios of the components that make up the natural gas.

Table 4. Physical and chemical properties of CNG fuel [41-43]

Property	Value
Density (kg/m ³)	0.72
Ignition limits (volume % in the air)	4.3 – 15
Auto-ignition temperature (°C)	723
Minimum combustion energy (MJ)	0.28
Flame speed (m/s)	0.38
Adiabatic flame temperature (K)	2214
Extinguishing distance (mm)	2.1
Stoichiometric fuel/air mixture ratio	0.069
Combustion temperature (MJ/kg air)	2.9

4. Use of CNG as a fuel in vehicles

Nowadays, natural gas can be used as an alternative fuel in vehicles with internal combustion engines that use diesel and gasoline as fuel. In vehicles, CNG is used with three types of engines.

- Dedicated CNG engine
- Bi-fuel retrofitted gasoline engine
- Dual-fuel diesel engine

Dedicated CNG engine uses CNG as a fuel. Since natural gas has a high octane number, it provides high compression ratio and engine knock is inevitable, and changes are made in the operating principle to prevent it. The air/fuel ratio should be controlled more precisely to reduce emissions. Therefore, transmitters equipped with electronic control systems as in Figure 2 were developed by the manufacturer companies and the air/fuel ratio has been ensured to be adjusted precisely. If the engine is built as a natural gas engine, different combustion chambers are designed to facilitate ignition. One of these combustion chambers is stratified charge and the starting ignition is made to the rich blended core. Another application is the engine with pre-combustion chamber, and there, the combustion event starts in the pre-combustion chamber, and the exhaust gas that passes into the main combustion chamber with turbulence also provides the ignition there. The injection of some of the fuel into the combustion chamber with one or more injectors, as in diesel engines, is another method that makes ignition easier. Two different principles were considered to reduce pollutant emissions in natural gas engines. They are engines with poor mixture and engines with stoichiometric mixture.

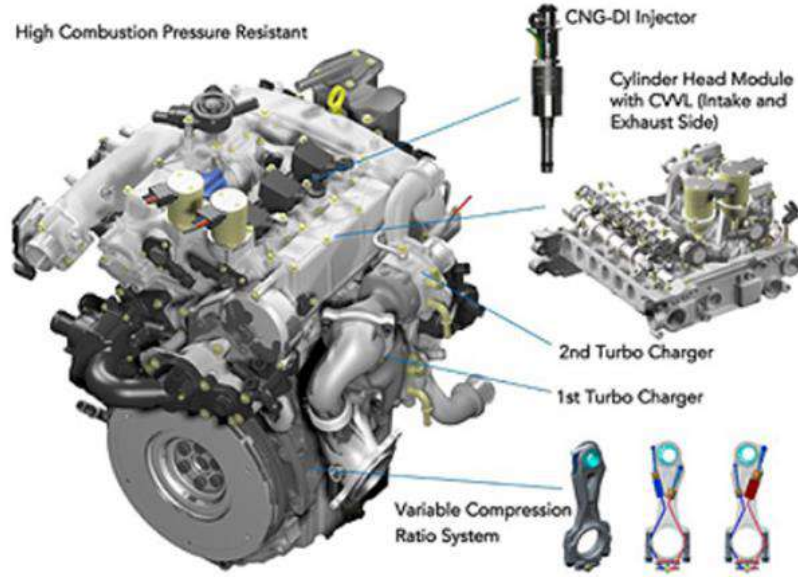


Figure 2. Dedicated CNG engine [44]

Bi-fuel vehicle can run on natural gas or gasoline as in Figure 3. The driver can choose which fuel to use by switching a button on the instrument panel. CNG can be used with conversion kits without much change in gasoline engines. The most important problem in the conversion of gasoline engines is the loss of trunk volume due to the size of CNG fuel storage tanks, and low range limits. When LPG and CNG tanks with the same volume are compared, LPG has three times more range.

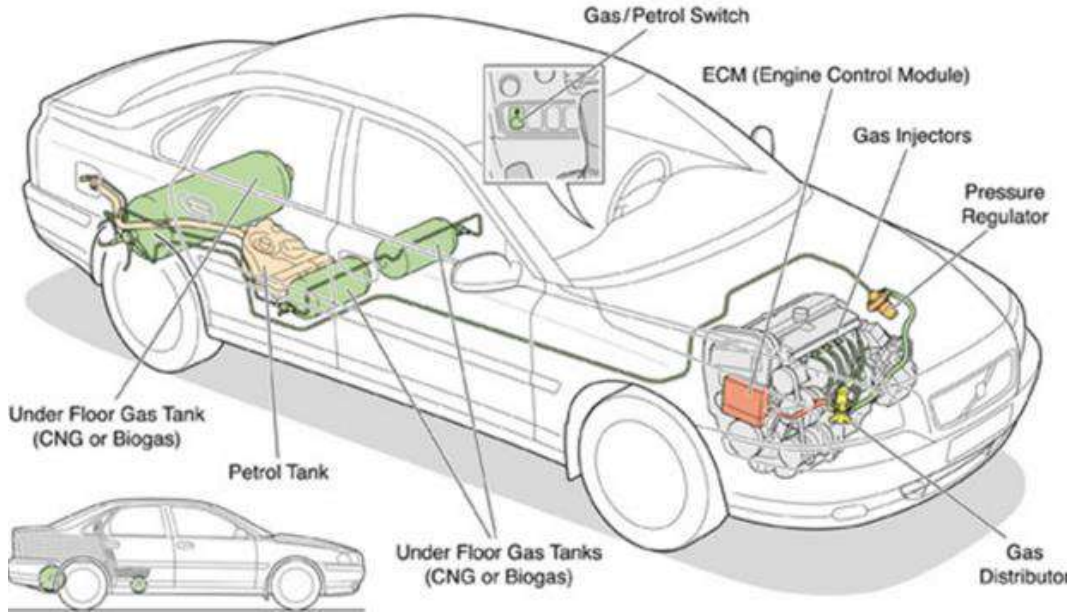


Figure 3. Bi-fuel retrofitted gasoline engine [45]

Natural gas is a suitable fuel for spark ignition engines due to its high octane number. However, although its unit volume has higher energy density compared to gasoline, mixture energy density at stoichiometric ratios is lower compared to gasoline. Therefore, the power to be obtained from the same engine decreases when

natural gas is used. Furthermore, low combustion speed also causes adverse effects in terms of thermal efficiency. However, the fact that the ignition limit of natural gas is wider as going towards poor mixtures compared to gasoline causes thermal efficiency to be higher in these conditions.

Dual-fuel diesel engine enables the use of dual-fuel natural gas and diesel as presented in Figure 4, and it can continue to run with 100% diesel fuel even in case of cutting natural gas. Dual-fuel system is used to reduce exhaust emissions, extend diesel fuel tank run-time, reduce fuel costs, and prolong engine life and maintenance. Natural gas enters the cylinder with normal combustion air. A significantly reduced amount of diesel fuel is injected on the compressed air-natural gas mixture. The injection of diesel fuel serves as a pilot ignition source for the natural gas mixed with air. After the ignition is made with diesel fuel, most of the power in the engine is obtained with natural gas fuel. Better combustion is achieved in unburned diesel particles. The amount of natural gas delivered to the cylinder by the electronic control unit is adjusted in proportion to the amount of gas pedal depressed.

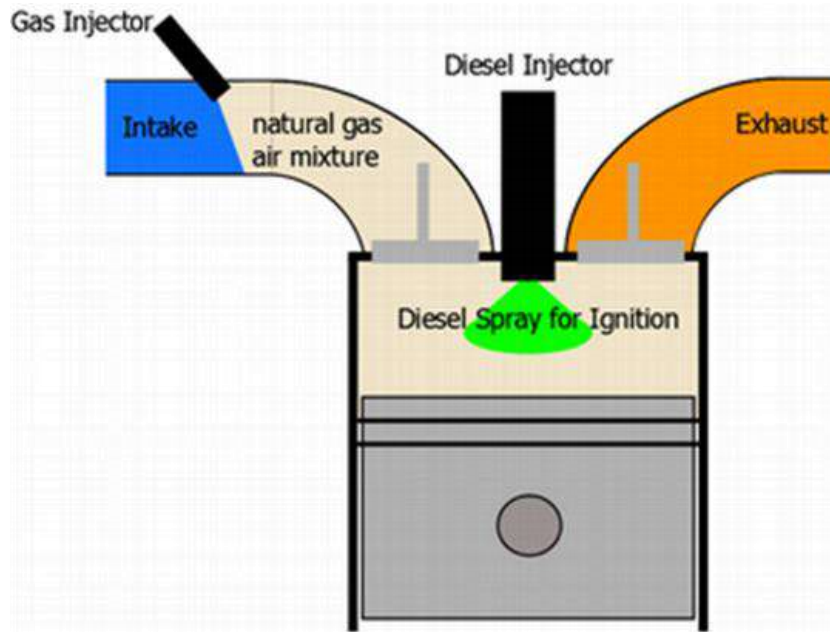


Figure 4. Dual-fuel diesel engine [46]

Since diesel engines run at high compression ratios and the compression ratio of natural gas can be kept high due to its high octane number, natural gas can be conveniently used in diesel engines if proper changes are made to diesel engines.

In Europe, strategic projects are developed to support the use of CNG and LNG in heavy commercial vehicles. The "Blue Corridor" project has been developed in order to reduce the use of diesel fuel in heavy commercial transport vehicles for long haulage transport in European countries and to improve the use of natural gas as an alternative. With the Blue Corridor project, it is aimed to benefit the environment by increasing the use of natural gas within the region, by reducing the greenhouse gas

emission and by ensuring the establishment of CNG every 150 kilometers, and LNG stations every 400 kilometers in specified routes.

When the first examples of using natural gas in vehicles are examined, storage difficulties are observed. Natural gas was initially used by storing at atmospheric pressure without being compressed. Therefore, less energy was stored per unit volume. Since the range of the vehicle would be short with natural gas stored without compression, obligation to use it only at short distances was faced.

In this study, the average fuel consumption of a 2018 model vehicle with different fuel types was calculated and presented in Table 5. The maximum fuel consumption was in the LPG system. However, according to fuel prices on 19.09.2019 in Ankara province that are presented in Table 6, CNG provided savings by 72%, 62% and 58%, respectively, compared to the vehicle powered by gasoline, diesel and LPG.

Table 5. Average fuel consumption of an automobile according to different fuel types

Vehicle Type	Fuel Type			
	Gasoline (Lt/100 km)	Diesel (Lt/100 km)	LPG (Lt/100 km)	CNG (m ³ /100 km)
Automobile	6.7	5.4	9.2	7.1

Table 6. Fuel Pump Sales Prices

Fuel Type	Pump Price
Gasoline (TL/Lt)	7.19
Diesel (TL/Lt)	6.62
LPG (TL/m ³)	3.49
CNG (TL/m ³)	1.88

5. Environmental effects of CNG usage

Motor vehicles pollute the environment with exhaust emissions, fuel-oil vapor, lead compounds, asbestos and rubber powders, corrosion, oxidation, gases resulting from corrosion, liquid and solid wastes [47]. As a result of combustion in internal combustion engines, mainly carbon monoxide (CO), unburned hydrocarbon (HC), carbon dioxide (CO₂), nitrogen oxides (NO_x), sulfur dioxide (SO₂), sulfur trioxide (SO₃), particulate matter (PM), polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and formaldehyde (CH₂O) emissions occur. Among them, PM and NO_x emissions are mostly caused by diesel engines. These emissions pose a serious threat to human health and the environment. [48-50]. The environmental and health effects of emissions resulting from the combustion of fuels of fossil origin are presented item by item below.

- Carbon dioxide: Contributes to global warming and climate change.

- Carbon monoxide: Results from incomplete combustion. It is a very strong poison. It is a highly reactive molecule that damages plant leaves, human and animal lungs. It causes dysfunctions in the organs and tissues due to oxygen deficiency in the blood as a result of reducing oxygen-carrying capacity. It affects the fetal growth of pregnant women and the tissue development of young children. It has a synergistic effect with other pollutants and increases the rate of people's respiratory and circulatory diseases. Even when a small amount of it is inhaled, it causes blurred vision and nausea.

- Benzene: It is the simplest member of organic compounds called aren or aromatic hydrocarbons. It is a carcinogenic substance with the effect of killing blood cells.

- Nitrogen oxide: It causes acid rain by reacting with the water in the atmosphere, which causes negative effects on lung function in people exposed to rain. It irritates the lungs and causes edema, bronchitis and pneumonia. It increases the sensitivity to dust and pollen and may cause asthma. It causes eye and ear disorders and negatively affects the nervous system.

- Sulfur oxide: It causes air pollution and acid rain. 95% of high levels of SO₂ inhaled is absorbed in the respiratory tract. As a result, bronchitis, emphysema and other lung disease symptoms occur. It leads to the changes in the defense mechanism of the lungs and the worsening of existing heart diseases.

- Lead: It is a highly toxic metal that is involved in biological systems through air, water and soil, respiration and by mixing with nutrients. It has been phased out of gasoline in most of the countries. However, it is still used as an octane enhancer. Increased amount of lead in human blood leads to irreversible brain damage.

- Particulate matter: It consists of sulfur and nitrogen oxides and hydrocarbons. It contributes to the formation of ozone and global warming. It may lead to lung cancer and cardiopulmonary deaths.

- Unburned hydrocarbon: It causes eye irritation, coughing and sneezing. When it is inhaled in large quantities, it causes hypo kinesis and drunkenness. It may contribute to lung diseases. It leads to the formation of ozone with the nitrogen oxide and sunlight effects, causing many health problems, substance degradation and damage to vegetation.

- Polycyclic aromatic hydrocarbons and formaldehyde: It causes eye and nose irritation, coughing, nausea and dyspnea [51-55].

Due to the increase in the amount of greenhouse gases around the world, the search for alternative fuels to protect the environment has accelerated. Gasoline and diesel engines have been preferred more in industrial vehicles and especially in automobiles in recent years. However, it is an obligation to limit the amount of harmful emissions released from these engines into the atmosphere with standards. Many harmful emissions are released into the atmosphere by diesel and gasoline engines, and NO_x, PM (particulate matter) and CO₂ are the main harmful pollutants among them [56]. The harmful emission NO_x, which occurs in diesel engines due to high compression ratio, leads to acid rain by combining with air moisture [57]. In

diesel engines, particulate matters in the form of dust that are harmful to the health and the environment are released into the atmosphere through exhaust gas [58]. CO₂ has no direct harmful effects on human and environmental health. However, the greenhouse gas effect resulting from the accumulation of carbon dioxide in the atmosphere leads to global warming [59].

The emission values resulting from the use of conventional fuels of fossil origin adversely threaten the environment we live in. In recent years, countries have introduced emission limits with the Kyoto Protocol and the Paris Agreement. These limitations increase the use of alternative fuel vehicles. The use of alternative fuels in internal combustion engines is considered as one of the most important research areas of the age. CNG has a very significant potential since it produces lower total pollutant emissions compared to gasoline and diesel fuels. Many countries around the world encourage and prefer the use of CNG due to environmental concerns.

Nowadays, CNG is the cleanest fuel on the basis of “well-to-wheels”. It is known that the emissions resulting from properly functioning CNG vehicles are generally lower than the emissions resulting from vehicles using gasoline and diesel fuel. Carbon dioxide (CO₂) is the emission source for motor vehicles because it is the natural result of combustion of carbon-based fuels such as gasoline and diesel. As the C/H ratio of a fuel increases, the amount of CO and CO₂ will increase. Since C/H ratio of CNG is very low compared to gasoline and diesel fuel, CO₂ emissions will also be less.

CO emission results from incomplete combustion in engines. NO_x are by-products of all carbon-based fuel combustions. Since CNG has a low flame speed compared to other fuels, it leads to a decrease in CO and NO_x production in exhaust emission. The California Energy Commission has published a report indicating that the vehicles using CNG produce 29% and 22% less NO_x emissions compared to gasoline and diesel, respectively. The particulate matter is a mixture of solid and liquid particles, many of which are dangerous, that are suspended in the air. There is scarcely any particulate matter in vehicles using natural gas. Therefore, the vehicles using CNG release less toxic and carcinogenic substances into the atmosphere.

While most of the methane in CNG fuel burns, a small part of it burns and is released into the atmosphere from the exhaust. Since the main component of natural gas is methane, methane may occur by preserving this large part of unburned exhaust pipe emissions for natural gas fuels. Although methane is not toxic, it has a higher global warming potential than CO₂. Therefore, nowadays, the vehicles using CNG are equipped with an exhaust catalyst that covers unburned methane fuel.

Nowadays, harmful exhaust emissions released from motor vehicles into the atmosphere are among the biggest risks that threaten the future of all living creatures on earth [60]. Natural gas is a clean fuel compared to fuels of fossil origin such as gasoline and diesel due to its low CO, CO₂, NO_x and HC emissions [61]. Particulate matter is not formed in the exhaust emissions released into the atmosphere from the converted engine resulting from making a diesel engine powered by natural gas [62].

The most common comparison to determine the environmental performance of a fuel is to calculate the CO₂ equivalent per unit of distance traveled. Table 7 summarizes the research conducted by the Joint Research Center of the European Commission and a more recent study of Thinkstep [63].

Table 7. CO₂ emissions for the automobiles using different fuels (CO_{2eq}/km)

Vehicle type	Operation	Oil	Diesel	LPG	CNG	LNG
Automobile	JEC	125-185	115-145	154-160	137-185	-
Automobile	Thinkstep	169	140	-	131	-
VW Golf	T&E	130	132	-	123-141	-
HGV	Thinkstep	-	1074	-	908	912

6. Conclusions

As a result of the fact that the damages of motor vehicles using gasoline and diesel fuel to the environment and human are much more than expected, countries are also making decisions to reduce the production of these engines with their decisions and sanctions. It is predicted that the oil reserves in the world will be depleted within the next 50 years. Therefore, the world should determine the fuels that will be alternative to oil in this process.

According to BP Statistical Review of World Energy 2019, there are a total of 196.9 trillion cubic meters of proven natural gas reserves in the world. The global reserve life of natural gas is calculated to be approximately 53 years. The use of CNG fuel obtained from natural gas will increase in motor vehicles in the following years.

The CNG sector, that started to be used after the oil crisis, has substantially grown in the last 20 years. In recent years, manufacturers have launched car models with a dedicated CNG engine.

According to the Kyoto Protocol and the Paris Agreement, among countries aiming to reduce environmental pollution, the countries with low emission values are predicted to increase the use of CNG.

Nowadays, CNG, which is used as a mono fuel in specially designed engines and as a dual-fuel in gasoline and diesel vehicles, is commercially available for all types of road transport vehicles.

CNG tanks are heavy because they are produced from high pressure resistant steels. Excessive load due to tanks leads to loss of performance. New studies should be carried out on tank designs. Improvements should be made to further increase the range to be travelled by vehicles using CNG with the same storage volume as gasoline and diesel due to both storage and low energy density.

The initial investment and operating costs compressors required to increase the pressure of gas to 250 bar in CNG filling stations are quite high. Studies should be carried out on the production of CNG compressors.

CNG conversion costs in vehicles using gasoline and diesel fuel are higher especially compared to LPG. It is necessary to make arrangements to promote CNG conversions.

In conclusion, if CNG is used as a transportation fuel, it can be determined that it can contribute to the improvement of urban air, can decrease harmful health effects and can reduce the social cost of air pollution in the environment.

References

[1] Hafeznia, H., Pourfayaz, F., Maleki, A. (2017). An assessment of Iran's natural gas potential for transition toward low-carbon economy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 79:71-81.

[2] Kalghatgi, G. (2018). Is it really the end of internal combustion engines and petroleum in transport?. *Applied Energy*, 225:965-974.

[3] Gupta, A., Verma, J. P. (2015). Sustainable bio-ethanol production from agro-residues: a review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 41:550-567.

[4] Chong, C., Ni, W., Ma, L., Liu, P., Li, Z. (2015). The use of energy in Malaysia: Tracing energy flows from primary source to end use. *Energies*, 8(4):2828-2866.

[5] Ramadhas, A. S. (2016). *Alternative fuels for transportation*. CRC Press.

[6] Yilmaz, N., Atmanli, A. (2017). Sustainable alternative fuels in aviation. *Energy*, 140:1378-1386.

[7] Dharma, S., Ong, H. C., Masjuki, H. H., Sebayang, A. H., Silitonga, A. S. (2016). An overview of engine durability and compatibility using biodiesel–bioethanol–diesel blends in compression-ignition engines. *Energy Conversion and Management*, 128:66-81.

[8] Houser, D., Libecap, G. D. (2017). Public choice issues in international collective action: global warming regulation. In *Explorations in Public Sector Economics* (pp. 13-34). Springer, Cham.

[9] Alaswad, A., Baroutaji, A., Achour, H., Carton, J., Al Makky, A., Olabi, A. G. (2016). Developments in fuel cell technologies in the transport sector. *International Journal of Hydrogen Energy*, 41(37):16499-16508.

[10] Apak, S., Atay, E., Tuncer, G. (2017). Renewable hydrogen energy and energy efficiency in Turkey in the 21st century. *International Journal of Hydrogen Energy*, 42(4):2446-2452.

[11] Roy, A., Mishra, C., Jain, S., Solanki, N. (2019). A new design to achieve variable compression ratio in a spark ignition engine. In *Innovative Design, Analysis and Development Practices in Aerospace and Automotive Engineering (I-DAD 2018)* (pp. 389-396). Springer, Singapore.

[12] Yilmaz, E. (2019). Investigation of the effects of diesel-fusel oil fuel blends on combustion, engine performance and exhaust emissions in a single cylinder compression ignition engine. *Fuel*, 255:115741.

[13] Erdoğan, S., Balki, M. K., Sayin, C. (2019). The effect on the knock intensity of high viscosity biodiesel use in a DI diesel engine. *Fuel*, 253:1162-1167.

[14] Xiao, H., Yang, X., Hou, B., Wang, R., Xue, Q., Ju, H. (2019). Combustion performance and pollutant emissions analysis of a diesel engine fueled with biodiesel and its blend with 2-methylfuran. *Fuel*, 237:1050-1056.

[15] da Costa, R. B. R., Rodrigues Filho, F. A., Coronado, C. J., Teixeira, A. F., Netto, N. A. D. (2018). Research on hydrous ethanol stratified lean burn combustion in a DI spark-ignition engine. *Applied Thermal Engineering*, 139:317-324.

[16] Vimmerstedt, L., Brown, A., Newes, E., Markel, T., Schroeder, A., Zhang, Y., Chipman, P., Johnson, S. (2015). Transformative Reduction of Transportation Greenhouse Gas Emissions. Opportunities for Change in Technologies and Systems (No. NREL/TP-5400-62943). National Renewable Energy Lab.(NREL), Golden, CO (United States).

[17] Van der Ploeg, F. (2016). Fossil fuel producers under threat. *Oxford Review of Economic Policy*, 32(2):206-222.

[18] Capellán-Pérez, I., Arto, I., Polanco-Martínez, J. M., González-Eguino, M., Neumann, M. B. (2016). Likelihood of climate change pathways under uncertainty on fossil fuel resource availability. *Energy and Environmental Science*, 9(8):2482-2496.

[19] Olah, G. A., Goepfert, A., Prakash, G. S. (2018). Beyond oil and gas: The methanol economy. John Wiley & Sons.

[20] Sehatpour, M. H., Kazemi, A., Sehatpour, H. E. (2017). Evaluation of alternative fuels for light-duty vehicles in Iran using a multi-criteria approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 72:295-310.

[21] Yavuz, M., Oztaysi, B., Onar, S. C., Kahraman, C. (2015). Multi-criteria evaluation of alternative-fuel vehicles via a hierarchical hesitant fuzzy linguistic model. *Expert Systems with Applications*, 42(5):2835-2848.

[22] Sagar, S. M. V., Agarwal, A. K. (2018). Knocking behavior and emission characteristics of a port fuel injected hydrogen enriched compressed natural gas fueled spark ignition engine. *Applied Thermal Engineering*, 141:42-50.

[23] Lajunen, A., Lipman, T. (2016). Lifecycle cost assessment and carbon dioxide emissions of diesel, natural gas, hybrid electric, fuel cell hybrid and electric transit buses. *Energy*, 106:329-342.

[24] Bansal, A. (2018). Analysis of traffic related environment pollution in Indian cities: Need of the hour. *Asian Journal of Engineering and Applied Technology*, 7(1):70-73.

[25] Shah, Y. T. (2017). Chemical energy from natural and synthetic gas. CRC Press.

[26] Koren, H. (2016). Illustrated dictionary and resource directory of environmental and occupational health. CRC press.

[27] Murawski, S. A., Hollander, D. J., Gilbert, S., Gracia, A. (2020). Deepwater oil and gas production in the gulf of Mexico and related global trends. In *Scenarios and Responses to Future Deep Oil Spills* (pp. 16-32). Springer, Cham.

[28] Kostianoy, A. G., Carpenter, A. (2018). History, sources and volumes of oil pollution in the Mediterranean Sea. In *Oil Pollution in the Mediterranean Sea: Part I* (pp. 9-31). Springer, Cham.

[29] Mimachi, H., Takahashi, M., Takeya, S., Gotoh, Y., Yoneyama, A., Hyodo, K., Takeda, T., Murayama, T. (2015). Effect of long-term storage and thermal history on the gas content of natural gas hydrate pellets under ambient pressure. *Energy & Fuels*, 29(8):4827-4834.

[30] Alcheikhhamdon, Y., Hoorfar, M. (2017). Natural gas purification from acid gases using membranes: A review of the history, features, techno-commercial challenges, and process intensification of commercial membranes. *Chemical Engineering and Processing-Process Intensification*, 120:105-113.

[31] Barrett, M. L. (2016). Anthropogenic natural gas losses in the US-remembering history. *Oil-Industry History*, 17(1):149-164.

[32] Arthur, J. D., Alleman, N., Andersen, K. (2016). A historical look at underground natural gas storage in America. *Oil-Industry History*, 17(1):35-46.

[33] Healey, S. (2018). Probing the climate target and climate policy implications of abundant natural gas in North America (Doctoral dissertation, Environment: School of Resource and Environmental Management).

[34] Yan, F., Xu, L., Wang, Y. (2018). Application of hydrogen enriched natural gas in spark ignition IC engines: from fundamental fuel properties to engine performances and emissions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 82:1457-1488.

[35] Ning, Y., He, S., Liu, H., Wang, H., Qin, G. (2016, September). A rigorous upscaling procedure to predict macro-scale transport properties of natural gas in shales by coupling molecular dynamics with lattice Boltzmann method. In *SPE Annual Technical Conference and Exhibition*. Society of Petroleum Engineers.

[36] Dumitrescu, C. E., Padmanaban, V., Liu, J. (2018). An experimental investigation of early flame development in an optical spark ignition engine fueled with natural gas. *Journal of Engineering for Gas Turbines and Power*, 140(8):082802.

[37] Wei, L., Geng, P. (2016). A review on natural gas/diesel dual fuel combustion, emissions and performance. *Fuel Processing Technology*, 142:264-278.

[38] Khan, M. I., Yasmin, T., Shakoor, A. (2015). Technical overview of compressed natural gas (CNG) as a transportation fuel. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 51:785-797.

[39] TPAO (2015). Ham petrol ve doğalgaz sektör raporu, Mayıs.

[40] Türkyılmaz, O. (2015). Türkiye enerji görünümü. TMMOB Makine Mühendisleri Odası.

[41] Huang, X., Wang, Y., Xing, Z., Du, K. (2016). Emission factors of air pollutants from CNG-gasoline bi-fuel vehicles: Part II. CO, HC and NOx. *Science of the Total Environment*, 565:698-705.

[42] Singh, A. P., Pal, A., Agarwal, A. K. (2016). Comparative particulate characteristics of hydrogen, CNG, HCNG, gasoline and diesel fueled engines. *Fuel*, 185:491-499.

[43] Choi, M., Song, J., Park, S. (2016). Modeling of the fuel injection and combustion process in a CNG direct injection engine. *Fuel*, 179:168-178.

[44] <http://www.europeanenergyinnovation.eu/Latest-Research/Autumn-2017/GasON-Project>

[45] https://www.greencarcongress.com/2004/10/volvo_bifuel_s8.html

[46] <https://idsc.ethz.ch/research-guzzella-onder/research-projects/natural-gas-diesel-hybrid.html>

[47] Haşimoğlu, C., İçingür, Y., Ögüt, H. (2002). Dizel motorlarında egzoz gazları resirkülasyonunun (EGR) motor performansı ve egzoz emisyonlarına etkisinin deneysel analizi. *Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences*, 26(2):127-135.

[48] Su, J., Zhu, H., Bohac, S. V. (2013). Particulate matter emission comparison from conventional and premixed low temperature combustion with diesel, biodiesel and biodiesel-ethanol fuels. *Fuel*, 113:221-227.

[49] Zhu, H., Bohac, S. V., Nakashima, K., Hagen, L. M., Huang, Z., Assanis, D. N. (2013). Effect of fuel oxygen on the trade-offs between soot, NO_x and combustion efficiency in premixed low-temperature diesel engine combustion. *Fuel*, 112:459-465.

[50] Zhu, H., Bohac, S. V., Nakashima, K., Hagen, L. M., Huang, Z., Assanis, D. N. (2013). Effect of biodiesel and ethanol on load limits of high-efficiency premixed low temperature combustion in a diesel engine. *Fuel*, 106:773-778.

[51] Zhang, Q., Zhu, Y. (2010). Measurements of ultrafine particles and other vehicular pollutants inside school buses in South Texas. *Atmospheric Environment*, 44(2):253-261.

[52] Chauhan, S. K., Shukla, A. (2011). Environmental impacts of production of biodiesel and its use in transportation sector, environmental impact of biofuels. Dr. Marco Aurelio Dos Santos Bernardes (Ed.), InTech, 2011.

[53] Otken, B., Gümüşay, M. Ü. (2009). Arranging interfaces in GIS to analyse emissions, vehicles produce while moving on the road, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara, 7 pages, 11-15 May, 2009. (In Turkish)

[54] Mofijur, M., Atabani, A. E., Masjuki, H. H., Kalam, M. A., Masum, B. M. (2013). A study on the effects of promising edible and non-edible biodiesel feedstocks on engine performance and emissions production: A comparative evaluation. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 23:391-404.

[55] Bhuiya, M. M. K., Rasul, M. G., Khan, M. M. K., Ashwath, N., Azad, A. K., Hazrat, M. A. (2016). Prospects of 2nd generation biodiesel as a sustainable fuel-Part 2: Properties, performance and emission characteristics. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 55:1129-1146.

[56] Khan, M. I., Yasmin, T., Shakoar, A. (2015). International experience with compressed natural gas (CNG) as environmental friendly fuel. *Energy Systems*, 6(4):507-531.

[57] Merkisz, J., Dobrzyński, M., Kozak, M., Lijewski, P., Fuć, P. (2016). Environmental Aspects of the Use of CNG in Public Urban Transport. In *Alternative Fuels, Technical and Environmental Conditions*. IntechOpen.

[58] Sahoo, K., Mani, S. (2019). Economic and environmental impacts of an integrated-state anaerobic digestion system to produce compressed natural gas from organic wastes and energy crops. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 115:109354.

[59] de Oliveira, L. K., Diziain, D. (2018). Use of CNG for urban freight transport: Comparisons between France and Brazil. *City Logistics 2: Modeling and Planning Initiatives*, 261-270.

[60] Momin, M. S. A., Dutta, M., Hassan, M. S., Kader, M. G., Iftakher, S. M. (2016, December). Study of LPG (liquefied petroleum gas) and CNG (compressed natural gas) vehicles and it's future aspects. In *Proc. In Int. Conference on Mechanical, Industrial and Energy Engineering (ICMIEE)*, Khulna, Bangladesh.

[61] Yang, Y., Li, T., Qian, F., Zhang, T. (2018, December). Analysis on real-world emissions data of CNG-gasoline bi-fuel taxi. In *Proceedings of the Asia-Pacific Conference on Intelligent Medical 2018 & International Conference on Transportation and Traffic Engineering 2018* (pp. 183-186). ACM.

[62] Wu, C. M., Li, T., Huang, S., Wang, B., Deng, K. Y. (2018, October). Experimental investigations on the cyclic variability of a large bore CNG engine. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 188, No. 1, p. 012040). IOP Publishing.

[63] Le Fevre, C. (2017). *Methane Emissions: from blind spot to spotlight*. The Oxford Institute for Energy Studies, University of Oxford.

**ELEKTRİKLİ TAŞITLARDA KULLANILAN ELEKTRİK MOTORLARININ
KARŞILAŞTIRILMASI****Dr. Öğr. Üyesi Zeliha KAMIŞ KOCABIÇAK**

Bursa Uludağ Üniversitesi

Özet

Elektrikli taşıtlar günümüzde oldukça yaygınlaşan bir teknolojidir ve çevreye karşı dost olmalarından dolayı gün geçtikçe daha yaygın hale gelmektedirler. Teknolojinin gelişimi ile performans açısından da içten yanmalı motorlarla rekabet edebilecek düzeydedirler. Bu performanslarının en önemli etkenlerinden biri elektrik motorlarıdır. Bu çalışmada elektrikli taşıtlarda kullanılan elektrik motorlarının performans özellikleri araştırılmıştır. Özellikle öne çıkan iki farklı yapıdaki motorun detaylı incelemeleri yapılmış, benzer özelliklerdeki iki farklı taşıt ele alınarak bu iki motorun güç ve tork değerleri ile tahrik ve direnç kuvvetleri hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Elektrikli Taşıt, Elektrik Motoru, Tork ve Güç Karakteristikleri

Abstract

Electric vehicles are a developing technology today and their environmental friendliness makes them more and more common. They also challenge internal combustion engines in terms of performance and technology development. One of the most critical factors of this performance is electric motors. Different types of electric motors are used in electric vehicles, and the structure and performance characteristics of each differ. In this study, the efficiency, price, weight and performance characteristics of electric motors used in electric vehicles are compared. When the compared features are evaluated, it is determined that there are two different types of motors. Two different vehicles using these two engines are handled and power and torque values and drive and resistance forces are investigated.

Keywords: Electric Vehicle, Electric Motor, Torque and Power Characteristics

1.Giriş

Ulaşım, her zaman insanlığın en önemli ihtiyaçlarından biri olmuştur. Bunun için üzerinde en çok durulan ulaşım aracı ise kara taşıtlarıdır. Sürekli bir gelişim içinde olan taşıtlar, teknolojinin de gelişimiyle tüketicilere yüksek performans ve konfor sağlayabilir hale gelmiştir.

Sanayi devrimi sonrasında çevre kirliliği hızlı bir şekilde arttığından çevre kirliliği dünyayı ve canlıları olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle özellikle 20. Yüzyılın son çeyreğinden sonra otomotiv sektöründe emisyon değerlerine kısıtlamalar getirilmeye başlanmıştır. Euro emisyon standartlarına uyulmayan taşıtların Avrupa birliği ülkelerinde satışı yasaklanmıştır. Petrol kaynaklı motorların emisyon değerleri, teknoloji ne kadar gelişirse gelişsin tamamen sıfır olmayacaktır. Ayrıca petrol

rezervleri gün geçtikçe de azalmaktadır. Bu da otomotiv üreticilerini alternatif enerji kaynakları ile çalışan taşıtlara yönelmiş ve bu noktada da kolay ve çok çeşitli yollardan üretilebilen enerji olan elektrik enerjisi en popüler olmuştur. İçten yanmalı motorlardan önce bulunan ve taşıtlarda kullanılan elektrik motoru 1930' larda menzil ve performans olarak içten yanmalı motorların çok gerisinde kaldığı için üretimleri durdurulmuştur. İçten yanmalı motora göre en önemli eksik yanının düşük menzil ve uzun şarj süresi olduğu tespit edilen bu teknolojinin eksik yönleri geliştirilmeye başlanmıştır (Karataş ve Pekcan, 2014). Gelişen teknoloji ile birlikte günümüzdeki elektrikli taşıtlar performans ve menzil açısından da içten yanmalı motorlarla rekabet edebilecek düzeye gelmektedir.

Bu çalışmada elektrikli taşıtlarda kullanılan elektrik motorları belirlenmiş, kullanılan motorlar karşılaştırılarak performans özellikleri araştırılmıştır. Günümüzde üretilen benzer yapılardaki farklı türde elektrik motoru kullanan iki farklı taşıt güç ve tork karakteristikleri değerlendirilmiştir.

2. Elektrikli Taşıtlar

Elektrikli taşıtlar bir ya da birden fazla elektrik motoru kullanılarak batarya ve diğer enerji sistemlerinden aldığı enerji ile hareket eden taşıtlardır. Vites kutusu gibi mekanik parçaların sistemden çıkarıldığı bu yeni nesil taşıtlarda genellikle lityum-iyon batarya kullanılmakta ve taşıt son derece sessiz çalışmaktadır. Bunun yanı sıra elektrikli taşıtlar hava kirliliğini ve petrol ve petrol ithali olan ülkelere olan bağımlılığı azaltmaktadır.

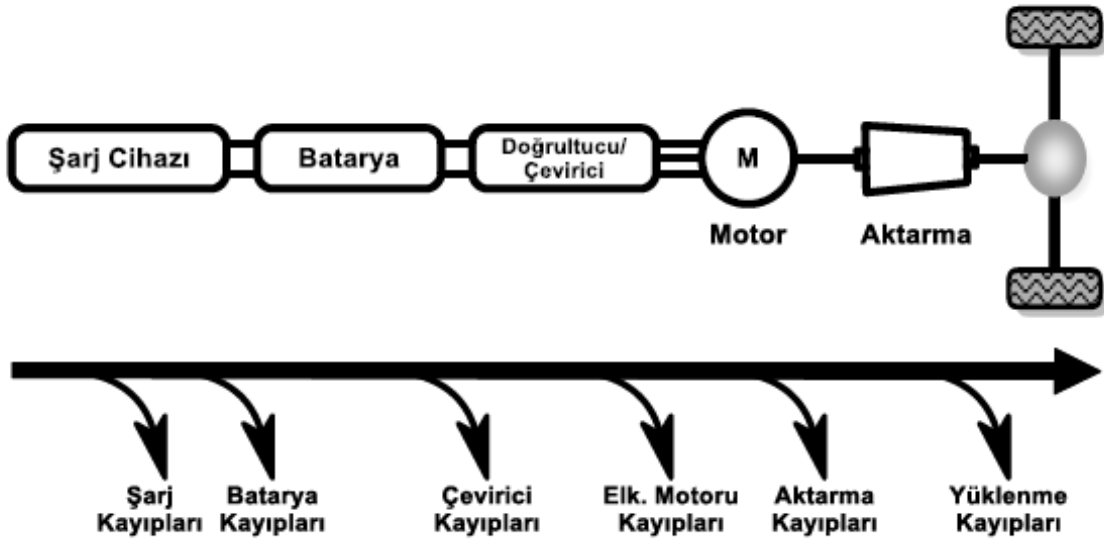
Verimlilikleri her geçen gün artan elektrikli taşıtlar artık minivandan spora, normal binek arabadan elektrikli bisikletlere kadar değişik boyut ve stillerde üretilmektedir. Bu taşıtlarda elektrik motorları ani tork verdiği için taşıtta dengeli hızlanma sağlar. Günümüzde 100 km/h hıza 4 saniyede ulaşabilen ve tam dolu şarjla 350 km' ye kadar yol alabilen elektrikli taşıtlar üretilmeye başlanmıştır.

Elektrikli taşıtlar hibrit ve tümü elektrikli taşıtlar olmak üzere ikiye ayrılır. Hibrit elektrikli taşıt enerjinin iki ya da daha fazla enerji deposundan sağlandığı ve bu enerji depolarından en az bir tanesinin elektrik enerjisi verdiği bir taşıt olarak ifade edilir. Hibrit elektrikli taşıtlar genel olarak enerji dönüşümü, enerji depolama, güç ünitesi ve tahrik sistemlerinden oluşmaktadır. Enerji depolama için başlıca kaynaklar; bataryalar ve süperkapasitörlerdir. Sistemi hibrit yapan güç ünitesi ise genellikle içten yanmalı motorlar, gaz türbinleri ve yakıt pilleridir. Tahrik sistemi ise farklı mimarilere göre değişmekle birlikte sadece elektrik motorundan ya da hem elektrik motorundan hem de içten yanmalı motordan sağlanabilir. Hibrit elektrikli taşıtlar seri, paralel ve seri-paralel yapıları olmak üzere üçe ayrılırlar. Seri-Hibrit elektrikli taşıtlarda içten yanmalı motordan alınan çıkış jeneratör yardımıyla elektrik enerjisine dönüştürülür. Üretilen elektrik enerjisi elektrik motorunu sürebilmekte ve pil paketlerini şarj edebilmektedir. Paralel hibrit elektrikli taşıtlarda taşıt hareketi içten yanmalı motor ve elektrik motoru tarafından aktarma organları ile beraber sağlanmaktadır. Seri-paralel hibrit elektrikli taşıtlarda, seri hibrit elektrikli taşıtlardaki içten yanmalı motorun sahip olduğu en verimli noktalarında çalışabilme özelliği ile

paralel hibrit elektrikli taşıtlardaki avantajlı özelliklerin sentezlenerek bir arada kullanılmaktadır (Kaynak, 2018).

Tümü elektrikli taşıtlarda taşıt hareketi sadece pil paketlerinden sağlanan elektrik enerjisiyle elektrik motorundan sağlanmaktadır. Tümü elektrikli taşıtlarda emisyon açığa çıkmaz ve bu taşıtlar “sıfır emisyonlu taşıtlar” olarak adlandırılır. Elektrik motoru içten yanmalı motora göre daha sessiz çalıştığı için gürültü oluşturmaz ve konforlu bir sürüş sağlar. Elektrik motorunun düşük devirlerde daha yüksek moment oluşturması sayesinde yokuş tırmanma ve ani ivmelenme özellikleri konvansiyonel taşıtlara göre çok daha iyidir. Bu sayede herhangi bir transmisyon oranına gerek duymadan sadece elektrik motorunun akımı kontrol edilerek istenen sürüş konforu sağlanmaktadır. Bunlarla birlikte ekstra mekanik bağlantılar olmadığından bakım maliyetleri düşüktür. Tümü elektrikli taşıt yapısı Şekil 1’ de verilmiştir (Kaynak, 2018).

Tümü elektrikli taşıtlarda tekerlek içinde ve dışında elektrik motorları kullanılmaktadır. Tekerlek içi elektrik motorlarının kullanıldığı taşıtlarda her bir tekerleğin içinde doğrudan tahrikli bir elektrik motoru tekerlek içine gömülmüştür. Ayrıca rejeneratif frenleme her tekerlek birbirinden bağımsız olduğu için çok daha verimli olur. Bu çalışmada tekerlek dışında kullanılan elektrik motorları incelenmiştir.

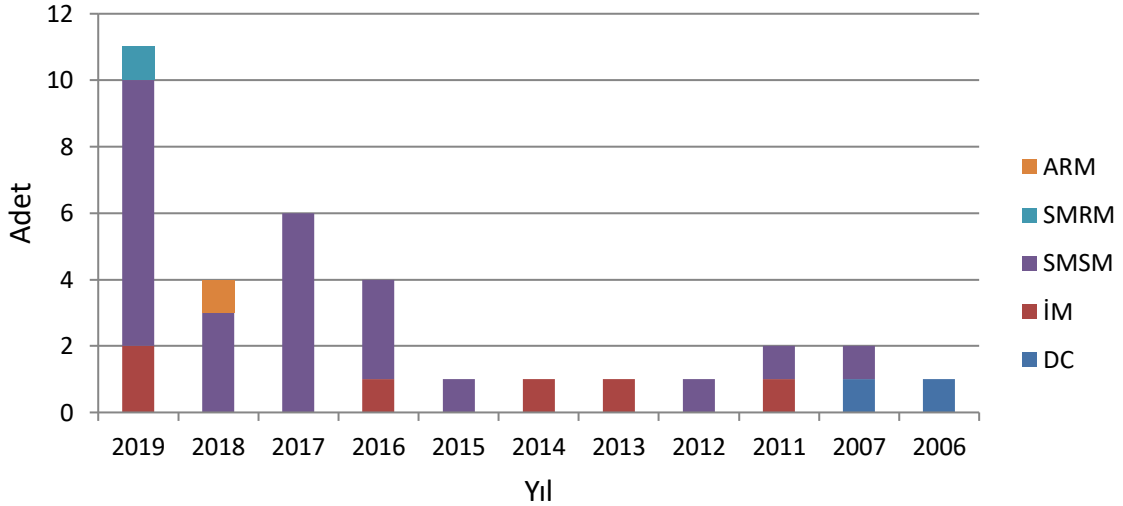


Şekil 1. Tümü Elektrikli Taşıt Yapısı (Kaynak, 2018)

3. Elektrikli Taşıtlarda Kullanılan Elektrik Motoru Tipleri

DC motorlar, indüksiyon motorları (İM), sabit mıknatıslı senkron motor (SMSM) ve anahtarlamalı relüktans motorlar (ARM) elektrikli taşıtlarda kullanılan motorlardır. Bununla birlikte sabit mıknatıslı senkron motorlar ve indüksiyon motorları 2016' dan itibaren elektrikli taşıt üretici firmaları tarafından daha çok tercih edilmektedir.

Şekil 2’ de elektrikli taşıtlarda kullanılan elektrik motoru tiplerinin yıllara göre dağılımı verilmektedir. Bu şekilden görüldüğü gibi 2019 yılında en çok kullanılmış olan motor sabit mıknatıslı senkron motordur (SMSM) ve bu motorun kullanım oranı her geçen yıl giderek artmaktadır. Aynı şekilde 2019 yılında farklı olarak sabit mıknatıslı relüktans motorun (SMRM) da kullanılmış olduğu görülmektedir. Bu motor Tesla tarafından tasarlanmış ve motorda ARM ve SMSM özellikleri bir arada kullanılmıştır.



Şekil 2. Elektrik Motorlarının Yıllara Göre Kullanım Oranları

DC motorlar, elektrikli taşıtlarda kullanılan en basit sisteme sahip motorlardır. Temel olarak stator ve rotordan oluşur fakat türüne göre fırçalı ya da fırçasız olabilir. Fırça ile kollektör arasında oluşan sürtünme neticesinde zamanla meydana gelen aşınma ve rotor içinde üretilen ısının motordan uzaklaştırılamaması nedeni ile fırçalı tip elektrik motorları elektrikli taşıtlarda tercih edilen bir elektrik motoru tipi değildir. Elektrikli taşıtlarda fırçasız DC motorlar kullanılmış olmakla birlikte, son yıllarda DC motorlar elektrikli taşıtlarda tercih edilen bir motor türü olmamıştır.

İndüksiyon motorlar (İM) yapısının basit ve ucuz oluşu, elektrik enerjisinin üç fazlı alternatif akım şeklinde üretimi, dağıtımını nedeniyle elektrikli taşıtlarda en yaygın kullanılan motorlardan biridir. Tek fazlı ya da 3 fazlı olarak üretilirler. Yük altında devir sayıları çok değişmez ve kolayca kontrol edilebilirler (URL 1).

Anahtarlamalı relüktans motor (ARM) sadeliği, sağlam motor yapısı ve dönüştürücü devresi nedeniyle elektrikli taşıtlarda tercih edilmektedir. Rotorda mıknatıs ve sargı bulunmaması, basit kontrol, kolay soğutma, yüksek güvenilirlik, düşük imalat maliyeti, düşük bakım gerekliliği, hızlı tork tepkisi, son derece hızlı çalışma ve hızlanma özelliklerine sahiptir. Mıknatıslanma olmaması nedeniyle yüksek sıcaklıklarda çalışabilir. Uygun tork-hız karakteristiklerine sahiptir (URL 1).

Elektrikli taşıtlar için belirli bir tork ve güç değeri için minimum boyut ve ağırlık genellikle sabit mıknatıslı senkron motorlar (SMSM) ile elde edilir ve bu elektrikli taşıtlarda en çok tercih edilen elektrik motorlarıdır. Yüksek verimlilik, yüksek tork-güç yoğunluğu, yüksek tork atalet oranı, diğer elektrik motorlarına göre daha küçük boyut, hafiflik, düşük gürültü nedeniyle elektrikli taşıtlarda kullanılan en popüler elektrik motorlarıdır. SMSM' de oluşan kayıplar çoğunlukla statorda meydana gelen demir kayıplarıdır. Stator bir soğutma sistemi tarafından kolayca soğutulabildiği için demir kayıpları minimuma indirilebildiğinden güç yoğunluğu ve verimlilik asenkron motora göre daha yüksektir (URL 1).

4.Elektrikli Taşıtlarda Kullanılan Elektrik Motorlarının Karşılaştırılması

Bu bölümde elektrikli taşıtlarda daha yaygın olarak kullanılan indüksiyon motoru (İM), anahtarlamalı relüktans motor (ARM) ve sabit mıknatıslı senkron motorlar (SMSM) güç yoğunluğu, verim, kontrol edilebilirlik ve maliyet açısından karşılaştırılacaktır.

Sabit mıknatıslı senkron motorda 2000 devir ve 50 Nm tork aralığında en yüksek verim değeri yaklaşık olarak %97' dir. İndüksiyon motorunda bakır kayıplarının yüksek devirlerde azalmasından dolayı 3000 devir ve üstünde en yüksek verim değeri (yaklaşık %96) elde edilir. Ancak düşük hızlarda ve torkun maksimum olduğu bölgede ise verim %60'lara kadar düşmektedir. Anahtarlamalı relüktans motorunda ancak 3800 devir ve sonrasında maksimum verim değerlerine (yaklaşık %95) ulaşılmakta ve yüksek devirde çalışan taşıtlar için avantajlı olmaktadır (Yang ve Brown, 2015).

Elektrik motoru seçiminde en önemli faktörlerden biri de motorun maliyetidir. En düşük maliyetli motor anahtarlamalı relüktans motordur. Rotorunda sargı ve mıknatıs bulunmadığı için bakır ve mıknatıs maliyeti yoktur. İndüksiyon motorunda mıknatıs olmamasına rağmen bakır maliyeti yüksektir. En yüksek maliyetli motor ise mıknatıslarından dolayı sabit mıknatıslı senkron motordur (Dorrell ve diğerleri, 2010).

Üç motor tipi arasında ağırlıklar kıyaslandığında en ağır motor indüksiyon motoru ve en hafif motor ise anahtarlamalı relüktans motordur. ARM rotorunda sargı bulunmaması ağırlık olarak bir avantaj sağlamaktadır (Yang ve Brown, 2015).

Tüm kriterler göz önünde bulundurularak üç motorun karşılaştırılması Çizelge 1' de verildiği gibi yapılmıştır. Karşılaştırmada 1 ile 5 arasında puan verilmiş daha iyi olan özellik 5 ile gösterilmiştir. Çizelge incelendiğinde; sabit mıknatıslı senkron motor (SMSM), maliyet haricinde diğer özellikler açısından en iyi değere sahiptir. Maliyet açısından indüksiyon motoru (İM) daha avantajlıdır. Bu nedenle yüksek performans SMSM ve ekonomik bir motor için ise İM tercih edilmelidir. Motor kontrol mekanizmaları geliştirilirse anahtarlamalı relüktans motorlar da elektrikli taşıtlarda tercih edilebilir.

Çizelge 1. Elektrik motorlarının özelliklerinin puanlanması

Motor tipi	İM	ARM	SMSM
Güç hassasiyeti	4	4	5
Verim	4	4	5
Kontrol edilebilirlik	4	3	5
Maliyet	5	4	4
Toplam	17	15	19

4.1.İM ve SMSM için Tork ve Güç Karakteristikleri

Çizelge 1’ den de görüldüğü gibi indüksiyon motorları (İM) ve sabit mıknatıslı senkron motorlar (SMSM) elektrikli taşıtlar için en uygun karakteristik özelliklere sahip motorlardır. Bu bölümde Çizelge 2’ de verilen yakın özelliklerde ve bu iki motoru kullanan farklı firmaya ait iki taşıt ele alınarak motorların güç ve tork karakteristikleri karşılaştırılacaktır.

Elektrik motorlarının belirli sabit tork ve sabit güç bölgeleri vardır. Motor ilk çalıştırıldığında belli bir devire kadar sabit tork üretir. Bu sırada (1) nolu denkleme göre güç değişken olarak artar. Sabit tork bölgesi sonunda ise sabit güç bölgesi başlar. Tork değeri (2) nolu denkleme göre azalırken belli bir devir aralığında güç sabit kalır.

$$P=T_{\max} \omega_{em} \eta_{em} \quad (1)$$

$$T=\frac{P_{\max}}{\omega_{em}} \eta_{em} \quad (2)$$

$$\omega_{em} = \frac{2\pi n_{em}}{60} \quad (3)$$

Burada T_{\max} : maksimum motor torku (Nm), n_{em} : elektrik motoru devri, ω_{em} : elektrik motoru açısal hızı, P_{\max} : maksimum motor gücü, η_{em} : elektrik motoru verimidir.

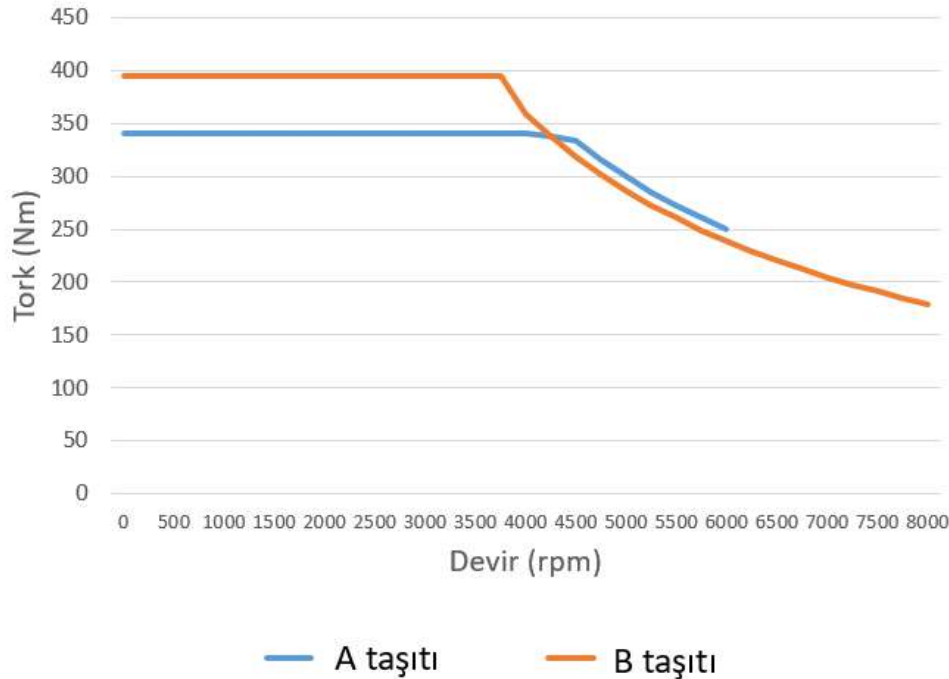
Çizelge 2. İki taşıta ait özellikler

Taşıt Özellikleri	A taşıtı (İM)	B taşıtı (SMSM)
Aracın kütlesi m (kg)	1730	1748
Ön alanı A_f (m ²)	2,60	2,60
Yuvarlanma direnci c_{r0}	0,006	0,006
Lastik yarıçapı R_t (m)	0,40	0,43
Hava yoğunluğu ρ (kg/m ³)	1,20	1,20
Dişli oranı i_a	8,10	8,20
Aktarma verimi η_a	0,96	0,96

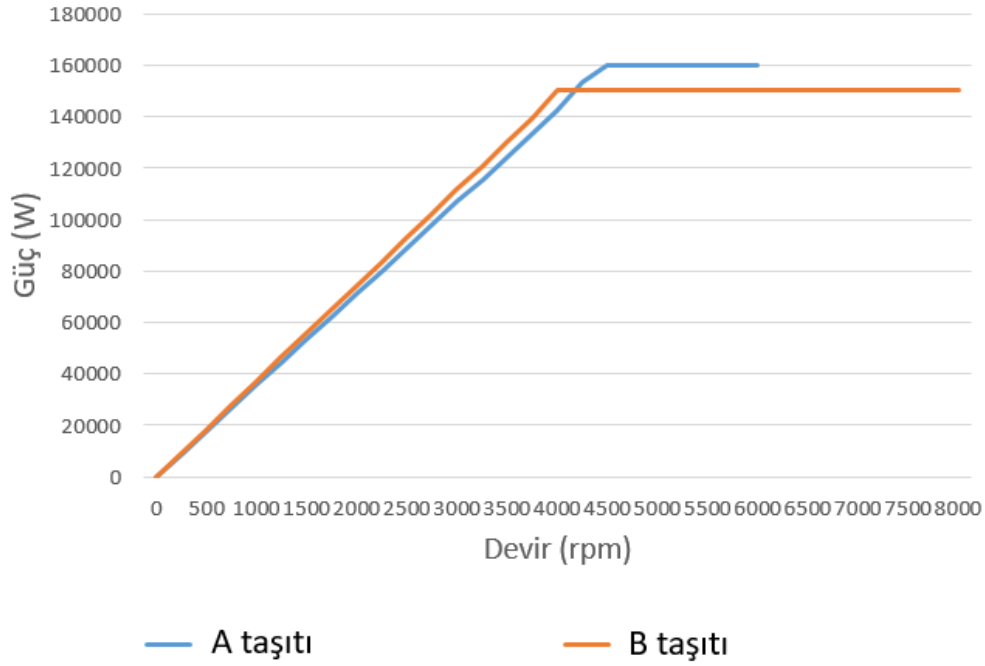
Güç P (kW)	160	150
Tork T (Nm)	340	395
Maximum tork (rpm)	4000	3800
Maximum güç (rpm)	4600 - 5800	3800 - 8000

1 ve 2 nolu denklemler kullanılarak A ve B taşıtlarında kullanılan indüksiyon motoru (İM) ve sabit mıknatıslı senkron motor (SMSM) için tork ve güç karakteristikleri sırasıyla Şekil 3 ve Şekil 4’ te elde edilmiştir. Bu şekillerden görüldüğü gibi SMSM, İM’ ye göre sabit tork bölgesi daha kısa ancak sabit güç bölgesi daha uzundur. SMSM’ de tork bölgesinin kısa olması maksimum güç bölgesine daha hızlı ulaşılmasını sağlar. Bununla birlikte indüksiyon motorunun sabit tork, sabit güç geçişleri aynı devirlerde gerçekleşmemekte bu da motorun kontrol stratejisini daha karmaşık hale getirmektedir. Sabit mıknatıslı senkron motorda ise sabit tork ve sabit güç geçişi aynı devirde olmakta bu da daha net bir motor karakteristiği sağladığından motorun kontrol edilebilirliği daha kolay olmaktadır. Ayrıca sabit mıknatıslı senkron motorun daha yüksek bir çıkış devrinin olması taşıtın daha iyi bir ivmelenmeye sahip olmasını sağlar. İlk kalkış performansını arttırır. Böylece çok sık dur kalk yapılan şehir içi sürüş için sabit mıknatıslı senkron motor daha avantajlı olmaktadır.

Güç devir grafiğinde ise indüksiyon motorunun daha yüksek güç seviyelerine çıkabildiği görülmektedir. Bunun sebebi ise mıknatısların yüksek devirlere çıkıldıkça mıknatıs özelliklerini kaybetmesidir. İndüksiyon motorları yüksek devirde çalışan ve daha fazla güç ihtiyacı olan taşıtlar için uygundur. Ayrıca indüksiyon motorlarının maliyeti daha düşüktür.



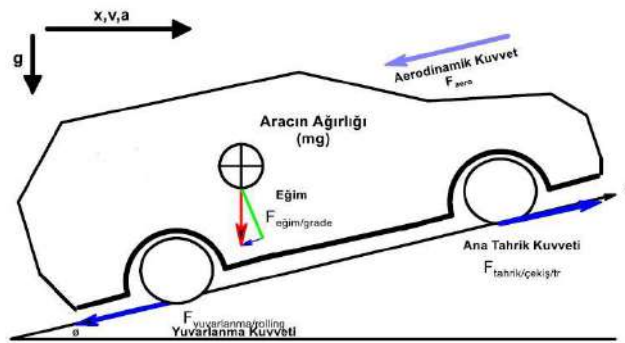
Şekil 3. İki Aracın Tork Değerlerinin Kıyaslanması



Şekil 4. İki Aracın Güç Değerlerinin Kıyaslanması

4.2. İM ve SMSM' li taşıtın tahrik ve direnç kuvvetleri

Bir taşıtı hareket ettirmek için belirli bir tahrik kuvvetine (F_{tahrik}) ihtiyaç duyulur. Bu tahrik kuvveti hibrit taşıtlarda elektrik motoru veya içten yanmalı motorla, elektrikli taşıtlarda ise elektrik motoruyla karşılanır. Aracın hareket edebilmesi için bir grup dirençleri yenmesi ($F_{\text{direnç}}$) gerekir. Dirençler, hareket yönüne ters karşı bir kuvvet oluşturarak aracın hareketini engellemeye çalışır. Bu dirençler hareket boyunca etki ettiği için göz ardı edilemezler. Direnç kuvvetleri Şekil 5' te gösterildiği gibi lastik yuvarlanma direnci ($F_{\text{yuvarlanma}}$), aerodinamik sürtünme direnci (F_{aero}) ve son olarak eğimden dolayı meydana gelen direnç (F_{egim}) kuvvetlerinden oluşur. Yuvarlanma direnci taşıt hareket halinde olduğu sürece daima etkilidir. Aerodinamik sürtünme kuvveti ise hızın karesiyle orantılı olarak artar.



Şekil 5. Taşıta Etki Eden Kuvvetler (Gannt ve diğerleri, 2011)

Newton' un 2. Hareket yasasına göre tahrik motoru karşı direnç kuvvetlerini yendikten sonra taşıtı ivmelendirir. Bu kuvvetler aşağıdaki denklemlerde verilmektedir (Gannt ve diğerleri, 2011).

$$\sum \vec{F} = m\vec{a} \quad (4)$$

$$F_{\text{tahrik}} - F_{\text{direnç}} = ma$$

$$F_{\text{direnç}} = F_{\text{aero}} + F_{\text{yuvarlanma}} + F_{\text{eğim}} \quad (5)$$

$$F_{\text{yuvarlanma}} = c_{r0}mg + c_{r1}mgv \quad (6)$$

$$F_{\text{aero}} = \frac{1}{2} \rho C_D A_f v^2 \quad (7)$$

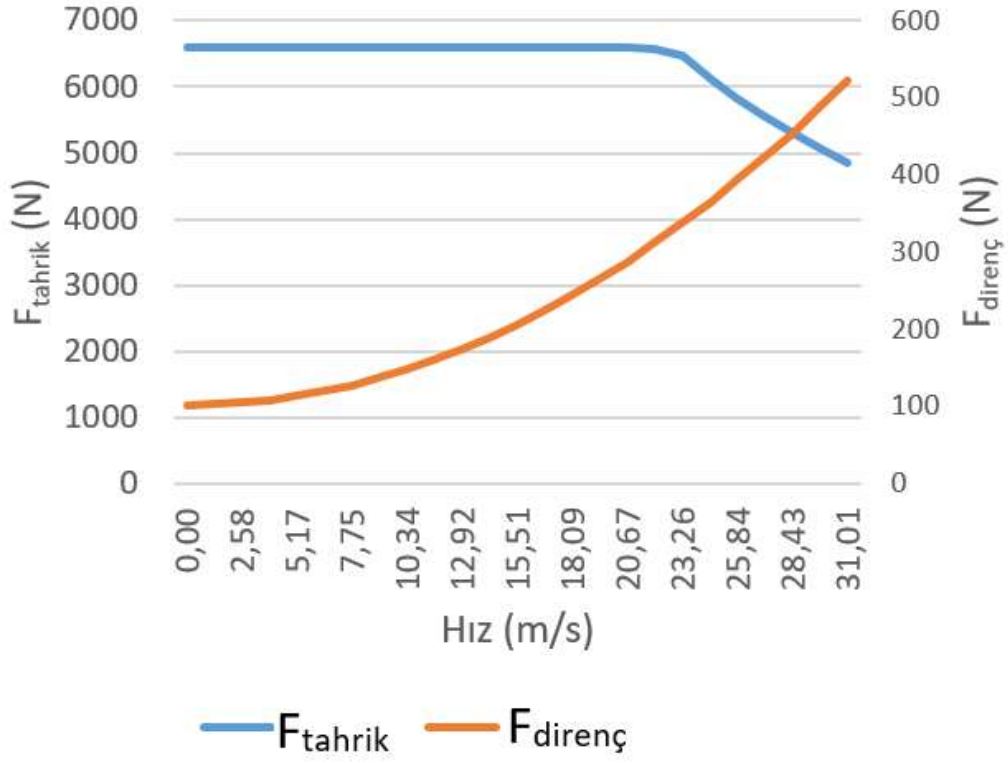
$$F_{\text{eğim}} = mgsin(\phi) \quad (8)$$

Burada; c_{r0} : yuvarlanma direnci statik katsayısı, c_{r1} : yuvarlanma direnci hareketli katsayısı, m : taşıt kütlesi (kg), v : taşıt hızı (m/s), ρ : havanın yoğunluğu (kg/m^3), C_D : sürüklenme katsayısı, A_f : taşıtın etkin yüzey alanıdır (m^2).

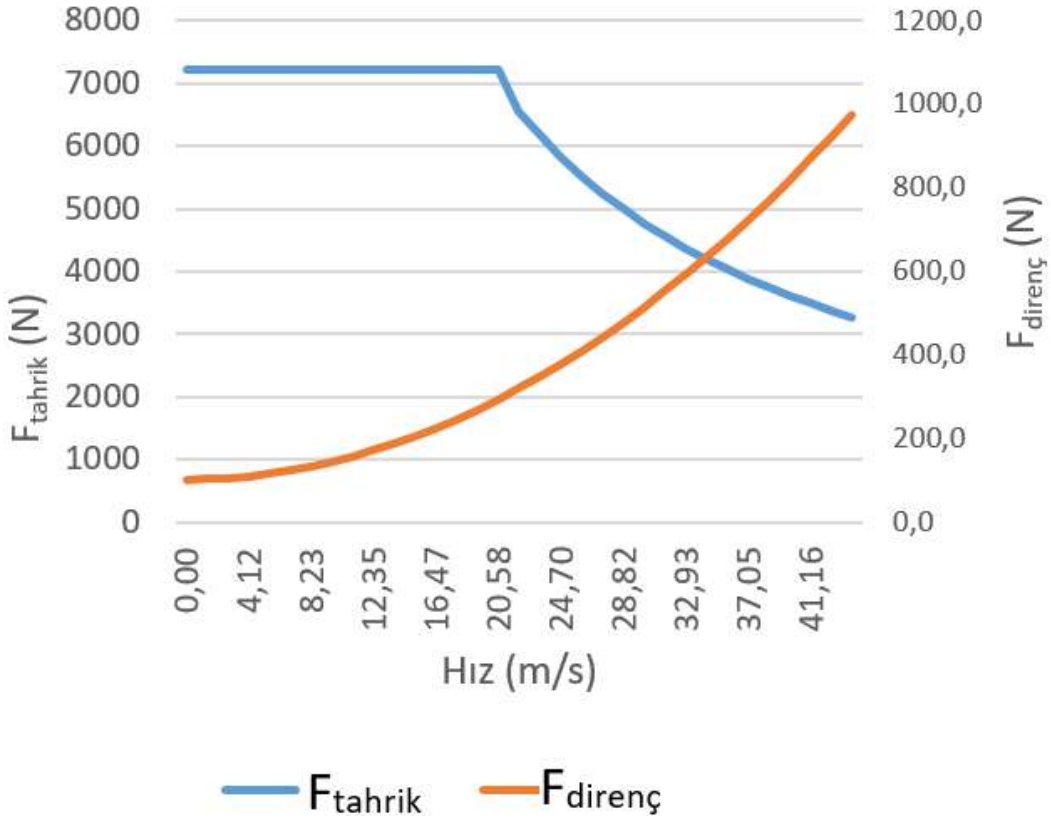
Taşıtı hareket ettirmek için gerekli olan tahrik kuvveti (F_{tahrik}), tork (T), aktarma oranı (i_a), aktarma oranı verimi (η_a) ve lastik yarıçapına (R_t) bağlı olarak aşağıdaki formülle hesaplanabilir:

$$F_{\text{tahrik}} = \frac{T_i \eta_a}{R_t} \quad (9)$$

Şekil 6' da İM kullanan A taşıtı için ve Şekil 7' de SMSM kullanan B taşıtı için tahrik ve direnç kuvvetlerinin değişimi taşıt hızına bağlı olarak elde edilmiştir. Şekil 6 ve 7 değerlendirildiğinde net kuvvetin sabit miktardaki senkron motora sahip taşıtta daha yüksek olduğu ve bu nedenle bu taşıtın ivmelenme performansının daha iyi olacağı söylenebilir. Bununla birlikte tahrik kuvveti torka bağlı olarak değiştiği için belli bir hıza kadar sabittir. Daha sonra tork düşüşü ile beraber tahrik kuvveti de azalır. Tahrik kuvvetinin değeri taşıtta kaç kademeli bir dişli sisteminin kullanılacağını belirler. 6000 N ve üstü tahrik kuvvetine sahip bir taşıt yeterli güç üretebileceği için tek kademeli bir dişli sistemi kullanılabilir. Böylece transmisyon sistemi basitleştirilir ve ağırlıktan kazanç sağlanmış olur.



Şekil 6. İM kullanan A Taşıtı Tahrik ve Direnç Kuvveti Grafiği



Şekil 7. SMSM Kullanan B Taşıtı Tahrik ve Direnç Kuvveti Grafiği

Sonuç

Yapılan çalışmada elektrikli taşıtlarda kullanılan elektrik motorlarının karşılaştırılması yapılmıştır. Özellikle son yıllarda kullanılan elektrik motor tipleri kıyaslanmıştır. Araştırmalar sonucunda elektrikli taşıtlarda kullanılan elektrik motorlarının indüksiyon motoru, sabit mıknatıslı senkron motor, anahtarlamalı relüktans ve dc motor olduğu belirlenmiştir. Fakat son yıllarda indüksiyon motoru ve sabit mıknatıslı senkron motorun öne çıktığı görülmüştür. Çalışmanın devamında bu iki motorun performans özellikleri hesaplanarak kıyaslanmıştır. Bunun sonucunda ise indüksiyon motorlarının daha yüksek güç seviyelerine çıkabildiği görülmüştür. Sabit mıknatıslı senkron motor ise indüksiyon motoruna göre daha yüksek devirlere çıkabilmektedir ve sabit güç bölgesi ve sabit tork bölgesi geçişlerinin daha iyi olduğu görülmüştür. Ayrıca birbirine yakın özelliklerdeki İM ve SMSM kullanan iki taşıt için güç ve tork karakteristikleri incelenmiştir.

Kaynaklar

[1] Karataş İ., Pekcan M. (2014) “Elektrikli Taşıt Tasarımı”, Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi, Ankara. Lisans Tezi.

[2] Kerem, A. (2014) “Elektrikli Araç Teknolojisinin Gelişimi ve Gelecek Beklentileri”, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 5, 1, pp.1-13.

[3] Kaynak Ş. (2018) “Elektrikli Araçlarda Enerji Kayıpları ve Rejeneratif Frenleme Analizi”, Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Elektrik Mühendisliği Bölümü, Lisans Tezi.

[4] Yang Z., Brown I. (2015). “Comparative Study of Interior Permanent Magnet, Induction, and Switched Reluctance Motor Drives for EV and HEV Applications”, *IEEE Transactions on Transportation Electrification*, 1, 3, pp. 245-254.

[5] Jape S., Thosar A. (2017) “Comparison of Electric Motors for Electric Vehicle Application”, *International Journal of Research in Engineering and Technology*, 6, 9, pp. 12-17.

[6] Hashemnia N., Asaei B. (2008) “Comparative Study of Using Different Electric Motors in the Electric Vehicles”, *Proceedings of the 2008 International Conference on Electrical Machines*, İran, pp. 1-5.

[7] Zeraoulia M., Benbouzid M., Diallo D. (2010) “Electric motor drive selection issues for HEV propulsion systems: A comparative study”, *IEEE Transactions On Vehicular Technology*, 55, 6, pp. 1756-1764.

[8] Santiago J., Bernhoff H., Ekergard B. (2012) “Electrical Motor Drivelines in Commercial All Electric Vehicles: A Review”, *IEEE Transactions On Vehicular Technology*, 61, 2, pp. 475-484.

[9] Yıldırım M., Polat M., Kürüm H. (2014) “A Survey on Comparison of Electric Motor Types and Drives Used for Electric Vehicles”, *16th International Power Electronics and Motion Control Conference and Exposition*, 21-24 Sept 2014, Antalya, pp. 218-223.

[10] Karamangil M. İ. (2019) “Elektrikli ve Hibrid Araçlar”, Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Otomotiv Mühendisliği Bölümü, Ders notları.

[11] Gannt L. R. (2011) “Energy Losses for Propelling and Braking Conditions of an Electric Vehicle”. The State University, Mechanical Engineering Department, MSc Thesis.

[12] Dorrell D., Knight A., Popescu M. (2010) “Comparison of Different Motor Design Drives for Hybrid Electric Vehicles”, 2010 IEEE Energy Conversion Congress and Exposition, 12-16 Sept. 2010, Atlanta, GA, USA, pp. 3352-3359.

[13] URL1: <https://www.elektrikport.com/teknik-kutuphane/elektrikli-araclarda-kullanilan-motorlar-ve-ozellikleri/21929#ad-image-0>, 02.03.2020.

**MEVCUT AKILLI ULAŞIM AĞINA AKILLI BISIKLET SİSTEMİNİN
ENTEĞRE EDİLMESİ; ANKARA KENTİ ÖRNEĞİ****Enes SADIOĞLU**

Gazi Üniversitesi

Doç. Dr. Hayri ULVİ

Gazi Üniversitesi

Özet

Sanayi devrimi sonrasında kırsal alandan kentsel alana gerçekleşen kontrolsüz göçlerle birlikte küreselleşme, şehirleşme ve iklim değişiklikleri sorunları ortaya çıkmıştır ve 21. yy'de bilim ve teknoloji alanında yaşanan gelişmelerle birlikte küreselleşme, şehirleşme ve iklim değişiklikleri sorunlarına “akıllı kent” adıyla bazı çözümler üretilmeye başlanmıştır. Akıllı kent bileşenlerinden olan akıllı ulaşım sistemi, literatürde kent içi ulaşımında olumsuz çevresel etkileri azaltacak şekilde hareketliliği artırarak güvenli ulaşımı destekleyen bilgi ve iletişim teknoloji uygulamaları şeklinde tanımlanmaktadır. Ayrıca sağlıklı, ekonomik, hızlı, eğlenceli ve çevre dostu bir ulaşım türü olan bisiklet ulaşımı da kent içi ulaşımında yaşanan sorunlara etkili bir çözüm yoludur ve özellikle kısa mesafeler için motorlu taşıtların yerini alma potansiyeline sahip olan bisiklet toplu taşıma ile entegre edilmesi durumunda akıllı ulaşım konseptine uygun düşmektedir.

Bu çalışmada Dünya’da ve Türkiye’de akıllı ulaşım sistemlerinin ve kent içi ulaşımında bisiklet kullanımının bugünkü durumuyla ilgili genel değerlendirmeler yapılmıştır ve çalışmaya konu Ankara’da kentinde kent içi ulaşım ve kent içi ulaşımında bisiklet kullanımına ilişkin bilgiler verilmiştir.

Ankara kentinde kent içi ulaşımında bisiklet kullanımının artırılmasına ve bisikletin toplu taşıma ile entegrasyonunun sağlanmasına yönelik bazı çalışmalar yapılmıştır ve bu kapsamda Ankara Büyükşehir Belediyesi tarafından 6 adet bisiklet güzergahı önerilmiştir. Ankara Büyükşehir Belediyesi tarafından önerilen 6 adet bisiklet güzergahından biri olan Optimum AVM ile Göksu park arasında hizmet vermesi planlanan Eryaman 2 bisiklet güzergahına yakın mesafede ikamet eden kişiler ile bisiklet kullanım durumları ve bisiklet kullanımını engelleyen fiziksel ve sosyal faktörler ile önerilen bisiklet güzergahı ve güzergahın kent içi ulaşımında aktif kullanılması için yapılması gereken fiziksel ve yönetsel düzenlemeler ile ilgili soruların yer aldığı anket çalışması yapılmıştır. Yapılan anket çalışması sonucunda bisiklet kullanımı için uygun fiziksel ve yönetsel düzenlemelerin olması durumunda hem kent içi ulaşım da hem de sağlık/spor amaçlı bisiklet kullanımının artacağı sonucuna ulaşılmıştır ve Eryaman 2 bisiklet güzergahının kent içi toplu taşıma sistemi ile entegre edilebilmesi için hedef ve stratejiler belirlenmiş ve proje önerilerinde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Kentsel Tasarım, Ulaşım Planlaması, Bisiklet Ulaşım, Akıllı Bisiklet sistemi, Yaya Alanları.

INTEGRATING THE SMART BIKE SYSTEM TO THE CURRENT SMART
TRANSPORT SYSTEM; EXAMPLE ANKARA CITY**Abstract**

With the uncontrolled migration from rural to urban areas after the industrial revolution, globalization, urbanization and climate change problems emerged, and along with the developments in the field of science and technology in the 21st century, some solutions have been produced for the problems of globalization, urbanization, and climate changes. The intelligent transportation system, which is one of the smart city components, is defined in the literature as information and communication technology applications that support safe transportation by increasing mobility in order to reduce negative environmental effects in urban transportation. Also, bicycle transportation, which is a healthy, economical, fast, fun and environmentally friendly type of transportation, is an effective solution for the problems in urban transportation, and it is suitable for smart transportation concept, especially if it is integrated with public transportation, which has the potential to replace motor vehicles for short distances.

This study was carried out general assessments about the current state of the intelligent transport systems in the world and Turkey and urban transport in bicycle use and urban in urban issues in Ankara study transport and are given information regarding the use of bicycles in urban transport.

In Ankara city, some studies have been carried out to increase the use of bicycles in urban transportation and to ensure the integration of bicycles with public transportation, and 6 bicycle routes have been proposed by Ankara Metropolitan Municipality. Eryaman 2, which is planned to serve between Optimum Shopping Mall, which is one of the 6 bicycle routes recommended by Ankara Metropolitan Municipality, and Göksu park. A questionnaire including questions about physical and managerial arrangements to be used for active use was conducted. As a result of the survey study, if there are suitable physical and managerial arrangements for bicycle use, it has been concluded that the use of bicycles for both urban transportation and health/sports purposes will increase, and targets and strategies have been determined and the project has been determined to integrate the Eryaman 2 bicycle route with the urban public transportation system. Then suggestions were made.

Keywords: Urban Design, Transportation Planning, Bicycle Transportation, Smart Bicycle System, Pedestrian Areas.

1. Giriş

18. Yüzyılda dünya nüfusunun tarımla uğraşan büyük bir kısmı kırsal alanda ve %5'i de kentlerde yaşamaktaydı. Sanayi devrimi sonrasında kırsal alandan kentsel alana kontrolsüzce gerçekleşen göçlerin de etkisiyle kent nüfusu hızla artarak 2014 yılı itibariyle dünya nüfusunun yarısından fazlasına ulaşmıştır. Birleşmiş milletler 2014 yılı verilerine göre dünya nüfusunun %55'i kentlerde yaşamaktadır ve bu oran gün geçtikçe artmaktadır. [1, 2]. Kırsal alandan kentsel alana gerçekleşen kontrolsüz

göçlerle birlikte acil çözüm bekleyen 21. Yüzyılın en önemli sorunları olarak sıralanan küreselleşme, şehirleşme ve iklim değişiklikleri sorunları ortaya çıkmıştır. [3]. İçinde bulunulan bilgi çağında küreselleşme, şehirleşme ve iklim değişiklikleri sorunlarına “akıllı kent” adıyla bazı çözümler üretilmektedir. [4].

Akıllı kent kavramına ilişkin genel kabul görmüş net bir tanımlama olmamasına karşın, akıllı kent kavramının bilgi iletişim teknolojileri vasıtasıyla çoklu bir paydaş grubun sorunlarına değinmeyi ve bu sorunlara çözüm üretmeyi amaçlayan bir anlayış olarak tanımlanması mümkündür. [5]. Akıllı kentler birbiri ile bağlantılı olarak çalışan çeşitli alt sistemlerden oluşmakta ve akıllı şehir sistemini oluşturan her alt sistem bilgi üretirken diğer sistemlerin ürettiği bilgileri de analiz edebilmektedir. Bu alt sistemlere dair net bir adlandırma olmamakla birlikte genel kullanımlara göre akıllı ekonomi, akıllı insan, akıllı yönetim, akıllı yaşam, akıllı çevre ve akıllı ulaşım olmak üzere 6 ana bileşen olarak sınıflandırılmaktadır. [6]. Akıllı kentlerin ana ve alt bileşenleri Şekil 1’de verilmektedir.

AKILLI EKONOMİ Yenilikçi Ruh Girişimcilik Şehir İmajı Üretkenlik İş Gücü Piyasası Uluslararası Uyum	AKILLI YÖNETİŞİM Politik Farkındalık Kamusal ve Özel Hizmetler Verimli ve Şeffaf Yönetim	AKILLI ÇEVRE Hava Kalitesi Ekolojik Farkındalık Sürdürülebilir Kaynak Yönetimi
AKILLI İNSAN Eğitim Hayat Boyu Öğrenme Düzeyi Sosyal ve Etnik Çeşitlik Açık Akıl	AKILLI YAŞAM Barınma Olanakları Sağlık Olanakları Eğitim Olanakları Kültürel Olanaklar Turizm Olanakları Kişisel Güvenlik Sosyal Dayanışma	AKILLI HAREKET Yerel Erişebilirlik Uluslararası Erişebilirlik BİT Altyapısı Sürdürülebilir Ulaşım Sistemleri

Şekil 1 Akıllı Kent Bileşenleri. [7].

Bilgi ve iletişim teknolojileri kullanılarak verimlilik artışı, e-ticaret, ileri üretim ve tedarik sistemleri, akıllı kümelenmeler ve iş ekosistemleri ile yaşayan laboratuvarlar gibi uygulamalar, akıllı ekonomi bileşeni kapsamında değerlendirilmektedir. Akıllı insan bileşeni kapsamında bireylerin bilgi ve iletişim teknolojileri kullanma ve üretme becerilerinin geliştirilmesiyle inovasyonu özendirici kapsayıcı bir toplum oluşturulması hedeflenmektedir. Akıllı yönetim bileşeni kapsamında birlikte çalışabilir bilgi ve iletişim teknolojileri çözümleriyle toplumun farklı paydaşları arasında etkin ve etkili bir iletişim oluşturulması sağlanmaktadır. Bilgi ve iletişim teknolojileriyle bireylerin yaşamının kolaylaştırılması ve kent sakinlerine sağlıklı ve güvenilir bir ortam sağlanması akıllı yaşam bileşeni kapsamında yapılmaktadır. [8].

Akıllı çevre bileşeni enerjinin üretilmesi ve kullanıcının tüketimine sunulması sürecini optimize etmeyi ve böylece verimliliği artırmayı, maliyetleri ve çevresel etkileri azaltmayı amaçlamaktadır. [9]. Akıllı ulaşım bileşeni genel anlamda bilgi ve iletişim teknolojileri destekli entegre ulaşım sistemlerini içermektedir. gerçek zamanlı

trafik bilgisinin üretilip yolcular, sürücüler ve operatörlerle paylaşılması akıllı ulaşım bileşeni kapsamındaki öncelikli konuların başında gelmektedir. [8].

Akıllı ulaşım sistemleri mevcut yol kapasitelerinin optimum kullanımı, çevreye verilen zararın azaltılması, trafik güvenliğinin artırılması ve yolculuk sürelerinin azaltılması gibi amaçlar doğrultusunda geliştirilen kullanıcı-araç-altyapı-merkez arasında çok yönlü veri alışverişi ile izleme, ölçme, analiz ve kontrol içeren sistemlerdir. [10].

Akıllı ulaşım sistemlerinin ilk uygulamaları 1960'lı yılların sonunda ve 1970'li yıllarda görülmeye başlamıştır. Akıllı ulaşım sistemleri gelişim süreci tarihinde birinci evre olarak adlandırılan bu dönemde 1969'da ABD'de Elektronik Rota Kılavuzlama Sistemi, Japonya'da 1973'de Kapsamlı Otomobil Kontrol Sistemi ve Almanya'da 1974'de Sürücü Radyo Yayını Bilgilendirme Sistemi isimli rota klavuzlama sistemleri hakkında çalışmalar yapılmıştır. [11].

Başlangıçta otoyollarda işletme kaynaklı problemlerin çözülmesi ve hizmet kalitesinin yükseltilmesi amacıyla kullanılan akıllı ulaşım sistemleri zaman içinde kentiçi yaya ve sürücü, havaalanı, metro ve liman bilgilendirme sistemlerinde de kullanılmaya başlamıştır. [12]. Günümüzde akıllı ulaşım sistemleri; trafik kontrol ve yönetim sistemleri, sürücü destek ve güvenlik sistemleri, kaza ve acil durum sistemleri, elektronik geçiş ücreti toplama sistemleri, akıllı toplu taşıma sistemleri ve yolcu bilgilendirme sistemleri gibi alanlarda kullanılmaktadır. Trafik kontrol ve yönetim sistemlerinin trafik bilgilerinin toplanması, işlenmesi ve sunulması olmak üzere üç aşaması bulunmaktadır. [13]. Trafik bilgilerinin toplanması aşamasında, yollardaki trafik sıkışıklığı durumu, ortalama yolculuk süreleri, konum ve müsaitlik durumu içeren otopark bilgisi gibi veriler toplanmaktadır ve toplanan bu veriler iletişim hatları aracılığıyla eşzamanlı olarak trafik bilgileri işleme merkezine gönderilmektedir. Trafik bilgileri işleme merkezine gönderilen tüm veriler; trafik sıkışıklığı durumuna göre kırmızı/yeşil ışık aralıklarının kontrolü, merkezi görüntü panosunda trafik sıkışıklığı durumunun görüntülenmesi, trafik kazalarının yeri ve trafiğe kapatılan yolların görüntülenmesi şeklinde işlenmektedir. Trafik bilgileri işleme merkezinde işlenen veriler; trafik sinyalleri, sürücülerin araç radyolarından erişebildikleri radyo kanalları ve telefonla trafik bilgilendirme servisi aracılığıyla sürücüler ile paylaşılması trafik bilgilerinin sunumu aşamasında gerçekleşmektedir. [14]. Park sensörleri ve çeşitli çarpma uyarı sistemleri, seyir halinde çarpışma önleyici sistemler, şerit ihlali uyarı sistemleri, kör nokta izleme sistemleri, ileri far sistemleri, gece görüşü yardımı gibi çeşitli uygulamalar sürücü destek ve güvenlik sistemleri kapsamında değerlendirilmektedir. [15]. Çok yoğun yollarda kullanılan kameralı izleme ve yanlış tespit yapılmasının önüne geçen çapraz eşleştirme uygulamaları, orta yoğunluklu yollarda kullanılan kameralı izleme ve otomatik uyarı uygulamaları ve az yoğun yollarda kullanılan manuel uygulamalar, kaza ve acil durum sistemleri kapsamında kullanılan araçlar ve stratejilerdir. [15].

Elektronik Geçiş Ücreti Toplama Sistemleri, ücretli otoyollarda ve köprü geçişlerinde trafik sıkışıklığını önlemek amacıyla geliştirilmiştir. Taşıtların normal seyir hızında algılama ve işlem yapabilen bu sistemde ücret belirleme; gişelerde yer

alan antenler aracılığı ile araç üzerindeki etiketin algılanması veya aracın üzerindeki bir verici ile RFID/DSRC üzerinden haberleşme sağlanması ile yapılmaktadır. [33,34]. Akıllı toplu taşıma sistemleri mevcut toplu taşıma altyapısından optimum düzeyde yararlanmak ve toplu taşıma sistemlerinin verimliliğini, etkinliğini ve çekiciliğini artırmak üzere geliştirilmiştir ve ulaşım ağlarını kontrol ederek kullanıcılara güncel bilgi sağlamayı amaçlayan akıllı ulaşım sistemlerinin alt sistemi olarak tanımlamak mümkündür. [16].

Yolcu bilgilendirme sistemleri kapsamında kullanıcılara, hem yolculuk öncesinde hem de yolculuk anında ulaşım türleri, güzergahlar ve kalkış süreleri ile ilgili doğru bilgi verilmesi hedeflenmektedir. [17]. Kullanıcılar, otomatik araç konumu belirleme sistemleri ile sağlanan kalkış zamanı, varış zamanı ve gecikmeler gibi gerçek zamanlı verilere telefonlar, monitörler, kablolu televizyon ve kişisel bilgisayarlar gibi araçlar ile erişebilmektedir. [18]. Mevcut ulaşım altyapısının kentiçi ulaşım talebini karşılamakta yetersiz kalmasıyla birlikte kentiçi ulaşımı etkileyen faktörleri (araçlar, altyapı, kullanıcı ve karar merkezi) elektronik ve bilişim sistemlerinin de yardımı ile düzenleyen, yöneten ve yönlendiren kent içi akıllı ulaşım sistemleri geliştirilmiştir. [19,20].

Akıllı toplu taşıma sistemleri kapsamında değerlendirilen; ileri yolcu bilgilendirme uygulamaları ve elektronik ödeme (temassız kart) uygulamaları ile mobil ve web trafik bilgisi uygulamaları, akıllı kavşak uygulamaları ve akıllı bisiklet paylaşım uygulamaları kentiçi akıllı ulaşım sistemleri kapsamında geliştirilmiş uygulamalardır. İleri yolcu bilgilendirme uygulamaları kapsamında, hem yolculuk öncesinde hem de yolculuk sırasında bilgilendirme yapılmaktadır. [21]. Toplu taşıma araçlarındaki GPS cihazlarından edinilen konum verilerini ve söz konusu aracın durağa ulaşmasına ne kadar süre kaldığını kullanıcılar ile paylaşan uygulamalar ve kaç numaralı otobüsün kaç dakika sonra geleceğini ve otobüslerin konum bilgilerini gösteren ve güneş enerjisi ile de çalışabilen akıllı durak uygulamaları yolculuk öncesinde bilgilendirme yapan ileri yolcu bilgilendirme uygulamalarıdır.

Elektronik ödeme (temassız kart) uygulamaları kullanıcıların kentiçi seyahati esnasında nakit ücret ödemeden toplu ulaşım araçlarını kullanmalarını sağlayan uygulamalardır ve dünya genelinde yaygın kullanımı akıllı ulaşım kartlarıdır. Elektronik ödeme (temassız kart) uygulamaları sayesinde kullanıcı bilgileri ve hareketleri saklanarak kurumlara geri dönüş yolculara ise kişisel bilgilendirme yapmak amacıyla kullanılabilir. [22]. Dünya genelinde özellikle metropol alanlarda kentiçi trafiğin durumuna ilişkin anlık ve efektif bilgi aktarımının sağlanması amacıyla mobil ve web trafik bilgisi uygulamaları kullanılmaktadır ve yakın zamanlarda yapılan çalışmalarda coğrafi bilgi sistemleri (CBS) ile mobil ve web trafik bilgisi uygulamaları entegre edilmeye başlanmıştır. CBS ile entegre edilen mobil ve web trafik bilgisi uygulamaları; sayısal harita verilerinin toplanması ve güncellenmesi, kent içi ulaşım bilgilerinin oluşturulması ve kent içi trafik işaretlerinin kontrolünün sağlanması amacıyla da kullanılmaktadır. [23]. Akıllı kavşak, sinyalizasyon kavşaklarında araç sayım kameraları veya araç sayım sensörleri kullanılarak araç sayılarının tespit edilmesi sonrasında araç sayısına bağlı olarak trafik ışığı sürelerinin

optimize edilmesini sağlayan kavşaklar olarak tanımlanmaktadır. Bu uygulama sayesinde araçların sinyalize kavşaklarda bekleme süreleri en aza indirilmektedir. [24,35].

Akıllı bisiklet paylaşım uygulamaları, kentsel alanda kısa süreli yolculuklarda kullanılmak üzere geliştirilen ve kentteki ulaşım ağına entegre olabilen, bisiklet sahibi olmanın getirdiği sorumlulukları ortadan kaldıran ve teknolojik veri tabanı ile desteklenmiş bisiklet kiralama sistemleridir. [25].

Bilinen ilk bisiklet paylaşım uygulaması, 1965 yılında Amsterdam’da kamusal kullanıma tahsis edilmiş “Beyaz Bisikletler” olarak ortaya çıkmış fakat beyaz bisiklet uygulamasındaki bisikletlerin büyük bir kısmının bir ay gibi kısa bir süre içerisinde çalınması veya ırmak kıyılarında terk edilmiş bir şekilde bulunması uygulamanın kısa sürede sona ermesine neden olmuştur. [26,27]. 1974 yılında, Fransa’nın La Rochelle kentinde kullanıma açılan ve ücretsiz olan “Sarı Bisikletler”, uygulamanın kabullenilmesi ve kullanılması açısından ilk başarılı bisiklet paylaşım uygulaması örneği olarak kabul edilmektedir. Zaman içinde geliştirilen uygulama, belirli bir kiralama sistemine geçmiş bir şekilde günümüzde de devam etmektedir. [28].

2010 yılında Kayseri’de kullanıma açılan ve Türkiye’nin ilk bisiklet paylaşım uygulaması olan KAYBİS, trafik yoğunluğunu azaltmayı ve çevreci bir ulaşım ağı oluşturmayı amaçlayan bisiklet paylaşım uygulamasıdır. 51 istasyon ve 600 bisikleti bulunan KAYBİS, 90 kilometrelik bir bisiklet yolu üzerine kurulmuştur [36]. 2012 yılında İstanbul’da kullanıma açılan İSBİKE, Asya yakasında 38 istasyon ve 380 bisikleti bulunan ve Avrupa yakasında 102 istasyon ve 1120 bisikleti bulunan bisiklet paylaşım uygulamasıdır. İSBİKE uygulaması kapsamında, kredi kartı veya abone kartı ile bisiklet kiralamak mümkündür ve kiralanan bisikletler herhangi bir İSBİKE istasyonuna da teslim edilebilmektedir. [37]. Avrupa’nın birçok ülkesinde kullanılan ve 2012 yılında da Konya’da kullanıma açılan NEXTBIKE, kar elde etmek amacı bulunan bisiklet paylaşım uygulamasıdır. Konya’da 40 istasyonu ve 500 bisikleti bulunan NEXTBIKE uygulaması kapsamında bisiklet kiralayabilmek için sisteme olunması gerekmektedir ve sistem üyeleri dünyanın herhangi bir yerindeki NEXTBIKE istasyonundan bisiklet kiralama hakkına sahiptir. NEXTBIKE uygulamasında hırsızlığı ve vandalizmi önlemek amacıyla bisiklet son kiralayan kişinin sorumluluğundadır. [38].

2. Ankara’da Kent İçi Ulaşım Ve Kent İçi Ulaşımında Bisiklet Kullanımı

1930’lu yıllarda 90 bin nüfuslu ve kentiçi yolculukların yaklaşık % 85’inin yaya olarak yapıldığı Ankara’nın nüfusu günümüzde yaklaşık 5 milyondur ve yolculukların yaklaşık % 90’ı motorlu araçlarla gerçekleştirilmektedir. [29]. Ankara’da kentiçi ulaşımında motorlu araçlara olan talep, kent formunun büyümesine bağlı olarak nüfus artışından daha hızlı artış göstermiştir. Toplu taşımadaki yetersizlik, küçük girişimcileri destekleyen hükümet politikaları ve gelişen otomotiv sanayinin de etkisiyle, motorlu araç ile gerçekleştirilen kentiçi yolculuklar içinde özel motorlu araç kullanımı artış göstermiştir. [39]. Ankara’da kentiçi ulaşım raylı toplu

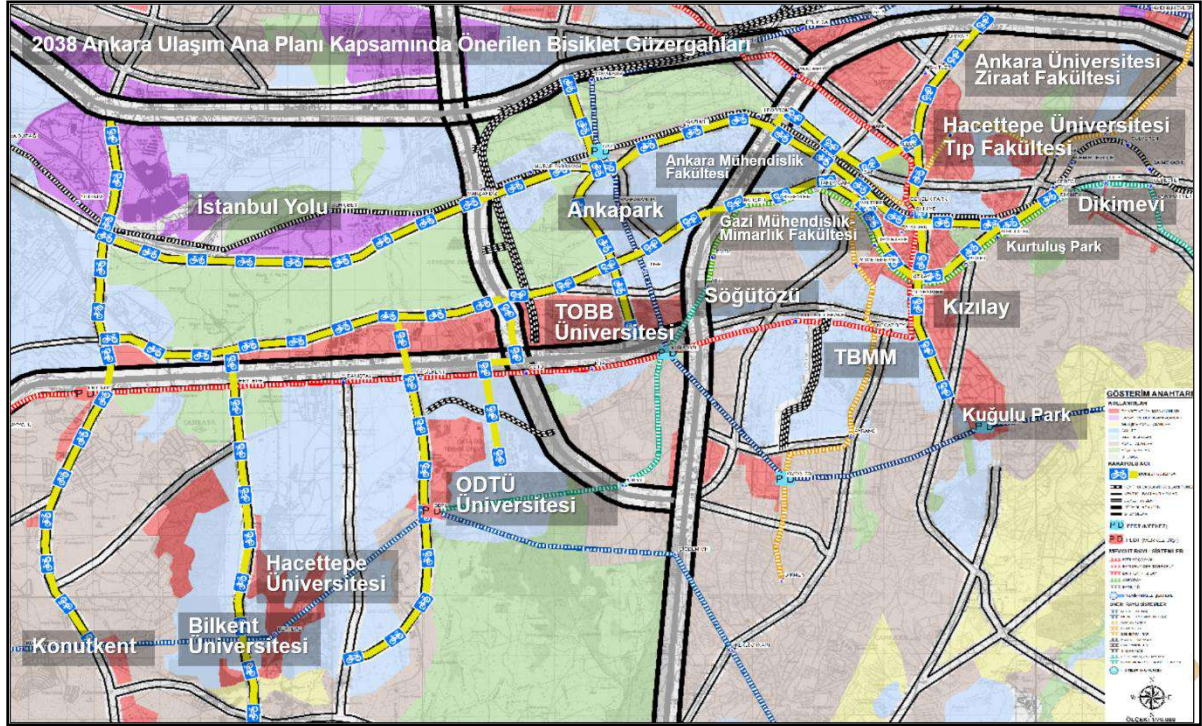
taşıma sistemleri, lastik tekerlekli toplu taşıma sistemleri, özel motorlu araç kullanımı ve yaya olarak yapılmaktadır.

1996 yılında AŞTİ-Dikimevi arasında hizmet vermeye başlayan Ankaray sistemi (A1), 1997 yılında Kızılay-Batıkent arasında hizmet vermeye başlayan M1 metro hattı, 2014 yılında Batıkent-Törekent arasında hizmet vermeye başlayan M3 metro hattı, Kızılay-Koru arasında hizmet vermeye başlayan M2 metro hattı ve 2017 yılında AKM-Keçiören arasında hizmet vermeye başlayan M4 metro hattı ile Sincan-Kayaş arasında hizmet veren banliyö işletmesi Ankara’da kentiçi ulaşım hizmeti veren raylı toplu taşıma sistemleridir. [30]. Ankara’da kentiçi ulaşımında hizmet veren lastik tekerlekli toplu taşıma sistemleri; Ankara Büyükşehir Belediyesi bünyesinde 5 bölgede toplamda 421 hatta ve toplam 16.401 km güzergahta hizmet veren “EGO Otobüsü”, EGO otobüslerinin hizmet verdiği 5 bölgeden 4 tanesinde toplam 20 hatta 841 km güzergahta hizmet veren özel işletmeye ait “Halk Otobüsü” ve EGO otobüslerinin hizmet verdiği 5 bölgede 18 hatta toplam 1.271 km güzergahta hizmet veren “Özel Toplu Taşıma Aracı” ile yine özel işletmeye ait 400 hatta hizmet veren “Dolmuş” olmak üzere dört türden oluşmaktadır. [30]. 2013 yılı verilerine göre Ankara’da kentiçi yolculukların % 61 toplu ulaşım sistemleri ve % 39 u da bireysel ulaşım sistemleri ile yapılmaktadır. Kentiçi toplu ulaşım sistemleri ile yapılan yolculukları kendi arasında değerlendirildiğinde; metro kullanım oranının % 10,95, hafif raylı sistem kullanım oranının % 2,58, EGO otobüsü kullanım oranının % 28,15, özel halk otobüsü kullanım oranının % 7,53, özel toplu taşıma aracı kullanım oranının % 2,52 ve minibüs/dolmuş kullanım oranının % 45,68 olduğu görülmektedir. Ankara’da kentiçi yolculukların türlere göre dağılımı Çizelge 1’de verilmektedir.

Çizelge 1 Ankara’da Kent İçi Yolculukların Türlerine Göre Dağılımı [30]

	Kentiçi Ulaşım Türü	Yolcu Sayısı (Kişi/Gün)	Genel Yolcu Oranı (%)	Sistem İçindeki Yolcu Oranı (%)
Toplu Ulaşım Sistemi	Metro	276.390	5,39	10,95
	Hafif Raylı Sistem	65.000	1,27	2,58
	EGO Otobüsü	710.400	13,86	28,15
	Özel Halk Otobüsü	190.000	3,71	7,53
	Özel Toplu Taşıma Aracı	129.120	2,52	5,12
	Minibüs/Dolmuş	1.152.900	22,50	45,68
	Toplam	2.523.810	49,26	100,00
Bireysel Ulaşım Sistemi	Servis Aracı	610.000	11,91	23,46
	Taksi	290.000	5,66	11,15
	Özel Motorlu Araç	1.700.000	33,18	65,38
	Toplam	2.600.000	50,74	100,00

Kentiçi yolculukların büyük bir kısmının motorlu araçlarla gerçekleştirildiği Ankara’da kentiçi ulaşımında bisiklet kullanımını teşvik etmek amacıyla gerçekleştirilen ilk çalışma AOÇ Uluslararası yaz okulunun çalışma gruplarından biri olan “Sürdürülebilir Ulaşım: Bisiklet Yolları ve Donatılarının Planlama ve Tasarımı” çalışma grubu tarafından bisiklet güzergahı belirlenmesi ilkelerinin oluşturulmasıdır. [31]. 2013 yılında 2038 hedef yıl alınarak hazırlanan “Ankara Ulaşım Ana Planı” çalışmasında da Ankara’da kentiçi ulaşımında bisiklet kullanımını teşvik etmek amacıyla kentiçi ulaşımında bisiklet kullanımı talebi değerlendirilmiş ve bisiklet güzergahları önerilmiştir. [32].



Şekil 2 2038 Ankara Ulaşım Ana Planı Kapsamında Önerilen Bisiklet Güzergahları. [30].

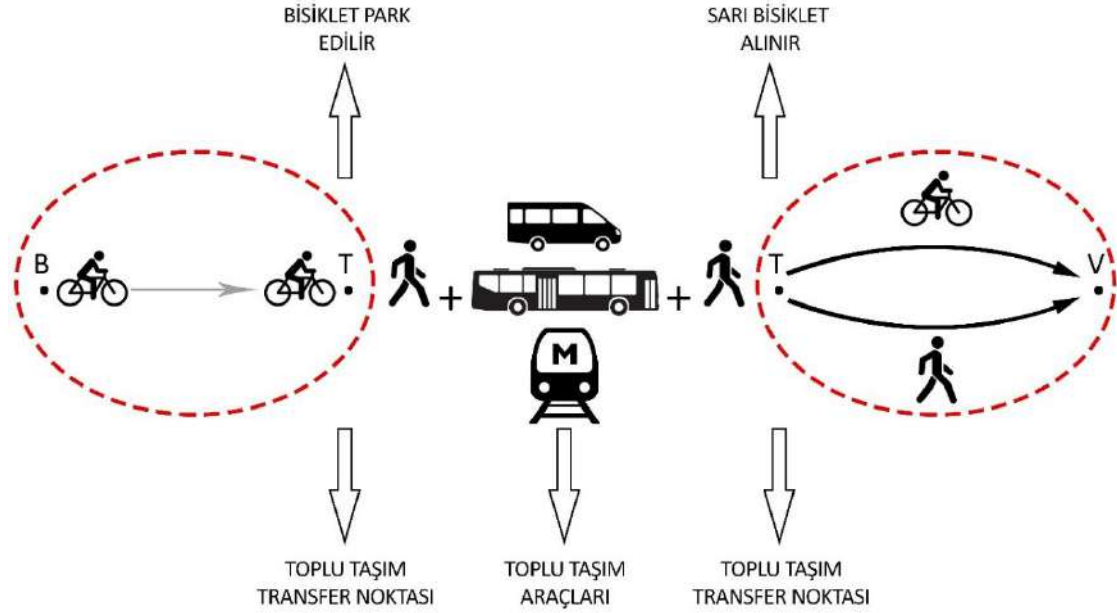
Şekil 2’de de görüldüğü üzere;

a) Bisiklet güzergahı; kentin doğusunda bulunan Dikimevi metro istasyonundan başlayarak Kurtuluş Parkı’nda iki kola ayrılmaktadır ve bir kol Ziya Gökalp Caddesi üzerinden Kızılay’a, Gazi Mustafa Kemal Bulvarı üzerinden, Gazi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi’ne, Döğol Caddesi üzerinde yer alan Ankara Mühendislik Fakültesi’ne, Alparslan Türkeş Caddesi üzerinden TOBB Üniversitesi’ne daha sonra AOÇ’dan devam ederek sırayla ODTÜ, Hacettepe ve Bilkent Üniversitelerine ve son olarak Konutkent’ e kadar devam etmektedir. Kurtuluş Parkı’ndan ayrılan diğer kol ise Celal Bayar Bulvarı üzerinden Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi’ne ve Gazi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi’ne daha sonra yine Celal Bayar Bulvarı üzerinden AOÇ ve Ankapark’ a kadar devam etmektedir.

b) Bisiklet güzergahı; Kuğulu Park’ tan başlayarak TBMM’ye, Kızılay’a ve Gençlik Parkı’na daha sonra Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi ne kadar devam etmektedir.

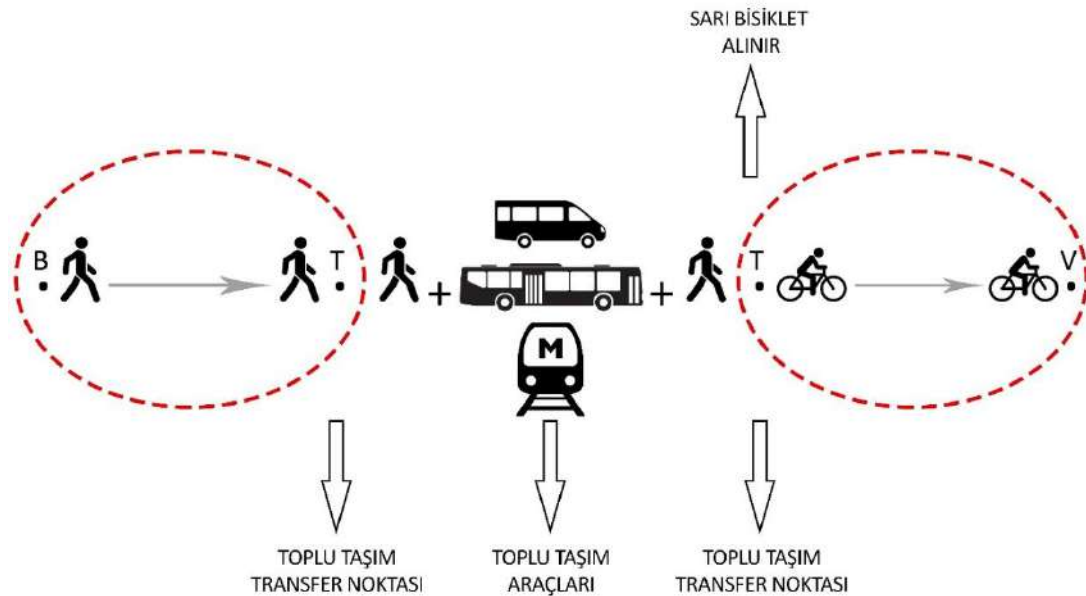
c) Diğer bisiklet güzergahları ise; Odtü, Hacettepe ve Bilkent üniversitelerini raylı sistem duraklarına ve ana bisiklet güzergahlarına bağlayan güzergahlar ile İstanbul Yolu'nu Söğütözüne bağlayan güzergahlardır.

Ankara Ulaşım Ana Planı kapsamında bisikletin kentiçi toplu taşıma sistemlerine entegrasyonunun sağlanması için 3 temel öneri yer almaktadır.



Şekil 3 Bisikletin Kentiçi Toplu Taşıma Sistemlerine Entegrasyonu (1. Öneri)

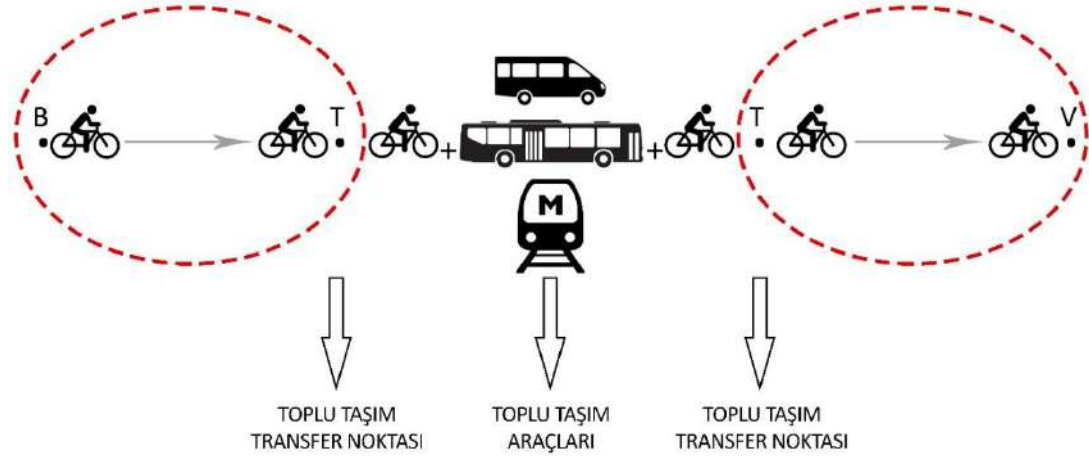
Şekil 3'de de görüldüğü gibi 1. öneri yolcunun kentiçi toplu taşıma sistemi istasyonuna/durağına bisiklet ile gelerek bisikletini durakta belirlenen alana park ettikten sonra yolculuğuna toplu taşıma aracı ile devam etmesi şeklindedir.



Şekil 4 Bisikletin Kentiçi Toplu Taşıma Sistemlerine Entegrasyonu (2. Öneri)

Şekil 4'de de görüldüğü gibi 2. öneri, yolcunun kentiçi toplu taşıma sistemi istasyonuna/durağına yaya olarak gelerek yolculuğuna toplu taşıma aracı ile devam

etmesi ve toplu taşıma aracından indikten sonra da yolculuğuna bisiklet ile devam etmesi şeklindedir.



Şekil 5 Bisikletin Kentiçi Toplu Taşıma Sistemlerine Entegrasyonu (3. Öneri)

Şekil 5’de de görüldüğü gibi 3. öneri, yolcunun kentiçi toplu taşıma sistemi istasyonuna/durağına bisiklet ile gelerek toplu taşıma aracına bisikleti ile binmesi ve toplu taşıma aracından indikten sonra da yolculuğuna bisiklet ile devam etmesi şeklindedir.

Ankara’da kentiçi ulaşımında bisiklet kullanımını teşvik etmek amacıyla yapılan son çalışma ise Ankara’nın bütün bölgelerini kapsayacak 6 farklı bisiklet güzergahından oluşması planlanan “Ankara Bisiklet Yolu Projesi”dir. [40]. Proje kapsamında yapılması planlanan bisiklet güzergahları Şekil 6’da verilmektedir.



Şekil 6 Ankara Bisiklet Yolu Projesi Kapsamında Yapılması Planlanan Bisiklet Güzergahları

Ankara Bisiklet Yolu Projesi kapsamında belirlenen 1. güzergah 3,5 km uzunluğunda Optimum AVM, Eryaman 1-2 Metro İstasyonu ve Göksu Parkı arasındaki güzergahdır.

Ankara Bisiklet Yolu Projesi kapsamında belirlenen 8 km uzunluğundaki 2. Güzergahın konut alanları, Metromall AVM ile Galaxy AVM gibi ticaret merkezleri ve okullar ile Eryaman 5, Devlet Mahallesi ve Harikalar Diyarı metro istasyonlarını entegre etmesi planlanmaktadır.

Ankara Bisiklet Yolu Projesi kapsamında belirlenen ve Etimesgut Tren Garı'ndan başlayarak Hikmet Özer Caddesi ve Bağlıca Bulvarı üzerinden Ümitköy Metro istasyonu ve Kuru Metro İstasyonu'na kadar devam etmesi planlanan 3. Güzergah 16,7 km'dir ve yapılması planlanan en uzun bisiklet güzergahıdır.

Ankara Bisiklet Yolu Projesi kapsamında belirlenen ve Batıkent Metro İstasyonundan başlayarak 1904 Caddesi, Atlantis AVM, Yıldırım Beyazıt Hastanesi üzerinden Botanik metro istasyonuna kadar devam etmesi planlanan 7.8 km uzunluğundaki 4. güzergahın güzergah üzerinde bulunan OSB'lerin de ulaşım imkanını artırması hedeflenmektedir.

Ankara Bisiklet Yolu Projesi kapsamında belirlenen ve ODTÜ, Hacettepe, Bilkent ve TOBB Üniversiteleri arası güzergah olarak tanımlanan 5. güzergahın ODTÜ, Hacettepe, Bilkent ve TOBB Üniversitelerinde eğitim gören öğrencilerin metro istasyonlarına erişimini kolaylaştırması hedeflenmektedir. Ayrıca bu güzergahın üzerinde bulunan birçok kamu kurumun ve Bilkent Şehir Hastanesinin de ulaşımını kolaylaştıracağı öngörülmektedir.

Ankara Bisiklet Yolu Projesi kapsamında belirlenen 6. güzergah olan Milli Kütüphane-Ankara ve Gazi Üniversiteleri Güzergahı, Milli Kütüphane'den başlayarak 7. Cadde girişine daha sonra Anıtkabir'e ve Beşevler Metro istasyonuna son olarak da Ankara ve Gazi Üniversitesi kampüslerine kadar devam etmektedir ve bu güzergahın öğrencilerin hem metro istasyonlarına hem de milli kütüphaneye erişimini kolaylaştırması hedeflenmektedir.

3. Sonuç ve Öneriler

Kentiçi yolculukların büyük bir kısmının motorlu araçlarla gerçekleştirildiği Ankara'da bisikletin özellikle kentiçi ulaşım aracı olarak kullanımının yaygınlaştırılması ve toplu taşımaya entegre edilmesi amacıyla yapılan en kapsamlı çalışmanın "Ankara Bisiklet Yolu Projesi" olduğu ve diğer çalışmaların yeterli düzeyde olmadığı görülmektedir. [41]. Bisiklet güzergahları tasarlanırken motorlu araç trafiğinden bağımsız bisiklet güzergahlarının oluşturulması, bisiklet güzergahının motorlu araç trafiği ile kesiştiği noktalarda da taşıt şeritlerinin geometrik tasarımının bisiklet şeridi+taşıt şeridi birlikteliğine uygun olacak şekilde yeniden yapılması gerekmektedir. Ayrıca motorlu araç trafiğinden mümkün olduğunca bağımsız olan bisiklet güzergahlarının yayalaştırma çalışmaları ile desteklenmesi de bisiklet kullanımını yaygınlaştıracaktır.

Kentiçi ulaşımında bisiklet kullanımı yaygınlaştırmak için bisiklet güzergahlarının raylı toplu taşıma sistemleri istasyonları ve lastik tekerlekli toplu

taşıma sistemleri durakları ile entegre edilmesi gerekmektedir. Ayrıca kentin özellikle toplu taşıma istasyon/durak noktalarında bisiklet kiralama sistemi oluşturulması kentiçi ulaşımda bisiklet kullanımını cazip hale getirecektir. Ankara’da kentiçi ulaşımda bisiklet kullanımının yaygınlaştırılması ve toplu taşımaya entegre edilerek daha iyi çalışan bir ulaşım modelinin oluşturulması amacıyla “Bisiklet Ana Planı” hazırlanması gerekmektedir.

Kaynaklar

- [1] Birleşmiş Milletler. (2014). BM Çevre Programı (UNEP).
- [2] Bilici, Z., & Babahanoğlu, V. (2018). Akıllı Kent Uygulamaları ve Konya Örneği. Akademik Yaklaşımlar Dergisi, 9(2), 124-139.
- [3] Komninos, N. (2015). The Age Of Intelligent Cities. New York: Routledge.
- [4] Sadioğlu, U., & Dinç, B. (2020). Akıllı Kent, Akıllı İnsan ve Yaşam Boyu Öğrenme İlişkisi Üzerine Bir Bakış. Yeşil Kampüs.
- [5] Örselli, E., & Dinçer, S. (2019). Akıllı Kentleri Anlamak: Konya ve Barcelona Üzerinden Bir Değerlendirme. Uluslararası Yönetim Akademisi Dergisi, 2(1), 90-110.
- [6] Ateş, M., & Önder, D. E. (2019). 'Akıllı Şehir' Kavramı ve Dönüşen Anlamı Bağlamında Eleştiriler. Megaron, 14(1), 41-50.
- [7] Giffinger, R., Fertner, C., Kramar, H., & Meijers, E. (2007). City-Ranking Of European Medium-Sized Cities. Cent. Reg. Sci. Vienna UT, 1-12.
- [8] Elvan, L. (2017). Akıllı Şehirler: Lüks Değil İhtiyaç. İTÜ Vakfı Dergisi, 77, 7-8.
- [9] Ulusoy, M. (2017). Akıllı Şehirler (doktora tezi). İstanbul Bilgi Üniversitesi/Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- [10] Tektaş, M., Korkmaz, K., & Erdal, H. (2016). Akıllı Ulaşım Sistemlerinin Geleceği Ekonomik ve Çevresel Faydaları. Balkan Journal of Social Sciences, 561-577.
- [11] Tokuyama, H. (1996). “Intelligent Transportation Systems İn Japan”. Public Roads, 60 (2).
- [12] Yardım M. S. ve Akyıldız G., 2004, Akıllı Ulaştırma Sistemleri ve Türkiye’deki Uygulamalar, TMMOB Ulaştırma Politikaları Kongresi Bildiriler Kitabı, 405-414, Ankara.
- [13] Saskia Hollborn. (2002). Intelligent Transport Systems in Japan. Technische Universität Darmstadt, Fachgebiet Verkehrsplanung und Verkehrstechnik, Tokyo, July 2002.
- [14] Aysan Buldurur, M. (2018). Sürdürülebilir Kentsel Ulaşım Kitabı. İstanbul: Birsen Yayınevi.
- [15] Ilıcalı, M., Toprak, T., Özen, H., Tapkın, S., Öngel, A., Camkesen, N., & Kantarcı, M. (2016). Akıcı-Güvenli Trafik için Akıllı Ulaşım Sistemleri.
- [16] Sharma, R. (2016). A Review On Smart Public Transportation Systems For Smart Cities Gjesr Review Paper 3(3).

[17] Casey, R. P., Lawrence, N. L., Moniz, L., Royal, J. W., Sheehan, M., Sheehan, T., Advanced Public Transportation Systems: The State of the Art, Research and Special Programs Administration Volpe National Transportation Systems Center Office of System and Economic Assessment Operations Assessment Division, Cambridge, MA, 2000.

[18] Marks, J., How Transit Agencies are Leveraging the Web for Traveller Information. Newsletter of the ITS Cooperative Deployment Network, 2001.

[19] Özdemir, T., Turabi, A., Üçer, F., & Arık, A. (2005). Kentsel Ulaşım Sorunları ve Çözümleri Üzerine Bir Araştırma (Balıkesir Örneği) 6. Ulaştırma Kongresi, 23-25.

[20] Özen, A., Akalın, K.B., Kara, Ç. (2019). Kentiçi Toplu Taşımada Akıllı Ulaşım Sistemlerinin Değerlendirilmesi. III. Ulaştırma ve Lojistik Ulusal Kongresi, 101-103.

[21] Arslan, O. (2011). Kaliteli Bir Toplu Taşıma Sistemi Nasıl Olmalıdır, Münih Örneği, 9. Ulaştırma Kongresi, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi, Bildiriler Kitabı, 219-231.

[22] Kim J., Kang S. (2005). Development of Integrated Transit-Fare Card System in the Seoul Metropolitan Area. Knowledge-Based Intelligent Information and Engineering Systems 9th International Conference, 14-16, Melbourne, Australia.

[23] Tektaş, M., & Tektaş, N. (2019). Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS) Uygulamalarının Sektörlere Göre Dağılımı. Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulamaları Dergisi, 2(1), 32-41.

[24] Eymen, A., & Urfalı, T., (2019). Akıllı Şehir Uygulamaları İçin CBS Tabanlı Yer Seçim Analizleri: Kayseri Örneği . Uluslararası Erciyes Bilimsel Araştırmalar Kongresi (pp.933-944). Kayseri, Türkiye.

[25] Y. Zhang, and Z. Mi, "Environmental benefits of bike sharing: A big data-based analysis," Applied Energy, vol. 220, pp. 296-301, 2018.

[26] Furness, J. (2010). One Less Car: Bicycling and the Politics of Automobility. J. Furness içinde, One Less Car: Bicycling and the Politics of Automobility (s. 55-59). Philadelphia: Üniversite Baskısı.

[27] Runde, S. (2011). Readers Digest Deutschland. S. Runde içinde, Readers Digest Deutschland (s. 74-75).

[28] Levent, M. A. Kentiçi Sürdürülebilir Ulaşım Çözümleri: Bisiklet ile Kent İçin Ulaşım: Brüksel, Konya ve Kayseri Örnekleri. 5. Karayolu Trafik Güvenliği Sempozyumu ve Sergisi, 297.

[29] Öncü Yıldız, A. M. (2017). 20. Yüzyılda Ankara'nın Kentsel Yapısı ve Ulaşım Sistemindeki Gelişmeler. Journal of Ankara Studies, 5(1), 108-122.

[30] Gazi Üniversitesi Kent İçi Ulaşım Teknolojileri Erişilebilirlik, Uygulama ve Araştırma Merkezi (KUTEM), "Ankara Ulaşım Ana Planı: Plan Raporu", Ankara, 2014.

[31] Tekel, A., Varol, Ç., Ercoşkun, Ö. Y., & Gürer, N. (2005). Bir Yaz Okulunun Adından: Atatürk Orman Çiftliği. Planlama Journal, 4, 26-34.

[32] Kaplan, H., & Ulvi, H. (2020). Metropolitan Alanlarda Bisiklet Ağının Ekolojik Ulaşım Türü Olarak Değerlendirilmesi: Ankara Kenti Örneği. Ulvi, H. (Der.), Türkiye’de Ulaşım Planlama Deneyimi “Ankara Örneği” (212-240). Konya: Atlas Akademi.

[33] https://tr.wikipedia.org/wiki/Otomatik_Ge%C3%A7i%C5%9F_Sistemi (Erişim Tarihi: 20.03.2020).

[34]

https://tr.wikipedia.org/wiki/H%C4%B1zlı%C4%B1_Ge%C3%A7i%C5%9F_Sistemi (Erişim Tarihi: 20.03.2020).

[35] <https://asyatrafik.com/akilli-kavsak-nedir-nasil-calisir/> (Erişim Tarihi: 25.03.2020).

[36]

<https://www.kayseriulasim.com/tr/FaaliyetAlanlarimiz/kaybis/hakkinda>. (Erişim Tarihi: 27.03.2020).

[37] <https://www.isbike.istanbul/>. (Erişim Tarihi: 27.03.2020).

[38] <https://www.nextbike.com.tr/tr/konya/>. (Erişim Tarihi: 27.03.2020).

[39] <https://www.ego.gov.tr/tr/sayfa/1074/otobus> (Erişim Tarihi: 25.05.2020).

[40] <https://www.ego.gov.tr/tr/haber/5395/baskent-ulasiminda-yeni-donem-basladi> (Erişim Tarihi: 30.05.2020).

[41] Sadioğlu, E. (2020). Kent İçi Bisiklet Kullanımı ile Kentsel Akıllı Ulaşım Sistemlerinin Bütünleştirilmesi Ankara Kenti Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, Ankara, Türkiye.

**EKOSİSTEM EKOLOJİSİ KONUSUNDA ÖĞRENCİ MERKEZLİ
ÖĞRETİME DAYALI ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ REHBER MATERYAL
GELİŞTİRİLMESİ VE BAŞARI, TUTUM VE KALICILIĞA ETKİSİ****H. Asya GEYLAN**

Gazi Üniversitesisi

Prof. Dr. Mustafa YEL

Gazi Üniversitesisi

Özet

Günümüzde yeniden güncellenen programlarda geliştirilmesi gereken en önemli konulardan bir tanesinin, öğretme sürecinde çok az kullanılan yöntem ve teknikler olduğu , bir diğerinin ise öğrenciyi merkeze alabilmek olduğu dikkat çekmektedir. Öğretme-öğrenme sürecinde öğrencilerin bireysel farklılıklarının dikkate alınması da oldukça önemli bir noktadır. Bu anlamda, Pearson eğitim sisteminden Türkçeleştirilen ‘öğrenci merkezli eğitim’ süreçte birçok eksikliklerin giderilmesine olanak sağlamaktadır. Bu sisteme göre öğretmen ders izleme kontrol noktalarına göre hareket eder. Bu kontrol noktaları dikkate alınarak yapılan ders planı hem süreçte tecrübeli öğretmenlere öğrenciyi merkeze almakta yeni yaklaşım ve bakış açısı kazandıracak, hem de mesleğe yeni başlamış öğretmenler için iyi bir rehber materyal olacaktır.

Bu çalışmada 10. sınıf biyoloji programında yer alan ‘Ekosistem Ekolojisi’ konusuna yönelik, öğrenci merkezli öğretime yönelik öğretmen rehber materyal geliştirilmiş, pilot çalışması uygulanmış ve sonuçları değerlendirilmiştir. Çalışmada, eylem araştırmalarında öntest-sontest yöntemi kullanılmıştır. Öğrencilerin uygulama öncesi ve sonrasındaki başarı ve tutumlarını ölçmek amacıyla ‘Ekosistem Ekolojisi Başarı Testi’ ve ‘Ortaöğretim Öğrencilerinin Biyoloji Bilimine ve Dersine Yönelik Tutum Ölçeği’ kullanılmıştır. Bu ölçme araçları ve rehber materyalin pilot uygulaması 2018-2019 öğretim yılının 2. döneminde yapılmıştır. Araştırmanın pilot çalışması 23 kişiden oluşan 11. sınıf öğrencileri üzerinde yapılmıştır. Pilot çalışma, 16 ders saati süresince hazırlanan rehber materyalin uygulanması şeklinde olmuştur. Süreçte eylem araştırması yapıldığından, öğretim uygulamaları bizzat araştırmacı tarafından sistematik bir şekilde işlenmiştir. Eylem araştırmalarında amaç sınıfta veya okulda olup biteni anlamak olduğundan, bu anlamayı desteklemek için nicel yöntemlere de başvurulmuştur.

Pilot çalışmada elde edilen veriler sınavmatik programı ile yapılmıştır. Pilot çalışma bulguları tutum ve başarı açısından anlamlı olmuştur. Sontestten elde edilen veriler doğrultusunda, geliştirilen rehber materyalin, öğrencilerde kalıcı öğrenmeyi sağladığı söylenebilir. Araştırmanın pilot çalışması sonunda elde edilen bu bulgular doğrultusunda öğretmen ve araştırmacılara önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Öğrenci merkezli öğretim, biyoloji eğitimi, eylem araştırması, ekosistem ekolojisi, rehber materyal

THE DEVELOPMENT OF GUIDE MATERIAL BASED ON STUDENT-CENTERED EDUCATION ON ECOSYSTEM ECOLOGY OF BIOLOGY AND THE INFLUENCE OF THE GUIDE MATERIAL ON SUCCESS, ATTITUDE AND PERMANENCE

Abstract

In this study, teacher guide material for student-centered education on Ecosystem Ecology has been developed, pilot study has been carried out and the results have been assessed. In the study, pretest-posttest design has been used in the action research. Achievement Test in order to evaluate the achievement of students before and after the practice. The pilot study instruments and guide material has been made in the second period of the 2018-2019. The pilot study of the research has been conducted 11 th grade. The study has been carried out by implementing a guide material which has been prepared during 16 course hours. As the action research has been conducted in the process. Since the purpose of action research is to understand what is happening in the classroom, quantitative methods have been carried out to support this understanding. The data obtained from the pilot study has been made by mark reader program. According to the data obtained from the posttest, it can be suggested that the developed guide material provide permanent learning to the students. In accordance with these results obtained as a result of the pilot study of the research, the suggestions have been made to the teachers and researchers.

Keywords: Student-centered education, biology education, action research, ecosystem

1. GİRİŞ

Bu çalışmada rehber materyal geliştirmek üzere, 10. sınıf öğrencilerin, bahar döneminin son 12 haftasında gördükleri ünitenin, 'Ekosistem Ekolojisi' konusu seçilmiştir. Bu konu içerisinde; ekosistemin canlı ve cansız faktörler, ekosistemdeki değişikliklerin olası sonuçları, canlılardaki beslenme şekilleri, ekosistemde madde ve enerji akışı, biyolojik birikim, azot döngüsü, karbon döngüsü, su döngüsü ve hayatın sürdürülebilirliği başlıkları yer almaktadır. Bu konular günümüzün en önemli konuları haline gelmiştir. Biyoloji öğretmenleri ile yapılan informal mülakatlarda, ekosistem ekolojisi konusunda öğrencilerde kalıcı öğrenmeyi sağlama ve süreçte öğrenciyi merkeze alma noktasında sorun yaşadıkları belirlenmiştir.

Biyoloji eğitiminin etkili olabilmesi için karşılaşılan sorunların bilinmesi ve bu sorunlara çözüm üretilmesi gerekmektedir. Ülkemizde biyoloji eğitiminin değerlendirilmesinin yapıldığı çalışmalarda, bazı problemlerin olduğu belirlenmiştir. Araç, gereç, yöntem, teknik, öğretim programı, öğretmen eğitimi gibi problemler söz konusu olmakla birlikte tüm çalışmaların ortak noktası öğrenci merkezli öğretim yapılamamasıdır (Yama M., Soran H., 2000; Yetkin Y., 1998). Öğretmen merkezli anlatım yönteminin kullanıldığı, öğrencilerin pasif olduğu biyoloji eğitimi devam etmektedir. Yetkin, ilköğretimden başlayarak üniversiteye kadar öğrenciler tarafından biyoloji konularının doğru algılanmadığını belirtmiştir. 21. yüzyıl bilimi olarak

nitelendirilen biyoloji giderek artan bir öneme sahiptir. Bu nedenle biyoloji konularının temel eğitimde yeterli şekilde verilmesi gerekmektedir.

Ülkemizde fen derslerindeki biyoloji konuları çoğunlukla öğretmen merkezli ve teoriye dayalı olarak işlenmektedir. Derslerin pratikten uzak, öğrencilerin katılımı olmaksızın işlenmesi biyolojide bulunan hipotez kurma, gözlem yapma gibi unsurların kazandırılmamasına ve biyolojinin ezber bir alan olarak görülmesine yol açmaktadır (Yetkin Y., 1998). Bu durum öğrencilerin biyolojiye olan tutum ve başarılarını olumsuz yönde etkilemektedir.

Tüm bu sonuçlar doğrultusunda, öğrenci merkezli öğretime göre hazırlanacak rehber materyallerin öğretmenlerin, öğrencilerde kalıcı öğrenme sağlama ve başarılı olma noktasında etkili olacağı düşünülmektedir.

Ortaöğretim 10. sınıf biyoloji 'Ekosistem Ekolojisi' konusu için 'öğrenci merkezli öğretime dayalı hangi materyaller geliştirilebilir ve bu materyallerin öğrencinin başarısına ve tutumuna ve dolayısıyla bilgilerin kalıcılığına etkisi nedir?' sorusu araştırmanın problem cümlesini oluşturmaktadır.

Bu araştırmanın amacı, ortaöğretim 10. sınıf biyoloji dersi 'Ekosistem Ekolojisi' konusu için, öğrenci merkezli öğretime dayalı öğretmen rehber materyalleri geliştirmek ve etkililiğini değerlendirmektir.

Biyoloji, bir taraftan canlılığın geçmişi ile ilgili gerçekleri ortaya çıkarmaya çalışırken, diğer taraftan geleceği ile ilgili araştırmalar yapan bir yaşam bilimidir. Canlıların oluşa geldikleri andan itibaren yaşayışları, gelişim ve değişimleri, birbirleriyle ilişkileri hakkında bilgi edinmeye çalışırken, dünyayı en küçük birimine kadar anlamaya, anlatmaya hatta kontrol etmeye çalışmaktadır (Çilenti K., 1985).

Herkese yaşamda gerekli bilgileri verebilecek olan biyolojinin, sadece bilim adamları ve meslek edinmek isteyenlerin ilgilendiği bir bilim olmaktan çıkarılması, ancak eğitimin her aşamasında öğrencilere verilecek biyoloji öğretimi ile mümkündür.

Bu nedenle ülkemizde, toplum için gereken biyoloji bilgisi daha çok ele alınmalı, hazırlanan programlarda ilk ve ortaöğretimde zorunlu ders olarak öğretilmelidir. Bu programların ilk amacı, öğrencinin anlamlı bilgi edinmesini sağlamak olmalıdır. Ancak bu şekilde toplumumuz biyoloji bilgisini günlük hayatına aktarabilir (Ergezen S. S.,1994).

Biyolojinin temel amacında, yapıcı, yaratıcı, eleştirel düşünme yeteneğine sahip, edindiği bilgi ve becerileri günlük hayatta kullanabilen, bilim ve teknoloji arasında ilişki kurabilen nesiller yetiştirmek vardır. Bu doğrultuda birçok öğretim programında ele alınan temel sorular, öğrencilerin eğitim öğretim sürecinde neleri bilmeli, neleri yapabilir olmalarıdır, ya da eğitim öğretim süreci sonunda öğrencilerin kazanımları neler olacaktır ve bu kazanımları günlük hayata nasıl aktaracaktır. Yeni öğretim programları bu sorulardan yola çıkılarak geliştirilmekte ve geliştirilen bu programlara 'öğrenci merkezli öğretim programı' adı verilmektedir. Bu programlar yapıcı-yaratıcı yöntemlere göre geliştirilmektedir (Tebliğler Dergisi).

Dünyada gelişmiş ülkeler başta olmak üzere, tüm ülkeler biyoloji eğitimini geliştirmek için çalışmaktadırlar. Bu durum ülkemizde de özellikle 1960'li yıllardan itibaren başlamış ve biyoloji eğitimini geliştirme ve zenginleştirme konusunda

projelerin uygulanmasını sağlamıştır. Ancak bu projeler uygulama noktasında sınırlı kalmıştır (Yılmaz H., Soran H., 1999). Sağlam temeller üzerine kurulmayan biyoloji eğitiminin etili ve kalıcı olması beklenemez. Günümüzde biyoloji eğitiminin en önemli sorunlarından birincisi, içeriğin belirlenmesi, ikincisi içeriğin nasıl öğretilceğidir. Bu doğrultuda, Türkiye’de de biyoloji eğitimi geliştirmek için çalışmalar yapılmaktadır ve M.E.B. biyoloji öğretim programlarını değiştirmektedir.

M.E.B. tarafından geliştirme, yenileme ve güncelleme çalışmaları 2005’te yeni bir rayda başlamış, 2015-2016 eğitim öğretim yılında tamamlanmıştır. 2016-2017 eğitim öğretim yılının başından bugüne ise farklı bir boyut kazanarak 51 öğretim programı ekseninde kapsamlı bir şekilde bir yenileme, güncelleme, gözden geçirme, ikmal ve değişiklik çalışması yapılmıştır. Mevcut programlar, öğrenme öğretme teori ve yaklaşımlarındaki yenilik ve gelişmeler doğrultusunda çağın gerekliliklerini, ferdin ve toplumun değişen ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde yenilenmiştir. Bu doğrultuda biyoloji öğretim programında da değişiklik yapılmıştır. Program incelendiğinde birçok yeniliği içerdiği görülmektedir. Öğrenci merkezli öğretim esas alınarak geliştirilen bu programda öğretme-öğrenme ve değerlendirme süreçleriyle ilgili olarak birçok değişiklik söz konusudur. Program hazırlanırken, gelişmiş ülkelerdeki öğretim sürecinin baz alınması ile öğrenci merkezli öğretimin hususlarına oldukça fazlaca yer verilmiştir. Sınıfta öğrenciler arasında ortak özellikler olduğu gibi bireysel farklılıklar da bulunabilmektedir. Biyoloji öğretiminin geliştirilmesi ve kalıcı olabilmesi için, öğrencilerin bireysel farklılıklarının, ihtiyaçlarının, bakış açılarının ve yeterliliklerinin fark edilerek öğrenme ortamında bu farklılıkların geliştirilmesi istenmektedir. Bunların sağlanabilmesi için öğretmenlerden, öğrencilerin öğrenme biçimleri ve hızlarının farklı olabileceğini dikkate alarak, onların gelişim düzeylerine ve öğrenme biçimlerine uygun, öğrencinin merkeze alındığı materyal ve yöntem kullanmaları, öğrenme ve öğretme stratejilerinin tüm öğrencilerin ihtiyaç ve becerilerine uygun olmaları istenmektedir. Öğretim faaliyetleri, öğrencilerin bireysel farklılıklarına yönelik olarak düzenlendiğinde her öğrenci öğrenebilmektedir. Öğretim sürecinde kullanılan materyal ve teknikler uygun bir biçimde seçildiğinde ve doğru uygulandığında ise bilgilerin daha kalıcı olacağı düşünülmektedir. Ancak biyoloji eğitiminin soruları ile ilgili yapılan araştırmalarda öğretmenlerin meslek öncesi eğitimlerinde biyolojinin özel öğretimi konusunda yeterli bilgi alamadıkları, aldıkları bilgileri uygulama noktasında eksik oldukları, güncel yöntem ve teknikleri kullanma konusunda yeterli olmadıkları sonuçları ortaya çıkmıştır. (Kırpık M. A., Engin A. O., 2009). Ülkemizde biyoloji derslerinde genellikle kaynak olarak bir tane ders kitabı kullanılmaktadır ve bu ders kitaplarının fiziksel ve içerik yönünden bazı yetersizlikleri bulunmaktadır (Gazi Üniv. Kastamonu Eğitim Dergisi, 2004). Programlarda genel olarak öğrenme öğretme etkinlikleri bulunmamaktadır. Bu durum öğretmenlerin nasıl öğrenci merkezli öğretim yapması gerektiği sorununu da beraberinde getirmektedir. Tüm bu sorunlar dikkate alındığında, biyoloji dersleri için rehber materyallerin geliştirilmesinin gerekli olduğu görülmektedir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Biyoloji Eğitimi

Bilim hiçbir zaman durağanlık göstermemekle birlikte 20. yüzyıl bilim ve teknolojinin gelişmesinde altın çağını yakalamıştır. Bu bilim ve teknolojideki hızlı gelişmeler eğitime olan ihtiyacı her geçen gün daha da artırmıştır. Önceleri toplum düzeni için gerekli görülen eğitim, daha sonra ülkelerin kalkınmasında en belirleyici unsur olarak yerini almıştır. (Altıntaş, 1998) Gelişmekte olan ülkelerin başlıca sorunlarından biri olan kalkınma genel olarak dünya gündeminin de önde gelen konularından birisidir. Dünya nüfusunun neredeyse üçte ikisine yakın kısmı gelişmekte olan ülkelere yaşamaktadır. Dolayısıyla “az gelişmiş” ya da “gelişmekte olan ülkeler” olarak ifade edilen bu ülkelerin, kalkınma sorunları, dünya ekonomisinin en önemli sorunları olarak algılanmaktadır. Bu bağlamda üzerinde durulan en önemli kavram “beşerî sermaye” dolayısıyla beşerî sermayeyi oluşturan eğitim kurumudur. (Günkör, 2017) Bu doğrultuda, tüm dünya ülkeleri yeni yapılanmalarla birlikte hızla değişen dünyaya ve daha yarışçı hale gelen yaşama uyum sağlamak için eğitim alanında reform olarak adlandırılabilir çok sayıda yenilik ve değişiklik yapmaktadır. Bu yenilik ve değişiklikler için yapılan harcamalar birçok kaynaktan ‘yatırım’ olarak ifade edilmektedir. Bu yatırımların artmaya başlamasıyla nitelikli iş gücünün önemi de paralel bir şekilde artmaya başlamıştır. Bunu takiben ulusları kalkındırmak için eğitimin düzeyini ve niteliğini geliştirip artırma gereği, tüm ülkeler arasında ortak bir görüş haline gelmiştir (Taş, 2007: 2).

Eğitimin düzeyini ve niteliğini artırma çalışmalarının yoğun olduğu alanlardan birisi de biyoloji alanıdır. Çünkü biyoloji alanında da yaşanan gelişmeler yeni bilgilerin ortaya çıkmasını sağlamakta ve bunlar yeni teknolojiler şeklinde günlük yaşamımıza girmektedir ve biyoloji alanında elde edilen bilgiler özellikle insan yaşamını doğrudan etkilediğinden toplumda bu konulara yönelik eğitim ihtiyacı artmakta ve bu yüzden biyoloji eğitimi gün geçtikçe önem kazanmaktadır.

Günümüzde biyoloji eğitimi, eğitim bilimleri ve teknolojilerinin gelişmesine paralel olarak kendini sürekli olarak güncellemeye çalışmaktadır. Her geçen gün uygulanan yöntem ve tekniklere yenisi eklenmektedir. Biyoloji eğitimi araştırmalarında çoğunlukla yeni öğretim yöntemleri geliştirmek amaçlanmaktadır. Biyoloji eğitiminin ezber bilgilere dayandırılmadan, öğrencilerde bilgilerin kalıcılığını sağlamak ve biyoloji konularını karşılaştırma ve yorumlama yeteneği kazandırabilmek için öğretim yöntemleri geliştirilmeye çalışılmaktadır. Öğretmenlerin biyoloji konularına karşı tutumlarının da önemli olduğu da gözden kaçırılmamalıdır. Biyoloji öğretmenlerinin, öğrettikleri konuları sevip, sevmeme; inanıp, inanmama durumlarına veya konuya ilgilerine göre öğretimde etkili olma dereceleri değişmektedir. Çoğunlukla öğretmenlerin, kendi ilgilerini çeken ve sevdikleri konuları daha iyi öğrettikleri göze çarpmaktadır.

Türkiye’de içerik analizine yönelik yapılan çalışmalar incelendiğinde eğitim bilimleri, eğitim teknolojileri ve matematik eğitimi gibi birçok alanda olduğu gibi fen eğitimi alanında da çeşitli çalışmalara rastlanmaktadır. Ancak söz konusu çalışmalarda, disiplinler arası bir yaklaşımla bir dereceye kadar biyoloji konularını

içeren çalışmaların ele alındığı görülmektedir. Ayrıca literatür incelendiğinde, Türkiye’de biyoloji eğitimi alanında sadece Erdoğan, Marcinkowsky ve Ok, (2009), Erdoğan, Uşak ve Bahar (2013) ve Ünlü, Sever ve Akpınar (2011) tarafından çevre eğitimi konusunda yapılan çalışmalar ile Umdu-Topsakal, Çalık ve Çavuş (2012) tarafından biyoloji eğitimi alanında yapılmış tezlerin incelenmesi dışında, doğrudan bu alandaki araştırma makalelerinin incelenmesine yönelik herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Dolayısıyla bu durum; hakemli dergilerde biyoloji eğitimi ile ilgili yayınlanan makalelerin birçok ölçüt açısından incelenmesine yönelik yapılacak bir çalışmanın sonuçlarının araştırmacılara ve akademisyenlere önemli bilgiler sunacağını düşündürmektedir.

Biyoloji eğitimi üzerine çok sayıda araştırma yapılmış ve biyoloji eğitiminin geliştirilmesi öğrencilerin biyoloji konularını daha iyi öğrenerek kalıcı bilgiler edinmeleri ve bu bilgileri yorumlayabilme yeteneklerinin kazandırılmasının amaçlandığı görülmüştür.

2.2. Biyoloji Dersi Öğretim Programı

Biyoloji Dersi Öğretim Programı’nda, genelde bilimin, özelde biyolojinin insan hayatındaki rolüne ve bilim tarihine Türk-İslam bilim insanlarının katkılarına yer verilmiştir. Bilim- teknoloji- toplum-çevre arasındaki etkileşimlerle ilgili olarak öğrencilerin bilgi, beceri, yeterlilik ve değerlerin geliştirilmesi vurgulanmıştır. Bu bağlamda Biyoloji Dersi Öğretim Programı; biyolojinin yasa, teori, uygulama ve kavramları ışığında yenilik ve değişimler yapma, araştırma ve sorgulama, bilişim teknolojilerini kullanma, biyoloji ile günlük hayat arasında ilişki kurma, sosyal farkındalık oluşturma, vb. uygulamalara daha fazla yer verecek şekilde güncellenmiştir.

1739 sayılı Millî Eğitim Temel Kanunu'nun 2. maddesinde ifade edilen Türk Millî Eğitiminin Genel Amaçları ile Türk Millî Eğitiminin Temel İlkeleri esas alınarak hazırlanan Biyoloji Dersi Öğretim Programı ile öğrencilerin;

1. Biyolojide yer alan yasa, teori, süreç, prensip, ilke, hipotez ve deneyler hakkında bilgi sahibi olmaları,
2. Biyoloji bilgisi ve uygulamalarını günlük hayatta kullanma becerisi kazanmaları,
3. Bilim tarihi süreci içerisinde biyoloji alanına katkı sağlayan bazı bilim insanlarını tanımaları,
4. Biyoloji ve bilimle ilgili tartışmalara etkin olarak katılmaları ve bu tartışmaları değerlendirebilmeleri,
5. Biyoloji dersinde edindikleri bilgi, beceri ve yeterlilikleri kullanarak yeni fikirler üretmeye ve özgün çalışmalar yapmaya istek duymaları,
6. İşlevsel projeler, kapsamlı ve özgün tasarımlar ve buluşlar yapabilmeleri,
7. Canlılardan esinlenerek geliştirilen teknolojilerin farkına varmaları ve benzer yenilikler yapmak için istekli olmaları,
8. Bilim ve teknolojinin insanın ve diğer canlıların yaşamlarına olan etkilerini değerlendirebilmeleri,

9. Bilimsel çalışmalarda ve toplumsal hayatta etik değerlere sahip olmanın ve bu değerlere uygun davranmanın gerekliliğini ve önemini kavramaları,

10. Sosyobilimsel konular (bilimle ilişkili tartışmalı sosyal konular) hakkında bilinçli değerlendirmeler yapabilmeleri,

11. Araştıran, eleştirel düşünen, iş birliği yapan, etkili iletişim becerisine sahip, problem

çözen, sorgulayan, üreten, hayat boyu bilim öğrenmeye istekli bireyler olmaları amaçlanmaktadır.

2.3. Ekosistem Ekolojisi Öğretimi ile İlgili Araştırmalar

Çevre bilincinin oluşturulmasında, çevre eğitiminin özel bir anlamı vardır. Bunun için özellikle erken yaşlardaki çevre eğitimine önem verilmelidir. Ekosistem, biyolojik çeşitlilik ve ekolojik sorunlar birbirlerinden ayrı düşünülemez. Birindeki değişiklik diğerlerini de etkilemektedir. Çevre eğitiminde, konular birbiri içerisine girmiş olduğundan, bu kavramlar çok dikkatli bir biçimde örüntülenmeli ve öğrencinin bilişsel seviyesine uygun şekilde ve yöntemlerle sunulmalıdır. Konular, sadece insan odaklı olarak değerlendirilmemeli, ekosistemi oluşturan tüm öğeler açısından incelenmelidir. Çepel (2006) çevre eğitiminin, öğrencilere çevre ahlakı kazandıracığını, bu sayede birçok ekolojik dengesizliklerin ortaya çıkışının önlenebileceğini ve yaşanılabilir bir çevrenin devamı için, kişisel olarak sorumlu olduğunun bilincine vararak, kendini görevli ve zorunlu hissedeceğini belirtmiştir. Şimşekli (2004) ise çevre eğitiminin esas olarak doğayı ve doğal kaynakları korumaya yönelik olması gerektiğini, bilgi vermenin yanında insanın davranışını da etkilemesi gerektiğini, temel amacının olumlu ve kalıcı davranış değişiklikleri kazandırmak ve bireylerin sorunların çözümüne etkin katılımını sağlamak olduğunu vurgulamıştır.

Öğretim programlarının çevre konuları açısından değerlendirilmesi, öğretmen ve öğrencilerin çevre konularının öğreniminde ve öğretiminde yaşadığı güçlükler ve öğrencilerin çevre kavramlarının öğretimiyle ilgili yaşadığı sorunlarla ilgili çalışmaların yanı sıra, öğrencilerin çevresel bilgi düzeyleri üzerine yapılmış çeşitli çalışmalara da alan yazında rastlanmaktadır. Örneğin, Atasoy ve Ertürk (2008) 6.,7. ve 8. sınıf öğrencilerinin çevresel bilgi ve tutumlarını belirlemek için 1118 öğrenci üzerinde bir araştırma gerçekleştirmişlerdir. Buna göre öğrenciler, çevre sorunları ve çevre kirliliği, hayvanlar ve bitkiler, enerji kaynakları ve geri dönüşüm, insan çevre ilişkileri, doğal afetler, atmosfer, hidrosfer ve litosfer, ekosistem biyom ve besin zinciri konularından oluşan 33 soruluk testin yarısından azına cevap vererek düşük bir bilişsel başarı göstermişlerdir. Ekolojik sorunların günden güne daha fazla dikkat çekmesi, çevre eğitimine daha fazla önem verilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

“Canlılar Dünyası”, “Ekosistem Ekolojisi ve Güncel Çevre Sorunları”, “Komünite ve Popülasyon Ekolojisi” ünitelerinde öğrenciler, çevresindeki canlıları ve canlıların içinde yaşadıkları çevre ile etkileşimlerini araştırma, gözlemleme ve incelemeye yönlendirilerek öğrencilere uygulamalar yaptırılmalıdır. Ayrıca okul ve çevre imkânları dâhilinde doğa gezisi, botanik bahçesi gezisi, doğa tarihi müzesi gezisi, koruma alanları gezileri, fabrika gezisi vb. düzenlenmelidir. (MEB, 2018)

2.4. Eylem Araştırması

Öğretmen eğitimi programları ile sınıf düzenini olumlu yönde etkilemeyi amaçlayan bu çalışmaların dışında, son yıllarda, öğretim ortamlarındaki çeşitli sorunlara çözüm üretmek amacıyla öğretmenin araştırmacı kimliği üstlendiği bir araştırma yönteminin giderek artan sıklıkta kullanıldığı görülmektedir. Eylem araştırması olarak adlandırılan ve öğretmenlerin sorun belirleme ve çözme sürecine etkin şekilde katılımlarını gerektiren bu yöntem, okullarda eğitimin kalitesini arttırmak için yürütülen sistematik bir inceleme ve sorun çözme süreci olarak tanımlanmaktadır (Uzuner, 2005). Eylem araştırmasında, problemin araştırılması ve çözmek için eylem yapılması süreçleri aynı anda yürütülmekte (Bruce ve Pine, 2010); uygulamaya konulan çözümlerin değerlendirilmesi, yeni çözümlerin araştırılması ve uygulamaya konulması birbirini izlemektedir. Öğretmenlerin kendi belirledikleri problemler üzerinde daha etkili çalışacakları, kendi çalışmalarını değerlendirmenin öğretmenleri daha etkili yapacağı ve araştırma sürecinin öğretmenlerin mesleki gelişimlerine olumlu katkı yapacağı varsayımlarına dayanan eylem araştırması (Ferrance, 2000), araştırma geleneği içinde tartışmalı bir yeri olduğu yönündeki eleştirilere karşın (Helskog, 2014) öğretmenlerin gelişimlerine katkı yapan ve öğretim ortamlarındaki çeşitli sorunların çözümünde etkili olan bir yöntem olarak alan yazında yer almaktadır (Goodnough, 2011; Jaipal ve Figg, 2011).

Eylem araştırması, öğretim ortamlarındaki çeşitli sorunlar için kullanılabilir. Örneğin, sınıf uygulamalarını iyileştirmek ve öğrencilerin öğrenme etkinliklerine katılımlarını arttırmak (Morton, 2005), öğrencilerin saldırgan davranışlarını azaltmak ve işbirlikçi oyun becerilerini geliştirmek (Leff, Costigan ve Power, 2004), okul devamsızlığını azaltmak (Cox ve Pant, 2008) ya da öğrenci başarısını arttırmak (Strambler ve McKown, 2013) gibi amaçlarla yürütülen eylem araştırmalarında olumlu sonuçlar elde edildiği rapor edilmektedir. Bunların yanında öğrenci özelliklerinin farklılığı nedeniyle yaşanan sorunlar için de eylem araştırması yürütüldüğü görülmektedir. Öğrenme güçlüğü olan öğrencinin olumlu davranışlarının arttırılması (Schoen ve Nolen, 2004), Hindistan'da engelli çocukların ailelerinin eğitilmesi ve engellilere karşı toplumsal farkındalık yaratılması (Sen ve Goldbart, 2005), duygusal-davranışsal bozukluğu olan öğrencilerle çalışan eğitimcilerin bilgi ve becerilerinin arttırılması ile öğrencilerin sorun davranışlarının azaltılması (Cheney, 1998), görme engelli öğrencinin kaynaştırılmasının ve akademik gelişiminin kolaylaştırılması (Argyropoulos ve Stamouli, 2006) ve öğretmen adaylarının kaynaştırma sınıflarındaki genel eğitim öğretmenleriyle birlikte çalışmaya hazırlanması (Welch ve Chisholm, 1994) gibi çalışmalar özel eğitim alanında yapılan eylem araştırmalarına örnek olarak gösterilebilir.

Ülkemizde özel eğitim alanında yürütülen eylem araştırmalarına baktığımızda ise işitme engelli üniversite öğrencilerinin öyküleri anlamalarını kolaylaştırmak (Uzuner, İçden, Girgin, Beral ve Kırcaali-İftar, 2005), bir kaynaştırma sınıfında sosyal beceri öğretimi ile birlikte sosyal yeterlikleri geliştirmek (Çolak, Vuran ve Uzuner, 2013) ve problem davranışları olan altı yaşındaki otistik bir öğrenciyle çalışan öğretmenin becerilerini arttırarak öğrencinin problem davranışlarının azaltmak

(Güleç-Aslan, 2013) gibi amaçlarla yürütülen eylem araştırmalarına rastlanmaktadır. Ancak yapılan çalışmaların sayıca azlığı, ülkemizde hem çok çeşitli hem de çok boyutlu sorunların yaşandığı özel eğitim alanında etkili çözümlerin üretilmesine katkı sağlayabilecek bir yöntem olan eylem araştırmasının henüz yeterince kullanılmadığını göstermektedir.

Bireysel özellikleri nasıl olursa olsun tüm öğrencilerin başarıları öğretmen davranışlarıyla ilişkilidir (Greenwood ve Carta, 1987). Öğretmenler, kendi davranışlarının öğrenci davranışları üzerindeki etkilerini fark etmeli ve bu sorumluluğu üstlenmelidirler (Feldman, 2007). Öğretmen eğitimi araştırmaları ile öğretmen davranışlarının değiştirilebileceği kanıtlanmıştır (Evertson, 1995; Polirstok ve Gottlieb, 2006; Slider, Noell ve Williams, 2006). Ancak eylem araştırması, öğretmen eğitimi programlarını araştırmacıların hazırladığı ve bilginin doğrudan aktarıldığı araştırmaların aksine, öğretmenlere kendi davranışlarını inceleme ve davranışlarının sorumluluğunu alma fırsatı sunmaktadır. Öğretmenlerin sınıflarda yapılacak değişikliklerin nesnesi değil kaynağı ve ögesi olmasını sağlayan eylem araştırması (Bruce ve Pine, 2010) bireysel gereksinimleri farklı öğrencilerin sorumluluğunu almakta isteksiz olan öğretmenlerin mesleki gelişimlerini sağlamak için kullanılabilir özelliktedir. Ferrance (2000) de öğretmenlerin kendi belirledikleri problemler üzerinde daha etkili çalışacağını ve kendi çalışmalarını değerlendirmenin öğretmenleri daha etkili yapacağını vurgulamaktadır. West (2011), işbirliği içinde çalışma ve çalışmalarını yayınlamak paylaşma alışkanlığının sık görüldüğü mühendislik ve tıp gibi alanlarda olduğu gibi eğitim ortamlarında da araştırma ve uygulama arasındaki bağın sağlanması gerektiğini savunmaktadır. Eylem araştırmalarının sonuçları diğer araştırmalar gibi büyük gruplara genellenemese de araştırmacı/öğretmenler araştırma bulgularını öznel sorunlarına uyarlayabilirler (Stringer, 2007). Eylem araştırması, paydaşların işbirliğini gerektirmesi, diğer araştırma yöntemlerine oranla kolay uygulanabilirliği ve araştırma, bulma, paylaşma alışkanlıklarını desteklemesi nedeniyle eğitim ortamlarında araştırma geleneğinin yaygınlaşmasına ve öğretmenlerin etkili uygulamalar yürütmelerine katkı sağlayabilecek özelliklere sahip olarak görünmektedir.

Sonuç olarak eylem araştırması, öğretmenlerin bireysel gereksinimleri farklı öğrencilerin davranışlarını etkili şekilde araştırmalarını, bu öğrencilerin başarıları için çözümler üretmelerini ve sorunların çözümünde kendi güçlerinin farkına varmalarını sağlayabilecek özellikleri nedeniyle daha sık kullanılması gereken bir yöntem olarak değerlendirilebilir. Ülkemizde özel eğitim alanında yapılacak eylem araştırmaları hem alandaki sorunların çözümüne katkı sağlamak hem de araştırmacı/öğretmenlere sınıflarındaki farklı özelliklere sahip öğrenciler için örnek çözümler sunmak gibi farklı işlevleri yerine getirebilir. Etkili olması için karmaşık ya da ayrıntılı olması gerekmeyen eylem araştırmaları (Johnson, 2005) araştırma alışkanlıkları yeterince geliştirilememiş olan öğretmenlerimiz tarafından da kullanılabilir bir anlama, açıklama ve kontrol etme süreci olarak özel eğitim alanındaki sorunlara uygulanabilir.

2.5. Öğrenci Merkezli Öğretim

Ortaöğretim kurumlarında uygulanan program güncellemesi kapsamında biyoloji öğretim programı, 2013-2014 öğretim yılından itibaren 9'uncu sınıflardan başlamak ve kademeli olarak uygulanma kararı almıştır (MEB,2013a). Güncellenen biyoloji öğretimi programında öğrenme yaklaşımı olarak, araştırma-sorgulamaya dayalı öğrenme; öğrencilerin çevrelerindeki her şeyi keşfetme isteği duydukları, etraflarındaki doğal ve fiziksel dünyayı sağlam gerekçelerle açıklamalarda bulunarak güçlü argümanlar kurdukları, fen bilimlerinden heyecan duyan ve değerini bilen bireyler olarak yetiştikleri, kısacası birer bilim insanı gibi yaparak-yaşayarak-düşünerek bilgiyi kendi zihninde oluşturduğu öğrenci merkezli bir öğrenme tercih edilmiştir (MEB, 2013b)

Öğrenci merkezli öğretimle öğrenciler; kendini tanıyarak bireysel özelliklerinin farkında olabilmekte, gelişim için istekli olmakta, kendini gerçekleştirmeye yaklaşmakta, iş birliğine istekli olmakta ve düşünme becerilerini geliştirebilmektedir (Kızılcıca, 2007). Tüm bu özellikler, öğrenci merkezli öğretimi öğrenme ortamlarında gerekli hâle getirmektedir

Öğrenci merkezli öğretimin “öğrenci, öğretmen, öğrenme ortamı ve öğrenme materyalleri” olmak üzere dört ana unsuru bulunmaktadır. Bu unsurlar içerisinden öğretmenin rehberlik görevini üstlenmesi, öğrenme ortamını düzenlemesi ve öğrenme materyallerin etkililiğinin artırılması konusunda önemli bir yeri bulunmaktadır. Öğretmen; Türk'e (1999) göre eğitimin en etkili aracıyken, Başar'a (2009) göre de sınıf ikliminin yaratıcısıdır. Bu nedenle öğrenci merkezli öğretim öğrenciyi esas alıp ona yönelik olsa da öğretmenin rolü yadsınamayacak derecede önemini korumaktadır.

Öğrenci merkezli öğretim stratejileri kullanılarak; öğrencilerin öz güvenlerinin gelişmesine, düşünme becerilerini kazanmalarına, düşündüklerini ifade etmelerine, farklı düşüncelere karşı hoşgörülü ve saygılı olmayı öğrenmelerine yardım edilmelidir. Öğrencilerin merkeze alınarak derslerde aktif katılımlarının sağlanmasının, onların öğrendiklerini anlamlandırmaları ve sorgulamalarında önemli bir etkisi olacaktır. Dolayısıyla ilköğretimden yükseköğretime kadar örgün eğitimin tüm kademelerinde öğrenciler öğrenmelerinde sorumluluk almak zorundadırlar (Korkmaz, 2007: 401). Bu değerlendirme, öğrenci merkezli öğretim yaklaşımının çağın eğitim gerekliliklerini sağlamak için önemli olduğunu göstermektedir.

Öğretmenler, öğrenme ortamında yaşanan sorunları ve eksiklikleri yerinde en iyi gören kişi konumundadırlar. Bu nedenle öğrencinin merkeze alınarak hazırlandığı rehber materyalin uygulanması sürecinde eylem araştırması yöntemi de araştırmayı daha güvenilir hale getirecektir.

2.6. Ortaöğretim Programlarında Çevre Eğitimi

Ülkemizde ortaöğretim programları Milli Eğitim Bakanlığı tarafından revize edilerek 2005-2006 eğitim öğretim yılından itibaren uygulanmaya başlanmıştır. Önceki ortaöğretim programlarında çevre içerikli ünite ve konulara seçmeli olarak verilen çevre ve insan dersi ile coğrafya ve biyoloji programlarında yer verilmekteydi.

Eski programda yer alan çevre içerikli ünite ve konular incelendiğinde, çevre sorunları ve kontrolü konularına fazla yer verilmediği görülmektedir. Örneğin önceki lise coğrafya programında çevre ve çevrenin korunması ile ilgili konular yer almamaktaydı. Bununla birlikte seçmeli ders olarak verilen çevre ve insan dersinin okulların çoğunda açılmadığı, açılan okullarda ise bu dersi tercih eden öğrenci sayısının oldukça az olduğu ve dersin genellikle kuramsal ve ezber ağırlıklı şekilde gerçekleştirildiği, bunun sonucunda ise öğrencilere çevre ile ilgili yeterli bilgi ve tutumun kazandırılmadığı tespit edilmiştir (Uzun ve Sağlam 2005). Örnek (1994) tarafından yapılan bir başka çalışmada ise lise biyoloji derslerinde öğrencilere çevre konusunda yeterli bilgi verilmediği ve programda yeni düzenlemeler yapılması zorunluluğu ortaya konmuştur. Revize edilen ve ülke genelinde uygulanan ortaöğretim programlarında ise çevre ile ilgili konulara biyoloji, coğrafya ve kimya ders programlarında yer verilmektedir.

Yenilenen ortaöğretim programları ile birlikte liselerde seçmeli ders olarak verilen çevre ve insan dersi müfredattan çıkarılmıştır. Bununla birlikte yenilenen kimya ders programına, eski programda yer almayan çevre kimyası konusu eklenmiştir.

Yeni biyoloji programında yer alan çevre konularında ise, eski programa oranla fazla bir değişiklik yapılmamıştır. Eski programda yer alan konular 9.,10. ve 12. sınıfa yayılmış, 9. sınıf biyoloji programına “Bilinçli Birey Yaşanabilir Çevre” ünitesi adı altında çevre sorunları konusu eklenmiştir.

Revize edilen ortaöğretim programlarında çevre içerikli ünite ve konularda yapılan en dikkat çekici değişiklik ise coğrafya öğretim programında yapılmıştır. Bu programda çevre konularına, biyoloji ve kimya programlarına oranla daha fazla yer verilmiştir. Yeni coğrafya öğretim programında, önceki programın öğretmenler tarafından bir eksiği olarak görülen çevre konuları artırılmış ve program, konuların birbirinin devamı olduğu sarmal bir özelliğe kavuşturulmuştur. Yenilenen programda çevre içerikli konulara büyük oranda “Çevre ve Toplum” öğrenme alanı içerisinde yer verilmiştir (Alım baskıda).

Çevre dersi ile ilgili olarak 1999 yılında, Çevre Bakanlığı ve Milli Eğitim Bakanlığı arasında imzalanan “Çevre Eğitimi Konularında Yapılacak Çalışmalara İlişkin İşbirliği Protokolü” çerçevesinde, ortaöğretim kurumlarında çevre dersinin haftada bir saat zorunlu ders olarak programda yer alması kararlaştırılmıştır (Çevre ve Orman Bakanlığı 2004). Ancak gerek eski gerekse yeni ortaöğretim programında zorunlu bir çevre dersi bulunmamaktadır.

Araştırma sürecinde en önemli nokta, bir araştırmacının yürütmek istediği projesinin problemini iyice kavradıktan sonra, hangi araştırma yönteminin, projenin doğasına uygun olduğuna bizzat kendisinin karar vermesidir (Karasar M., 1994).

Bu araştırmanın amacı, ‘eğitimde eylem araştırması’ yöntemiyle çalışmayı gerektirmektedir. Literatür incelendiğinde de, yapılan benzer çalışmalarda eylem araştırması yöntemi kullanıldığı görülmektedir.

Yapılan çalışmada, eylem araştırması yönteminin, araştırmanın amacını ortaya koyabilmede uygun bir yöntem olduğuna karar verilmiştir. Ayrıca, eylem

araştırmalarının, eğitim alanında özellikle öğretmenlerin mesleki öğrenmelerini artıran ve dolayısıyla öğrencilerin öğrenme kalitesine etki eden bir araştırma yöntemi olması da çalışmanın amacına yöneliktir.

Bunun yanı sıra, eylem araştırmasında geliştirilmek veya değiştirilmek istenen durumla ilgili verilerin toplanması ve bu verilerin analiz edilmesi sürecinde çeşitli teknik ve yöntemler kullanılabilmesi de çalışmanın amacına yöneliktir. Alinyazında eylem araştırması daha çok nitel araştırma yöntemi olarak görülmektedir. Belli bir yer ve katılanlarla sınırlı sonuçlar ortaya koyduğu, elde edilen sonuçlar yerel nitelikte olduğu ve genelleme amacı taşımadığı için (Karasar, 1999) eylem araştırmasının bir nitel araştırma yaklaşımı olduğunu söylemek mümkün olabilir. Ancak Kock (1997, s. 75) bu anlayışın bir mit (myth) olduğunu ve eylem araştırması için seçilecek yöntemlerin araştırmacının yetişmişlik düzeyine ve araştırma konusunun özelliklerine dayandığını, bu durumlara bağlı olarak da eylem araştırmasında hem nitel hem de nicel yöntemlerin kullanılabileceğini belirtmektedir. Bogdan ve Biklen de (1992, s. 223) bu görüşü destekleyen açıklamalarda bulunmaktadır.

Yapılan çalışmada, eylem araştırmasında yaygın olarak kullanılan yöntem ve tekniklerden olan günlük tutma, gözlem ve görüşme kullanılmıştır. Borgia ve Schuler, 1996; Bogdan ve Biklen, 1992; Elliot, 1991; Q'Brien, 2003, on-line). Eylem araştırmalarında nicel yöntemler de kullanılabilirdiğinden, çalışmada başarı testi ve tutum ölçeği de kullanılmıştır.

Bu doğrultuda, öncelikle pilot çalışmada, daha sonra asıl uygulamada eylem araştırması yöntemi kullanılmıştır. Planlanan çalışmanın okulda yapılabilmesi için gereken yasal izinler alınmış ve pilot uygulama çalışmaları dört hafta-16ders-boyunca yapılmıştır.

'Ekosistem Ekolojisi' konusu ortaöğretim 10. Sınıf programında yer aldığından, örnekleme 10. sınıf öğrencileri bulunmaktadır. Çalışmanın pilot uygulamasında ise 11. sınıf öğrencileri bulunmaktadır. Değişen öğretim programına göre, her iki düzeyde de öğrencilerin konu ile bilgisi benzer düzeydedir.

Pilot çalışmada 23 öğrenci, asıl uygulamada ise 220 öğrenci yer almaktadır. Pilot çalışma araştırmacı tarafından yapılmış olup, asıl uygulamada farklı 3 öğretmen daha yer almaktadır.

2.7. Rehber Materyalin Geliştirilmesi

Ortaöğretim biyoloji programı 2718 sayılı tebliğler dergisinde Eylül 2018'de yayınlanmış ve 2018-2019 öğretim yılında uygulanması öngörülmüştür. Programda yer alan biyoloji üniteleri hakkında zümre öğretmenleri ile yapılan mülakatlarda, 10. sınıflarda 'Ekosistem Ekolojisi' konusunun da çok önemli bir konu olduğu, ancak konunun dönemin sonuna denk gelmesi ve öğrencilerin çevre konusunda beklenen düzeyde duyarlı olmadığı belirtilmiştir. Seçilen bu konunun daha iyi öğretilmesi için ne şekilde verilmesi gerektiği hususunda öğretmenlerin görüşleri alındığında ortak nokta, öğrencilerin ezberlemeyeceği, uygulamalı ve öğrenci merkezli olacak şekilde konuların verilmesi gerektiği fikridir. Materyal geliştirilirken Pearson-öğrenci merkezli yaklaşım kullanılmıştır. Bu yaklaşıma göre öğretmen dersi planlarken

öğrenciyi daima merkeze almalıdır. Bu aşamadan sonra ilk işlem olarak programdaki amaçlar ve öğrenci kazanımları irdelenmiştir. Amaç ve kazanımlar programda yer aldığı şekliyle kabul edilmiştir. İçeriğin belirlenmesinde MEB tarafından yayınlanan kitabın yanı sıra birçok farklı Türkçe ve İngilizce kaynak gözden geçirilmiştir.

İçerik hazırlanmadan önce, öğrenci merkezli yaklaşımın nasıl olması gerektiği konusu ile ilgili alanında uzman kişiden bir yıl boyunca eğitim alınmıştır. Bu yaklaşımda hangi tekniklerin olduğu ve bu tekniklerin nasıl kullanılması gerektiği uygulamalı olarak gösterilmiştir. Eğitim sürecinde, birçok tekniğin nasıl kullanılabileceği, öğrencinin merkeze nasıl alınabileceği, eğitimde farklılaştırmanın önemi ve bunların kalıcı öğrenmeye nasıl katkıda bulunduğu hakkında oldukça detaylı bilgi sahibi olunmuştur. Eğitim sonrasında ise, 'Ekosistem Ekolojisi' konusu ile ilgili hangi etkinliklerin kullanılabilmesi ve bu etkinlikler sırasında nelere dikkat edilmesi gerektiği literatürde incelenmiştir. Daha sonra araştırmacı tarafından, hangi etkinliği kullanmanın öğrenciyi merkeze alacağı ve kalıcı öğrenmeye katkı sağlayacağı belirlenmiştir. Bu doğrultuda bir 'ders Planlayıcı' hazırlanmış ve daha sonra bu plan ölçme ve değerlendirme uzmanının da katkısıyla son şeklini almıştır.

2.8. Veri Toplama Araçları

Bu çalışmada veri toplamak amacıyla; öğrencilerin başarılarını belirlemek için 'Ekosistem Ekolojisi' konusu başarı testi, öğrencilerin tutumlarını ölçmek için 'Ortaöğretim Öğrencilerinin Biyoloji Bilimine ve Dersine Yönelik Tutum Ölçeği', ve biyoloji öğretmenlerinin 'Ekosistem Ekolojisi' konusunun rehber materyal kullanarak işlenmesi sürecinde düşüncelerini öğrenmek için öğretmen mülakatı kullanılmıştır.

Bu çalışmada aynı test formunun iki ayrı zamanda uygulanması tekniği kullanılmıştır. Araştırma için hazırlanan başarı testi materyalin uygulama öncesinde (ön test) ve sonrasında (son test) kullanılmıştır. Amaç uygulama öncesinde ve sonrasında öğrencilerin bilişsel düzeylerini tespit edip, karşılaştırma yapmaktır. Test hazırlamak amacıyla, Türkçe ve İngilizce birçok kaynak araştırılarak 35 soru toplanmıştır. Bu sorulardan eleme yapılarak, pilot çalışma için öğretim programındaki ve hazırlanan rehber materyaldeki öğrenci kazanımlarını ölçebilecek 20 sorudan oluşan bir başarı testi hazırlanmıştır. Testteki her sorunun beş cevap seçeneği bulunmaktadır. Hazırlanan testin güvenilirlik ve geçerliliğini belirlemek amacıyla pilot çalışma yapılmıştır. Pilot uygulama sonrasında soru sayısı 15'e indirilmiştir.

Öğrencilerin uygulama öncesindeki biyoloji bilimine ve dersine yönelik tutumları ile öğrenci merkezli öğretimden sonraki biyoloji bilimine ve dersine yönelik tutumlarını tespit etmek amacıyla, 13 olumlu ve 10 olumsuz ifadenin yer aldığı toplam 23 önermeden oluşan bir ölçek kullanılmıştır. Bu ölçek Atik A., Kayabaşı Y., Yağcı E. Ve Erkoç F. tarafından geliştirilmiştir. Ölçeğin Cronbach Alpha İç Tutarlılık Katsayısı ölçeğin geneli için 0.928 olarak tespit edilirken, ilgi boyutu için 0.887, zevk boyutu için 0.897 ve kaygı boyutu için 0.786 olarak bulunmuştur. Ölçek faktörleri arasındaki korelasyon incelendiğinde, istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif ilişki durumları belirlenmiştir. Bu ilişkilerin yüksek ve pozitif yönde olması ölçeğin

bağımsız faktörlerden oluştuğunu ifade etmektedir. BBDTÖ'nün KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) değeri 0.952 ve Barlett Testi değeri 9390.627 olarak ortaya çıkmıştır.

Rehber materyal hazırlamaya başlamadan önce biyoloji öğretmenleri (4 kişi) ile informal mülakatlar yapılmıştır. Burada amaç, öğretmenlerin konuları nasıl öğrettikleri, varsa öğretmekte zorlandıkları hususları tespit etmektir. Ayrıca materyalin hazırlanması esnasında öğretmenler ile informal mülakatlar yapılmıştır. Materyal uygulandıktan sonra, dört biyoloji öğretmeni ile yarı yapılandırılmış mülakatlar, her sınıftan on öğrenciyle yapılandırılmamış mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Öğretmenlerle yapılan mülakatlarda, 'Ekosistem Ekolojisi' konusunu nasıl işledikleri, karşılaştıkları sorunlar, öğrencilerin yanlış anlamalarının neler olduğu ve daha kalıcı bir öğretim yapılabilmesi neler yapılmalı gibi konularda bilgi edinmek amaçlanmıştır. Öğrencilerle yapılan mülakatlarda ise, öğrencilerin, öğrenci merkezli öğretimde yapılan etkinlikler hakkındaki düşünceleri ve bu etkinliklerden hangilerinin anlaşılmasının zor olduğunu öğrenmek amaçlanmıştır.

2.9. Pilot Uygulamanın Yapılması

Çalışma için hazırlanan 'Ekosistem Ekolojisi Başarı Testi', 'Ortaöğretim Öğrencilerinin Biyoloji Bilimine ve Dersine Yönelik Tutum Ölçeği' ile ilgili gerekli düzenleme ve değişikliklerin yapılarak son hallerinin verilebilmesi amacıyla her bir ölçme aracı için pilot uygulama yapılmıştır.

2.9.1. Ekosistem Ekolojisi Konusu Başarı Testinin Pilot Uygulaması

'Ekosistem Ekolojisi' konusundaki öğrenci kazanımlarına yönelik 20 soruluk çoktan seçmeli bir test hazırlanmıştır. Pilot uygulamadan önce test, Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Bölümü, Biyoloji Eğitimi Anabilim Dalında görev yapan öğretim elemanlarına, Ankara il merkezinde görev yapan 8 biyoloji öğretmenine ve ölçme değerlendirme uzmanı 2 kişiye inceletirilmiştir. Daha sonra test, 23 kişiden oluşan 11. sınıf öğrencilerine 3 hafta arayla uygulanmıştır. Böylelikle öğrencilerin anlamakta zorluk çektikleri soruların olup olmadığı, testi ne kadar sürede cevaplayabildikleri tespit edilmek istenmiştir.

Ölçme araçlarının güvenilirliğinin belirlenmesinde temel amaç, hataların ölçme aracına etki derecesinin ortaya konmasıdır. Bu amaçla güvenilirlik katsayısı hesaplanır. Hesaplanan güvenilirlik katsayısı sayısal olarak 0-1 arasında değerler alır (Erden, 1998). Ölçme sonuçları tesadüfi hatalardan ne derece arınık ise güvenilirlik katsayısı da üst sınıra o derece yaklaşır (Ercan, İ., Kan, İ., 2004)

Bu teknikte korelasyon katsayısı hesaplanmasında kullanılan formül aşağıda verilmiştir (Altıntaş, G. E., 1998).

$$r_s = 1 - \frac{6(\sum d^2)}{n(n^2 - 1)}$$

Burada; r_s , Spearman sıra farkı korelasyon katsayısı. D, 1. ve 2. uygulamadaki öğrenci sıralamaları arasındaki fark, N ise öğrenci sayısıdır. Bu çalışmada pilot uygulamanın ilk ve son test verileri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1

Pilot Uygulamanın İlk ve Son Test Verileri

Öğrencinin Adı Soyadı	I.Uygulama Sonucu	I.Sıralama	II.Uygulama Sonucu	II.Sıralama	D	D ²
D.P	12	20	8	19,5	0,5	0,25
Z.M	14	8,5	13	10,5	-2,5	6,25
D.A	12	20	7	21	-1	1
B.B	15	5	15	4	1	1
E.Ö	14	8,5	14	7,5	1	1
A.T	8	20	8	19,5	0,5	0,25
C.Ç	16	2	17	1	1	1
K.A	14	8,5	14	7,5	1	1
S.İ	9	17	9	17	0	0
Y.Y	13	11,5	13	10,5	1	1
D.K	10	14	11	13,5	0,5	0,25
B.D	9	17	9	17	0	0
I.E	6	22	6	22	0	0
A.K	13	11,5	12	12	-0,5	0,25
C.G	4	23	5	23	0	0
B.Ş	16	2	15	4	-2	4
E.E	14	8,5	14	7,5	1	1
Z.G	10	14	10	15	-1	1
M.İ	9	17	9	17	0	0
S.Ş	15	5	14	7,5	-2,5	6,25
E.Y	15	5	15	4	1	1
E.N	10	14	11	13,5	0,5	0,25
T.C	16	2	16	2	0	0

Çizelge yardımıyla korelasyon katsayısı hesaplanmıştır ve bu çalışmada madde analizleri yapılmıştır.

Madde analizi için testin uygulandığı 23 kişilik grubun tamamı incelenmiştir. Buna en yüksek puan alan 12 kişi üst grubu, en düşük alan 11 kişi ise alt grubu oluşturmaktadır. Her madde için güçlük indisleri ve ayırıcılık indisleri hesaplanmıştır. Bu indisleri hesaplamak için kullanılan formüller aşağıda verilmiştir.

Güçlük indisi:

$$P = (D_{\bar{u}} + D_a) / 2N$$

Bu hesaplamalarda sınavmatik programı kullanılmıştır.

Formülde P: Maddenin güçlük derecesi

D_ü: Üst grupta doğru cevap sayısı

D_a: Alt grupta doğru cevap sayısı

N: Tüm grup

Testlerin ortalama güçlüklerinin genellikle 0,50 civarında olması istenir (Campbell, L.,1997). Bir testi oluşturan tüm maddelerin güçlük indisler toplamının madde sayısına bölünmesiyle güçlük indisleri ortalaması elde edilir.

Ayırıcılık indisi;

$$d = (D_{\bar{u}} - D_a) / N$$

formülü ile hesaplanır. Maddenin ayırıcılık indisi çift serili korelasyon çizelgesinde bakılarak bulunur.

2.9.2. Rehber Materyalin Pilot Uygulaması

Hazırlanan rehber materyalin uygulanması ve sonucunda gereken eksikliklerin giderilerek düzenlemelerin yapılması için, 2018-2019 öğretim yılı ikinci döneminde ODTÜ GVO Özel Lisesi'nde pilot çalışması yapılmıştır. Çalışma 13 kız, 10 erkek öğrenci olmak üzere toplam 23 öğrenci üzerinde yapılmıştır. Materyalin uygulanması 16 ders saati sürmüştür. Dersler araştırmacı tarafından işlenmiştir. Ders sonlarında öğrencilerle mülakatlar yapılarak uygulama ve etkinlikler ile ilgili öğrencilerin düşünceleri not edilmiştir. Materyalin uygulanması sürecinde karşılaşılan sorunlar öğretmen tarafından not edilmiştir. Bu sorunların nedeni araştırılarak çözüm yolları bulunmuştur. Uygulama esnasında, seviyeye göre uygun olmayan veya öğrencilerin anlamakta zorlandığı etkinlikler materyalden çıkarılmıştır.

2.9.3. Ortaöğretim Öğrencilerinin Biyoloji Bilimine ve Dersine Yönelik Tutum Ölçeğinin Pilot Uygulaması

Tutum ölçeği 11. Sınıf olan 23 öğrenciye uygulanmıştır. Ölçek verilerinin analizinde Açıklayıcı Faktör Analizi (AFA), Cronbach Alpha katsayısı, Pearson Momentler Çarpımı Korelasyon Katsayısı ve betimsel istatistikler kullanılmıştır. Biyoloji bilimine ve dersine yönelik tutum ölçeğinin KMO (Kaiser- Meyer-Olkin) değeri 0.95 ve Barlett Testi değeri 9390.63 olarak bulunmuştur. Yapılan döndürülmüş temel bileşenler analizi sonucunda ölçeğin üç alt boyuttan oluştuğu belirlenmiştir: İlgi, zevk ve kaygı. Ölçeğin geneli için Cronbach Alpha güvenirlik katsayısı 0.93 olarak tespit edilirken; ilgi boyutu için 0.89, zevk boyutu için 0.90 ve kaygı boyutu için 0.77 olarak hesaplanmıştır. Ölçek boyutları arasındaki korelasyon incelendiğinde, istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif ilişki durumları belirlenmiştir. Geliştirilen 60 maddelik birinci deneme formunda yer alan maddelerin kapsam geçerliliğinin sağlanabilmesi için alanında uzman kişiler tarafından ön incelemeden geçirilmiştir. Bu incelemede özellikle anlaşılabilirlik, ölçme aracının hedeflenen konu kapsamını temsil edebilirliği, kapsam, olumlu-olumsuz cümle ayrımının doğruluk düzeyi ve görünüş geçerliği üzerinde durulmuştur. Bu kapsamda ölçek maddeleri bir biyoloji eğitimi alan uzmanına, iki program geliştirme ve değerlendirme alan uzmanına, dört biyoloji öğretmenine ve bir dil uzmanına verilerek taslak ölçeği değerlendirmeleri istenmiştir. Taslak formda yer alan maddelerin uzman görüşlerini belirlemek için “uygun/geçerli, uygun/geçerli değil” şeklinde iki seçenekli bir cevap formatı kullanılmıştır. Uzmanların her bir maddenin geçerli olduğu noktada uyuşma düzeylerine bakılarak (%90-100) 47 madde değiştirilmemiş, (%70-80) altı maddede düzeltme yapılmış, (%70'in altında) yedi madde formdan çıkarılmıştır. Bu çalışmaların ardından 53 maddelik deneme formu oluşturulmuştur. Belirtilen eleştiri ve öneriler doğrultusunda ölçek yeniden düzenlenmiş ve deneme formuna 53 madde olarak son hali verilmiştir. Deneme formunda bulunan maddelerden 31'i olumlu, 22'si olumsuz ifadelerden oluşmaktadır.

3. BULGULAR

3.1. Ekosistem Ekolojisi Konusu Başarı Testinin Pilot Uygulaması

Sonuçları ve Yorumları

Korelasyon katsayısı hesaplamasında kullanılan formül ile Tablo 1’de yer alan veriler kullanıldığı zaman elde edilen korelasyon katsayısı ile çalışmadaki madde analizleri yapılmıştır. Test 1 ve Test 2’ye ait başarı testi madde analizlerinin sonuçları Tablo 2 ve Tablo 3’te gösterilmiştir.

Tablo 2

Test-1 Başarı Testinin Madde Analizi

Başarı Testi							N=23	Karar(Kalite)	
Soru No	Seçenekler						P= Güçlük Derecesi		r=Ayrıtedicilik Açıklamalar
	A	B	C	D	E	Boş			
1 Üst A Alt	6 5	0 0	0 0	0 0	0 1	0 0	0,96	0,46	Çok iyi bir madde
2 Üst E Alt	0 0	0 1	0 0	0 1	6 4	0 0	0,83	0,52	Çok iyi bir madde
3 Üst C Alt	0 0	1 3	5 2	0 1	0 0	0 0	0,57	0,41	Çok iyi bir madde
4 Üst C Alt	0 0	5 4	0 1	0 0	1 1	0 0	0,04	-0,34	Çok zayıf bir madde, testten çıkarılmalı
5 Üst D Alt	0 4	0 1	0 0	6 1	0 0	0 0	0,57	0,64	Çok iyi bir madde
6 Üst E Alt	0 1	0 0	0 0	0 4	6 1	0 0	0,57	0,73	Çok iyi bir madde
7 Üst D Alt	0 0	0 1	0 0	6 4	0 1	0 0	0,91	0,57	Çok iyi bir madde

8 Üst D Alt	0 0	4 3	0 0	2 2	0 1	0 0	0,39	0,12	Çok zayıf bir madde, testten çıkarılmalı
9 Üst A Alt	6 3	0 0	0 1	0 1	0 1	0 0	0,70	0,45	Çok iyi bir madde
10 Üst B Alt	0 0	6 4	0 1	0 1	0 0	0 0	0,87	0,39	Düzeltilmeli ve geliştirilmeli
11 Üst E Alt	1 1	1 1	0 4	1 0	3 0	0 0	0,22	0,42	Çok iyi bir madde
12 Üst E Alt	0 1	0 1	2 0	1 3	3 1	0 0	0,43	0,13	Çok zayıf bir madde, testten çıkarılmalı
13 Üst B Alt	0 2	6 3	0 0	0 1	0 0	0 0	0,70	0,43	Çok iyi bir madde
14 Üst D Alt	0 3	0 2	0 1	6 0	0 0	0 0	0,57	0,76	Çok iyi bir madde
15 Üst E Alt	0 0	0 0	0 3	1 0	5 3	0 0	0,57	0,14	Çok zayıf bir madde, testten çıkarılmalı
16 Üst C Alt	0 0	0 3	4 0	0 0	2 3	0 0	0,35	0,45	Çok iyi bir madde
17 Üst B Alt	0 0	6 6	0 0	0 0	0 0	0 0	0,91	0,18	Çok zayıf bir madde, testten çıkarılmalı

18Üst D Alt	0 0	0 0	1 0	4 0	1 6	0 0	0,39	0,55	Çok iyi bir madde
19Üst E Alt	0 0	0 1	0 0	0 2	6 3	0 0	0,87	0,57	Çok iyi bir madde
20Üst B Alt	4 5	1 0	0 1	0 0	0 0	1 0	0,17	0,28	Düzeltilmeli ve geliştirilmeli

Tablo 3

Test 2-Başarı Testinin Madde Analizi

Başarı Testi							N=23		
Soru No	Seçenekler						P= Güçlük Derecesi	r=Ayrırtedicilik Açıklamalar	Karar (Kalite)
	A	B	C	D	E	Boş			
1 Üst A Alt	5 5	1 0	0 0	0 0	0 1	0 0	0,92	0,45	Çok iyi bir madde
2 Üst E Alt	0 0	0 1	1 0	0 0	5 5	0 0	0,81	0,54	Çok iyi bir madde
3 Üst C Alt	0 0	1 3	5 2	0 1	0 0	0 0	0,57	0,41	Çok iyi bir madde
4 Üst C Alt	0 0	5 4	0 1	0 0	1 1	0 0	0,06	-0,30	Çok zayıf bir madde, testten çıkarılmalı
5 Üst D Alt	0 5	1 1	0 0	5 0	0 0	0 0	0,52	0,67	Çok iyi bir madde
6 Üst E Alt	0 1	0 0	0 0	0 5	6 0	0 0	0,58	0,74	Çok iyi bir madde

7 Üst D Alt	0 0	0 1	0 0	6 4	0 1	0 0	0,90	0,58	Çok iyi bir madde
8 Üst D Alt	0 0	5 4	0 0	1 1	0 1	0 0	0,38	0,11	Çok zayıf bir madde, testten çıkarılmalı
9 Üst A Alt	6 3	0 0	0 1	0 1	0 1	0 0	0,70	0,45	Çok iyi bir madde
10Üst B Alt	0 0	6 4	0 1	0 1	0 0	0 0	0,82	0,38	Düzeltilmeli ve geliştirilmeli
11Üst E Alt	1 1	1 1	0 3	1 1	3 0	0 0	0,25	0,45	Çok iyi bir madde
12Üst E Alt	0 1	1 1	1 2	1 1	3 1	0 0	0,41	0,10	Çok zayıf bir madde, testten çıkarılmalı
13Üst B Alt	0 2	6 3	0 0	0 1	0 0	0 0	0,70	0,43	Çok iyi bir madde
14Üst D Alt	0 3	0 2	0 1	6 0	0 0	0 0	0,58	0,74	Çok iyi bir madde
15Üst E Alt	0 0	0 0	3 3	1 0	2 3	0 0	0,58	0,13	Çok zayıf bir madde, testten çıkarılmalı
16Üst C Alt	0 0	0 3	4 2	0 0	2 1	0 0	0,33	0,43	Çok iyi bir madde

17Üst B Alt	0 0	6 6	0 0	0 0	0 0	0 0	0,91	0,18	Çok zayıf bir madde, testten çıkarılmalı
18Üst D Alt	0 0	1 0	1 0	3 0	1 6	0 0	0,37	0,53	Çok iyi bir madde
19Üst E Alt	0 0	0 1	0 0	0 2	6 3	0 0	0,80	0,57	Çok iyi bir madde
20Üst B Alt	4 5	1 0	1 1	0 0	0 0	0 0	0,14	0,27	Düzeltilmeli ve geliştirilmeli

3.2. Ortaöğretim Öğrencilerinin Biyoloji Bilimine ve Dersine Yönelik Tutum Ölçeğinin Pilot Uygulama Sonuçları ve Yorumları

Biyoloji bilimine ve dersine yönelik tutum ölçeğinin KMO (Kaiser- Meyer- Olkin) değeri 0.95 ve Barlett Testi değeri 9390.63 olarak bulunmuştur. Yapılan döndürülmüş temel bileşenler analizi sonucunda ölçeğin üç alt boyuttan oluştuğu belirlenmiştir: İlgi, zevk ve kaygı. Ölçeğin geneli için Cronbach Alpha güvenilirlik katsayısı 0.93 olarak tespit edilirken; ilgi boyutu için 0.89, zevk boyutu için 0.90 ve kaygı boyutu için 0.77 olarak hesaplanmıştır. Ölçek boyutları arasındaki korelasyon incelendiğinde, istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif ilişki durumları belirlenmiştir.

60 maddelik birinci deneme formunda yer alan maddelerin kapsam geçerliliğinin sağlanabilmesi için alanında uzman kişiler tarafından ön incelemeden geçirilmiştir. Uzmanların her bir maddenin geçerli olduğu noktasında uyuşma düzeylerine bakılarak (%90-100) 47 madde değiştirilmemiş, (%70-80) altı maddede düzeltme yapılmış, (%70'in altında) yedi madde formdan çıkarılmıştır. Bu çalışmaların ardından 53 maddelik deneme formu oluşturulmuştur. Belirtilen eleştiri ve öneriler doğrultusunda ölçek yeniden düzenlenmiş ve deneme formuna 53 madde olarak son hali verilmiştir. Deneme formunda bulunan maddelerden 31'i olumlu, 22'si olumsuz ifadelerden oluşmaktadır.

3.3. Güçlük ve Ayırıcılık İndislerinin Hesaplanma Sonuçları ve Yorumları

Güçlük indisi formülü ile yapılan hesaplama sonucunda başarı testinin güçlük indisi ortalaması 0,58 olarak bulunmuştur.

Ayırıcılık indisi (D) değeri 0,40 ve daha yukarı değerler için soru 'çok iyi', 0,30-0,40 değerleri için soru 'iyi', 0,20-0,30 değerleri için soru 'zorunlu hallerde kullanılabilir', 0,20'den küçük değerlerde ise soru 'kullanılmamalı'dır. Ayırıcılık indisi formülü ile hesaplanan değerlerin sonuçları şu şekildedir; 1, 2, 3, 13, 14, 16, 18 ve 19 çok iyi, 5, 6, 7, 9, 11 oldukça iyi bir madde, 10 ve 20 düzeltilmeli ve

geliştirilmeli, 4, 8, 12, 15 ve 17. Maddeler ise çok zayıf maddeler, testen çıkarılmalı olarak bulunmuştur. Birinci ölçmeden sonra, bazı maddeler üzerinde düzeltmeler yapılmış, bazıları da değiştirilmiştir. İkinci ölçmenin sonunda da madde analizi yapılarak soru sayısı 15'e indirilmiştir.

Bu test öğrencilerin uygulamadan önce ve sonra başarıları arasında ne gibi bir fark olduğunu belirlemek amacıyla 23 öğrenciye uygulanmıştır. Uygulama sonuçları Tablo 4'te verilmiştir.

	P _{ort.}	\bar{x}	KR20	S
Test 1	0,58	12	0,74	4
Test 2	0,57	13	0,80	4,3

4. SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu bölümde, araştırma sonuçlarının yorumu ve tartışması yapılmış olup ayrıca konu ile ilgili olarak yapılabilecekler hakkında bazı önerilerde bulunulmuştur.

Ülkemizde öğrenci merkezli eğitim, uygulama noktasında her geçen gün daha da gelişmektedir ve önemi daha da anlaşılmaktadır ve dolayısıyla bu uygulamayla birlikte öğretmenin aktif, öğrencinin pasif olduğu geleneksel eğitim uygulamasından uzaklaşmaya başlanmıştır. Bu uygulamanın yerini öğrencinin aktif, öğretmenin rehber olduğu yeni uygulama almıştır. Öğrenci merkezli eğitimde öğretmen öğrenciyi motive eden, yeni konulara karşı ilgi uyandıran, yönlendirici konumundadır, yani bir nevi rehberdir. Öğretmen, konuyu derinlemesine bilen kişidir ancak esas olarak öğrenci merkezli eğitimde öğretmen, bilgiyi aktaran değil, öğrenciyi bilgi kaynaklarına yönlendiren onu aktif hale getirip bu kaynaklardan bilgi edinmesini sağlayandır. Bu şekilde yapılan eğitim beraberinde öğrencilerde kalıcı öğrenmeyi de getirecektir.

Yapılan araştırmalara göre öğretmen, öğrenci merkezli eğitim anlayışını tam olarak benimseyememiştir. Ayrıca araştırmalar gösteriyor ki Eğitim Bakanlığının ortaya koyduğu yeni eğitim sistemiyle uygulamaya başlanan öğrenci merkezli eğitim anlayışıyla ilgili öğretmen yeterince de bilgilendirilmemiştir. Öğretmenler öğrenci merkezli eğitim uygulamaları ile ilgili hizmet içi eğitime ihtiyaçları olduğunu açıkça ortaya koymuşlardır. Ayrıca öğrenci merkezli eğitimi uygulamada karşılaşacağı güçlükleri ortadan kaldırmak ve gerektiği gibi uygulayabilmek için ona öncülük edecek, danışmanlık yapacak bir birimin eğitim bakanlığında kurulması gerektiği görüşündedirler.

Öğretmen, öğrenci merkezli eğitimi tanımadığından ve yeterince bilgi sahibi olmadığından 2005 – 2006 öğretim yılında kullanılmaya başlanan ders kitaplarının amaca uygun kullanılmadığı ortaya çıkmıştır. Öğretmen, öğrenci merkezli eğitimle ilgili yöntemleri kullanabilmek için okullarda uygun altyapının bulunmadığını düşünmektedir. Öğretmenin tam olarak bilgi sahibi olmadığı ve uygulamada hizmet içi eğitime ve konu ile ilgili bilgilendirilmeye ihtiyaç duyduğu bir ortamda öğrencilerin de yeni sisteme hazır olmadığını düşünmek gayet doğaldır.

Bu bulgulardan hareketle, öğretmenin öğrenci merkezli eğitimi gerektiği gibi yapabilmesi için detaylandırılmış bir rehber materyalin etkili olacağı

düşünölmektedir. Öğretmenlerin kendi anlatım yöntem ve teknikleri de katacağı bu materyalin öğrenci merkezli öğretim sürecinde yaşanan olumsuzlukları en aza indireceği düşünölmektedir. Hazırlanan rehber materyal öğrenciyi merkeze aldığından, beraberinde öğrencilerde kalıcı öğrenmeyi de getirmektedir.

Öğretmenlerin öğrenci merkeze alan rehber materyal ile ilgili görüşleri de, bu etkinliklerin derslerindeki etkililiğini ortaya koymaktadır. Uygulamadan sonra görüşme yapılan öğretmenlerin hepsi, rehber materyal içeriğinde kullanılan yöntem ve teknikleri faydalı ve öğretici bulmuştur. Öğretmenler, ders dışında araştırma yapmaları ve dersin herkesin katılımıyla yürütölməsi sebebiyle öğrenci merkezli etkinliklerin faydalı olduğunu düşünöduğlerini ifade etmişlerdir. Derste uygulanan yarışma, grup çalışması, soru-cevap ve tartışma gibi etkinliklerin önemini vurgulayan öğretmenler, bu etkinliklerin dersi sıkıcılıktan kurtardığı ve dersin daha zevkli hale gelmesini sağladığını belirtmişlerdir. Öğretmenlere göre sınıfın kalabalık olması ve ders için ayrılan sürenin yetersizliği öğrenci merkezli etkinliklerin uygulanmasını engelleyen en önemli faktörlerdir. Öğretmenlerin, biyoloji dersi ekoloji konusunda uygulanan öğrenci merkezli etkinlikler hakkındaki görüşleri konuyla ilgili olarak şahin vd (2004) tarafından yapılan araştırma bulgularıyla da örtüşmektedir. Öğretmenlerin öğrenci merkezli etkinliklerle yürütölen ekoloji konusu ile ilgili olumlu görüşleri öğrencileri öğrenmeye motive etmiş ve başarılarını artırmış olabilir. Nitekim, Korkmaz (2007) tarafından yürütölen benzer bir çalışmada da öğrenci merkezli etkinliklerle ders alan öğrenciler, uygulanan etkinliklerin kendilerini öğrenmeye motive ettiğini, bu nedenle bilgilerinin daha kalıcı olduğunu düşünöduğlerini ifade etmişlerdir.

KAYNAKLAR

Altıntaş, G. E. (1998). *İlköğretim okulları 4. sınıf fen bilgisi öğretiminde Araç Gereç (Deney Yaprakları) ve Bulmaca Tekniğinin Öğrencilerin Akademik Başarısına Katkısı*. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Denizli.

Bogdan, R. C. & Biklen, S. K. (1992). *Qualitative Reseach for Education. An Introduction to Theory and Methods*. London: Allyn and Bacon.

Borgia, E. T. & Schuler, D. (1996). Action Research in Early Childhood Education. ERIC Digest. ERIC Number: ED401047, 1-7.

Bruce, S.M. & Pine, G.J. (2010). Action research in special education: an inquiry approach for effective teaching and learning. *Teachers College Press*, New York.

Campbell, L (1997)., Variations on a theme. *Educational Leadership*, 55(1), 312-315.

Cheney, D. (1998). Using action research as a collobrative process to enhance educators' and families knowledge and skills for youth with emotional or behavioral disorders. *Preventing School Failure*, 42(2), 88-93.

Cox, S. & Robinson-Pant, A. (2008). Power, participation and decision making in the primary classroom: children as action researchers. *Educational Action Research*, 16(4), 457-468.

Cronbach, L. J., Schonemann, P., & McKie, D. (1965). Alpha coefficients for stratified-parallel tests. *Educational and Psychological Measurement*, 25, 291-312.

Çolak, A. Vuran, S. ve Uzuner, Y. (2013). Kaynaştırma uygulanan bir ilköğretim sınıfındaki sosyal yeterlik özelliklerinin betimlenmesi ve iyileştirilmesi çalışmaları. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Özel Eğitim Dergisi*, 14(2), 33-49.

Ercan, İ., & Kan, İ. (2004). Ölçeklerde güvenirlik ve geçerlik, Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi, Biyoistatistik Anabilim Dalı. *Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi* 30(3) 211-216.

Erden, M. (1998). *Eğitimde program değerlendirme*. Ankara: Anı Yayıncılık.

Elliot, J. (1991). *Action research for educational change*. UK: McGraw Education.

Evertson, C. M., Emmer, E. T., Sanford, J. P. & Clements, B. S. (1983). Improving classroom management: An experiment in elementary school classrooms. *The Elementary School Journal*, 84(2),173-188.

Feldman, (2007). Teachers, responsibility and action research. *Educational Action Research*, 15(2), 239-252.

Ferrance, E. (2000). Themes in education: action research. *Brown University: The Education Alliance*, 34(1).

Goodnough, K. (2011). Examining the long-term impact of collaborative action research on teacher identity and practice: the perceptions of K-12 teachers. *Educational Action Research*, 19(1), 73-86.

Greenwood, C. R., & Carta, J.J. (1987). An ecobehavioral interaction analysis of instruction within special education. *Focus on Exceptional Children*, 19(9),1-12.

Güleç-Aslan, Y. (2013) A training programme for a teacher working with a student with ASD: an action research. *Educational Sciences: Theory&Practice*, 13(4), 2229-2246.

Günkör, C., Eğitim ve kalkınma ilişkisinin incelenmesi. *Uluslararası Sosyal Bilimler Eğitimi Dergisi*, 2017:3(1), 14-32.

Helskog, G.H. (2014) Justifying action research. *Educational Action Research*, 22(1), 4-20.

Jaipal, K. & Figg, C. (2011). Collaborative action research approaches promoting professional development for elementary school teachers. *Educational Action Research*, 19(1), 59-72.

Johnson, A.P. (2005). *A short guide to action research*. Boston: Pearson/Allyn & Bacon.

Karasar M., (1994). *Bilimsel araştırma yöntemi*. Ankara: Tekışık Matbaası.

Karasar, N. (1999). *Bilimsel araştırma yöntemi*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.

Kock, N. F., Jr. (1997). Myths in organizational action research: reflections on a study of computer supported process redesign groups. *Organizations and Society*, 4(9), 65-91.

Leff, S.S., Costigan, T. & Power, T.J. (2004). Using participatory research to develop a playground-based prevention program. *Journal of School Psychology*, 42, 3-21.

Morton, M. L. (2005). Practicing praxis: mentoring teachers in a low-income school through collaborative action research and transformative pedagogy. *Mentoring and Tutoring*, 13(1), 53-72.

O'Brien, R. (2003). An overview of the methodological Approach of Action Research. (On-line). <http://www.wb.nevrobrien/papers/artinal.hUm>.

Sen, R. & Goldbart, J. (2005). Partnership in action: introducing family-based intervention for children with disability in urban slums of Kolkata, India. *International Journal of Disability, Development and Education*, 52(4), 275-311.

Schoen, S.F. & Nolen, J. (2004). Action research: decreasing acting-out behavior and increasing learning. *Teaching Exceptional Children*, 37(1), 26-29.

Strambler, M.J. & McKown, C. (2013). Promoting student engagement through evidence-based action research with teachers. *Journal of Educational and Psychological Consultation*, 23, 87-114.

Stringer, E.T. (2007). *Action research*. London: Sage Publications.

Taş, U. (2007). *Türkiye'de kalkınma planları ışığında eğitimin kalkınmadaki rolü*. Yüksek Lisans Tezi, Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı İktisat Bilim Dalı. Eskişehir.

Uzuner, Y., İçden, G., Girgin, Ü., Beral, A. & Kırcaali-İftar, G. (2005). An examination of impacts of text related questions on story grammar acquisition of three Turkish youths with hearing loss. *International Journal of Special Education*, 20(2), 111-121.

Welch, M. & Chisholm, K. (1994). Action research as a tool for preparing specialists to use strategic interventions in educational partnerships. *Teacher Education and Special Education*, 17(4), 269- 279.

West, C. (2011). Action research as a professional development activity. *Arts Education Policy Review*, 112: 89-94.

8. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN MÜHENDİSLİK KAVRAMI İLE İLGİLİ BİLGİ DÜZEYLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Merve TAŞCI

Şanlıurfa Mehmet Hacıbozanoğlu Ortaokulu

Prof. Dr. Fatma ŞAHİN

Marmara Üniversitesi

Özet

Türkiye'deki fen öğretim programları, gelişmiş ülkelerin fen dersi programları incelenerek hazırlanmıştır. 2018 yılı Fen Bilimleri Öğretim Programı en son revize edilerek hazırlanmış programdır. Bu programda disiplinler arası bir bakış açısıyla araştırma-sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı temel alınmıştır. Programın vizyonu ise bütün bireyleri fen okuryazarı olarak yetiştirmektir. Öğretim programında yer alan beceriler; Bilimsel Süreç Becerileri, Yaşam Becerileri ve Mühendislik-Tasarım Becerileri olarak ifade edilmiştir. Mühendislik ve Tasarım Becerileri, fen, matematik, teknoloji ve mühendisliğin bütünleştirilmesini sağlamaktadır. Bu yaklaşım problemlere disiplinler arası bakış açısıyla, öğrencileri buluş ve inovasyon yapabilme seviyesine ulaştırmayı hedeflemektedir. Mühendislik uygulamalarına, tersine mühendislik uygulamalarından başlanması öğrencilerin kolay adapte olmasını sağlayacağı düşünülmektedir. Tersine mühendislik, bir tasarım sürecinin son ürününden başlayarak ve ardından ürünün nasıl çalıştığını anlamak için ürünü sistematik bir şekilde parçalara ayırarak sistem tasarımının temel bileşenlerini yeniden düzenler. Bir ürünü pazarlarken mühendislik tasarımının temel bileşenlerinin kullanıldığı varsayılırsa daha sonra ürünün sökülmesinin, nihai tasarımını düzenleyen orijinal problemi, kriterleri ve / veya kısıtlamaları potansiyel olarak gösterebileceği söylenebilir.

Bu çalışmanın amacı; tersine mühendislik uygulamalarının 8. Sınıf öğrencilerinin mühendislik alanına yönelik bilgi düzeylerini araştırmaktır. Araştırmanın çalışma grubunu 2018-2019 eğitim öğretim yılında Şanlıurfa ili Eyyübiye ilçesinde yer alan bir devlet okulunda öğrenim gören 28 adet 8. Sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Dersler mevcut fen programına tersine mühendislik uygulamaları eklenerek işlenmiştir. Araştırma nitel araştırma yöntemine göre tasarlanmıştır. Veriler Şahin ve Taşçı (2018) tarafından geliştirilen Mühendislik Alanı Bilgi Formu (MABF) ile toplanmıştır. Tersine mühendislik uygulamalarının etkililiğini incelemek amacıyla öğrencilere MABF formu ön ve son form olarak uygulanmıştır. Araştırmada; tersine mühendislik uygulamaları destekli eğitimin 8. sınıf öğrencilerinde mühendislik alanına yönelik bilgi düzeylerini geliştirmede etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Tersine mühendislik, Mühendislik eğitimi, STEM

INVESTIGATION OF EIGHTH GRADE STUDENTS' KNOWLEDGE ABOUT
THE CONCEPT OF ENGINEERING**Abstract**

Science programmes in Turkey were prepared by examining developed countries' science courses' syllabus. 2018 Science Curriculum is the programme that was lastly revised. In this programme, with a interdisciplinary view, research-questioning based learning approach is essential. Vision of this programme is to grow up each individual as a science literate one. The abilities placed in this programme; Scientific Process skills, Life skills and Engineering-Design skills. Engineering and Design skills provide the unification of science, mathematic, technology and engineering. This approach has a target to reach the students to the level of doing invention and innovative stuff by a inter-disciplinary point of view. It is thought that starting engineering applications from reverse engineering applications will enable students to adapt easily. Reverse engineering reorganizes the basic components of engineering design by beginning with the final product of a design process and then disassembling [the product] in a systemic way to understand how it works. If it is assumed that the basic components of engineering design were utilized when bringing a product to market, then it can be argued that the disassembling of the product can potentially point to the original problem, criteria, and/or constraints governing its ultimate design.

The objective of this study is to make a research the effects of reverse engineering on 8th level students' information level through the engineering field. The study group of this research composed of 28 8th level students (2018-2019 education year selection) of a public school placed in Eyyübiye in Şanlıurfa. Courses were done by additioning inverse science applications to the current curriculum. This research was designed by qualitative research techniques. The data were collected by Engineering Content Knowledge Form (EFIF) which is developed by Şahin and Taşçı (2018). In order to examining the efficiency of inverse engineering applications, EFIF was applied as a pre and post form. In the study; It has been concluded that education supported by reverse engineering applications is effective in developing knowledge levels of engineering in 8th grade students.

Keywords: Reverse engineering, Engineering education, STEM

1. GİRİŞ

Her ne kadar birçok çalışma öğrencilerin mühendis ve mühendislik kavramlarını araştırmış olsa da [1,2,3], bu kavramlar henüz öğretim programlarında yeterli yer almamaktadır [4]. Mühendislik eğitimi ile ilgili araştırmalar, öğrencilerin mühendis olmak için neler gerektiği, bir mühendisin ne yaptığı, mühendislik konusundaki ilgi, tutumları ve öğrencilerin mühendislik hakkında fikirleri ile ilgilidir [4]. Bu nedenle, öğrencilerin STEM eğitim standartlarını ve müfredatını bilgilendirmenin temeli olarak mühendis olgusuyla ilgili anlayışlarını genişletmek önemlidir [5]. Gerçek yaşam odaklı entegre edilmiş fen, matematik, teknoloji ve

mühendislik (STEM) eğitimi ilköğretimde ivme kazanmaktadır. Gerçek yaşam temelli eğitim kavramların daha derinlemesine öğrenmeyi kolaylaştırmaktadır [6].

Oware ve ark., öğrencilerin mühendisliği bir şeyleri tamir etmek, inşa etmek ve çalışmakla ilişkilendirdiklerini belirtmiştir [3]. Bu çalışmalarda öğrencilerden mühendis çizimleri istendiğinde mühendisleri fiziksel işçi olarak çiziyorlardır. Bazı çalışmalarda da öğrenciler mühendislerin çalışmalarını yapabilmeleri için plan, bilgisayarlar ve güvenlik donanımları gibi malzeme veya nesnelere ihtiyacı olan kişiler olarak tanımlamışlardır. Benzer şekilde, Cunningham ve ark. öğrencilerin genel olarak inşaat ve araçların tamiri ile ilgili kişiler olduğunu görmüşlerdir [1]. Sonuç olarak, öğrencilerin yanlış algılarını ele almak için müfredat tasarlamak ve daha bilinçli bir mühendislik anlayışı kazanmalarına yardımcı olmak için gerekli görülmüştür.

Hester ve Cunningham'a göre ilköğretim öğrencilerine mühendisliği tanıtılmasının birkaç nedeni vardır; birinci nedeni çocuklar oyuncaklarla, kumla, oyun hamuru gibi malzemelerle oynarken doğal olarak bir mühendis gibi davranırlar. İkinci nedeni de yaşam problemlerini çözerken disiplinler arası düşünme becerilerinin geliştirilmesine yardımcı olmaktadır. Bir başka nedeni de mühendislik hakkında bilgi sahibi olmalarının öğrencilerin bilimsel ve teknik kariyerlerinin gelişimine ve farkındalıklarına katkı sağlamaktır [7].

Yeni Nesil Fen Standartları (NGSS), mühendislik eğitiminde üç boyut içermektedir: (a) bilim ve mühendislik uygulamaları, (b) bilim ve mühendislik çalışmasını birleştiren kavramları birbirinden ayırmak ve (c) mühendislik, teknoloji ve bilimin uygulamalarını bütünleştirmektir [8,9]. Mühendisliğin ilköğretimde dahil edilmesinin birçok yararına rağmen, öğretmenler müfredatta her zaman mühendislik için yeterli alan ve zaman olmadığını belirtmektedirler [7,10]. Bu engelleyici düşüncelere rağmen mühendisliği ilköğretim ortamına dahil etmek için girişimlerde bulunulmuştur. Okullarda mühendislik ayrı bir ders olarak yer almamaktadır. Bunun yerine, mühendisliğin multidisipliner doğası nedeniyle farklı dersleri birbirine bağlamada kullanılan temel araç olarak kullanılmaktadır [10].

Mühendislik becerilerine ilköğretimde yer verilmesinin en önemli amaçlarından biri de çocukların teknolojik okuryazarlıklarını artırmaktır. Programda mühendislik becerilerinin hikaye, drama ve oyunlardan oluşan aktivitelerle öğretilmesi önerilmiştir. Aktiviteler süresince, öğrenciler sor, hayal et, planla, yarat ve geliştir adımlardan oluşan mühendislik tasarım sürecini öğrenir ve kullanırlar [7]. Mühendislik aktivitelerinin sınıf ortamında kullanımı ile öğrencilerin mühendis, mühendislik ve mühendislik tasarım süreçleri hakkında daha fazla bilgi sahibi olmaları sağlanmaktadır [11,12].

Mühendislik; bilimi ileri görüşlü yöntemler kullanarak problemlere cesur yeni çözümler üreten, hayatlarımızı kolaylaştıran yenilikleri geliştirerek sürekli keşfetmeyi sağlayan bir meslek olarak tanımlanmaktadır. Mühendisler, insanların gereksinimlerini karşılamak için farklı türdeki beceri ve bilgilerini bir araya getirerek yapılandırılmamış problemleri çözerler. Tasarım, yenilik ve teknik ilerleme ile ilgili sorunları anlamak için mühendislik anlayışı çok önemlidir. Mühendislerin yaptıkları

işlere alternatif yakıt kaynakları oluşturma, daha iyi ilaçlar tasarlama, temiz suya erişim sağlama verilebilir [4]. Ulusal Mühendislik Akademisi'ne göre, çoğu öğrenci (1) mühendislerin “bir şeyler tasarlayıp inşa ettiklerini” anlamakta, ancak mühendislerin gerçekte ne yaptıkları konusunda sınırlı bir anlayışa sahip olmakta; (2) mühendislerin olumlu izlenimlerine sahip olmakla birlikte, çoğu kişi “mühendis olacak kadar yeterli olmadıklarını; (3) mühendisliği “zor iş” olarak görüyor ve (4) mühendislik çalışmalarının hareketsiz, bilgisayar tabanlı ve büroda yapıldığına inanmaktadırlar. Öğrencilerin çoğu herkesin yeterince yaratıcı olmadığı ve bundan dolayı herkesin mühendis olamayacağı kanısına sahiptirler [4,13].

Bu çalışma son yıllarda ortaya çıkan mühendislik ve tasarım becerilerinin erken çocuklukta verilmeye başlamasının önemi göz önüne alınarak tasarlanmıştır. Çalışmanın amacı; tersine mühendislik uygulamalarının 8. Sınıf öğrencilerinin mühendislik alanına yönelik bilgi düzeylerini araştırmaktır.

2. YÖNTEM

2.1. Araştırma Deseni

Araştırmanın deseni durum çalışması olarak tasarlanmıştır. Bu çalışma kapsamında deney grubuna ait yazılı ve görsel dokümanlar ile öğrenci ürünleri bir arada kullanılmıştır.

2.2. Çalışma Grubu

2018-2019 eğitim-öğretim yılında Şanlıurfa ili Eyyübiye ilçesinde bir devlet okulunda öğrenim gören 8. sınıf öğrenciler oluşmaktadır. Bu çalışmada deney ve kontrol grubu oluşturulmuş olup nitel çalışma sadece deney grubu ile yapılmıştır. Bu doğrultuda araştırmanın nitel çalışma grubu deney grubu 28 (20 kız, 8 erkek) öğrenciden oluşmaktadır.

2.3. Veri Toplama Araçları

Araştırmada nitel veri aracı olarak Mühendislik Alanı Bilgi Formu (MABF) kullanılmıştır.

2.3.1. Mühendislik Alanı Bilgi Formu (MABF)

Tersine mühendislik uygulamalarının mühendislik alanına etkisinin belirlenmesi için araştırmacılar tarafından geliştirilen MABF kullanılmıştır. MABF uzman görüşü (öğretmen ve öğretim üyesi) alınıp düzenlemeler yapılmıştır. Soruların anlaşılabilirliğini tespit etmek amacıyla 7. Sınıf öğrencilerinden 10 kişiye form verilip cevaplandırılması istenmiştir. Hem uzman görüşü hem de öğrencilerin yanıtları ve öğrenci görüşmelerinden yola çıkarak formun son şekli oluşturulmuştur. MABF ile öğrencilerin kavram olarak mühendislik hakkında bilgileri, tersine mühendislik kavramı hakkında düşünceleri, mühendislik tasarımı ile ilgili durumları ve meslek olarak mühendisliğe bakış açıları tespit edilmiştir. MABF'nin birinci bölümü kavram olarak mühendislik ile ilgili beş tane açık uçlu sorudan oluşmaktadır. Birinci bölüm birinci soru iki kısımdan oluşmakta olup ilk kısımda mühendislik kavramı, ikinci kısımda bir resimde altı tane meslek dallarından hangilerinin mühendislik mesleğine ait olduğunun tespit edilmesi amaçlanmıştır. İkinci bölümü tersine mühendislik ile ilgili bir adet açık uçlu soru, bir adet kapalı uçlu soru ve bir adet hem açık hem de

kapalı uçlu sorunun bir arada kullanıldığı sorulardan oluşmaktadır. Üçüncü bölümü mühendislik tasarımı ile ilgili olup iki adet açık uçlu soru ve bir adet kapalı ve açık uçlu sorunun bir arada olduğu sorulardan oluşmaktadır. Dördüncü bölüm üç sorudan oluşmakta olup ilk soru hem kapalı uçlu hem de açık uçlu sorudan oluşmaktadır. İkinci soru kapalı uçlu sorudan oluşmakta olup “Evet” cevabını veren öğrencilerden kapalı uçlu sorudan oluşan üçüncü sorunun cevaplanması beklenmektedir.



	Puan
Altı resim de doğru cevaplanmış	5
Beş resim doğru cevaplanmış	4
Dört resim doğru cevaplanmış	3
Üç resim doğru cevaplanmış	2
Bir veya iki resim doğru cevaplanmış	1
Cevap verilmemiş veya tüm resimler yanlış olarak cevaplandırılmış	0

Şekil 2.1 Mühendislik alanı bilgi formuna ait örnek bir soru ve sorunun dereceli puanlama anahtarı

2.4. Araştırmanın Uygulanması

Tersine mühendislik uygulamalarının öğrencilerin kavram olarak mühendislik hakkında bilgileri, tersine mühendislik kavramı hakkında düşünceleri, mühendislik tasarımı ile ilgili durumları ve meslek olarak mühendisliğe bakış açıları incelenmiştir. Uygulamaya başlamadan önce öğrenciler MABF formu doldurmuşlardır. Daha sonra gruplar halinde öğrencilerle kahve makinesi ve karışımlar, ısı-sıcaklık ve basit makineler ile ilgili tasarımlar tersine mühendislik aşamaları takip edilerek yapılmıştır (Şekil 2.1). 10. Hafta çalışma sonunda MABF formu öğrenciler tarafından tekrar doldurulmuştur.



Şekil 2.2 Öğrencilerin kahve makinesi tasarım aşamasındaki çalışmaları

3. BULGULAR

Çalışmada tersine mühendislik uygulamalarının öğrencilerin mühendislik alanı ile ilgili bilgilerine katkısını tespit etmek amacıyla MABF formundan elde edilen bulgular aşağıda tablolar halinde verilmiştir.

3.1. Öğrencilerin Mühendislik Alanı Bilgi Formuna İlişkin Bulgular

Öğrencilerin mühendislik alan bilgileri MABF formu ile elde edilmiştir. Bu formda 4 bölümde 14 soru bulunmaktadır. Burada bu sorulardan elde edilen verilere örnekler aşağıda tablolar halinde verilmiştir.

Birinci bölüm birinci sorunun ilk kısmında yer alan mühendislik kavramı ön ve son form öğrenci bulguları Tablo 3.1’de sunulmuştur.

Tablo 3.1: Mühendislik Tanımı Ön ve Son Form Öğrenci Yüzdesi ve Cevapları

Kategori	Puan	Açıklama	Ön Form		Son Form	
			%	Öğrenci Cevap Örnekleri	%	Öğrenci Cevap Örnekleri
Çok İyi Düzey	5	Doğru tanım ve açıklama yapılmış, beklenen cevaplardan farklı bir doğru cevap daha verilmiş	0	-	0	-
İyi Düzey	4	Doğru tanım ve açıklama yapılmış	0	-	0	-
Orta Düzey	3	Doğru tanım verilmiş, tanımın içinde kısmen açıklama yapılmış	32,14	Ö17: Mühendislik bir işi düşünerek çizmek ve onu tasarlamak. Mesela bir evi çizip o evi yapmak Ö28: İnsanlar için yararlı ürünler üretmektir. Mesela; inşaat, ziraat, teknoloji mühendisliği	60,71	Ö24: Mühendislik matematik ve bilimin birleşimiyle yeni şeyler üretmek, çevrene faydalı olmak demektir
Zayıf Düzey	2	Doğru tanım verilmiş, açıklama yok	39,29	Ö18: Bence mühendislik kendi tasarımıyla, kendi fikirleriyle, kendini belirten en güzel ilginç meslek	35,71	Ö19: Canlıların hayatını kolaylaştıran yeni ürünler yapıp tasarlamak
Çok Zayıf Düzey	1	Doğru tanım, yanlış açıklama veya yanlış tanım, doğru açıklama veya tanım yapılmadan açıklamaya yer verilmiş	28,57	Ö6: Bence bir mesleği geliştiren kişiye denir. Örneğin; bilgisayar mühendisi	3,57	Ö17: Mühendislik neredeyse her yerde olan mesleklerden, insanların her alanında karşısına çıkan mühendislikler var
Başarısız Düzey	0	Cevap verilmemiş (boş bırakılmış) ya da yazılan tanım ve açıklamanın tamamı yanlış	0	-	0	-

Birinci bölüm birinci sorunun ikinci kısmında yer alan altı tane meslek dallarından mühendislik mesleği ön ve son form öğrenci bulguları Tablo 3.2’de sunulmuştur.

Tablo 3.2: Mühendislik Mesleği Ön ve Son Form Öğrenci Yüzdesi ve Cevapları

Kategori	Puan	Açıklama	Ön Form		Son Form	
			%	Öğrenci Cevap Örnekleri	%	Öğrenci Cevap Örnekleri
Çok İyi Düzey	5	Altı resim de doğru cevaplanmış	35,71	Ö17: 1. İnşaat mühendisi, 2. Bilim İnsanı, 3. Tamirci 4. Mühendis, 5. Diş doktoru, 6. Mühendis	57,14	Ö4: 1. İnşaat mühendisi, 2. Bilim insanı, 3.Tamirci, 4. Mühendis, 5. Diş doktoru, 6.Mühendis
İyi Düzey	4	Beş resim doğru cevaplanmış	35,71	Ö1: 1. Mühendis değil, 2. Bilim İnsanı, 3. Mühendis 4. Mühendis, 5. Diş doktoru, 6. Mühendis	37,71	Ö13: 1. Mühendis, 2. Kimya mühendisi, 3. Mühendis, 4. Mühendis, 5. Diş doktoru,6.Mühendis
Orta Düzey	3	Dört resim doğru cevaplanmış	21,43	Ö18: 1. Mühendis 2. Mühendis değil, 3. Mühendis, 4. Mühendis, 5. Mühendis değil, 6. Mühendis	3,57	Ö8: 1. Mühendis, 2. Mühendis, 3. Mühendis, 4. Mühendis, 5. Mühendis, 6. Mühendis
Zayıf Düzey	2	Üç resim doğru cevaplanmış	7,14	Ö14: 1. Mühendis, 2. Mühendis, 3. Mühendis, 4. Mühendis, 5. Mühendis değil, 6. Mühendis değil	3,57	Ö12: 1. Mühendis değil, 2. Mühendis, 3.Mühendis, 4. Mühendis, 5.Mühendis, 6. Mühendis
Çok Zayıf Düzey	1	Bir veya iki resim doğru cevaplanmış	0	-	0	-
Başarısız Düzey	0	Cevap verilmemiş veya tüm resimler yanlış olarak cevaplandırılmış	0	-	0	-

Birinci bölüm ikinci soruda yer alan mühendislerin sahip olması gereken alan bilgileri ön ve son form öğrenci bulguları Tablo 3.3’de sunulmuştur.

Tablo 3.3: Mühendislik Alan Bilgisi Ön ve Son Form Öğrenci Yüzdesi ve Cevapları

Kategori	Puan	Açıklama	Ön Form		Son Form	
			%	Öğrenci Cevap Örnekleri	%	Öğrenci Cevap Örnekleri
Çok İyi Düzey	5	Dört alan da doğru açıklanmış, beklenen cevaplardan farklı bir doğru cevap daha verilmiş	0	-	3,57	Ö8: Fen bilgisine sahip olmalı çünkü eğer insanın sağlığı için bir şey yapacak olurlarsa insanın yapısı hakkında bilgi sahibi olmalıdır. Matematik bilgisine sahip olmalı çünkü yapacağı buluşlarda hesap yapabilmelidir. Teknoloji bilgisine sahip olmalı çünkü her türlü teknolojik aleti kullanabilirse bu onun işini kolaylaştıracaktır. Sanat bilgisine sahip olmalı çünkü bazı çalışmalarda yapacağı şeyin taslağını çizmesi gerekebilir.
İyi Düzey	4	Dört alanı da doğru açıklamış	14,29	Ö16: Fen bilgisine sahip olmalı çünkü laboratuvar bölümünde fen bilgisi gereklidir. Arada karışımlara ihtiyacı olur. Matematik bilgisine sahip olmalı çünkü ev yapımında metrekaresi ölçmek için gerekli olabilir ya da herhangi başka bir şeyde ihtiyacı olabilir. Teknoloji bilgisine sahip olmalı çünkü yeni bir şeyler üretebilir, kendini daha fazla geliştirebilir. Sanat bilgisine sahip olmalı	50,00	Ö15: Fen bilgisine sahip olmalı çünkü deneyler gözlemler vs. yaparlar ve bu da fende vardır. Matematik bilgisine sahip olmalı çünkü zihinden işlem yapma, hesaplama gibi şeyler yapmak zorundadır. Teknoloji

Kategori	Puan	Açıklama	Ön Form		Son Form	
			%	Öğrenci Cevap Örnekleri	%	Öğrenci Cevap Örnekleri
				çünkü sanat bilgisi inşaat mühendisi için gereklidir. Çünkü sanat olmazsa o evlerin, binaların yapımında güzel şeyler yapamaz.		bilgisine sahip olmalı çünkü işini kolaylaştırır ve daha hızlı olmasını sağlar. Sanat bilgisine sahip olmalı çünkü çizim yaparak neyi nasıl yapabildiğini görüyor yani kısacası çizim yapmak için sanat bilgisine sahip olmalı.
Orta Düzey	3	Üç alanı doğru açıklamış	50,00	Ö21: Fen bilgisine sahip olmalı çünkü fende fizik konusu yapının nasıl durumunu anlatır. Matematik bilgisine sahip olmalı çünkü mühendisin sayısal verilerden yararlanması için matematiğe ihtiyacı var. Teknoloji bilgisine sahip olmalı çünkü şu an yapılan yapılarda teknoloji önemlidir. Örneğin; inşaat mühendisi binayı çizerken içinden geçen kabloları bilmesi gerekir. Sanat bilgisine sahip olmalı çünkü bazı mühendisler yapının göze hitap etmesi için sanata ihtiyaç duyarlar.	46,43	Ö14: Fen bilgisine sahip olmalı çünkü gözlem, araştırma en önemlisi deney yapıp sonucunda nelerin ortaya çıktığını anlarız. Bu yüzden sahip olmalı. Matematik bilgisine sahip olmalı çünkü tahmin, zihinden işlemler, problem çözmeye, ölçüm gibi kavramlar olduğu için matematik bilgisine sahip olmalı. Teknoloji bilgisine sahip olmalı çünkü teknoloji ile ilgili bilgilere veya gözlemlere bu dalda uğraşmamız gerekir. Sanat bilgisine sahip olmalı çünkü örnek; bir tasarlıyoruz nasıl olmalı,

Kategori	Puan	Açıklama	Ön Form		Son Form	
			%	Öğrenci Cevap Örnekleri	%	Öğrenci Cevap Örnekleri
Zayıf Düzy	2	İki alanı doğru açıklamış	32,14	Ö7: Fen bilgisine sahip olmalı çünkü bazı mühendislikler fen ile ilgilidir. Örneğin; genetik mühendisliği. Matematik bilgisine sahip olmalı çünkü ölçüp biçmeli matematik değerleri lazım olabilir. Teknoloji bilgisine sahip olmalı çünkü yenilikçidir. Sanat bilgisine sahip olmalı çünkü yeni şeyler keşfetmek için sanat bilgisine sahip olmalı.	0	-
Çok Zayıf Düzy	1	Bir alanı doğru açıklamış	3,57	Ö27: Fen bilgisine sahip olmalı çünkü fende daha keşfedilmemiş şeyler var. Matematik bilgisine sahip olmalı çünkü matematik hayatımızın her yerinde. Teknoloji bilgisine sahip olmalı çünkü teknolojiye gerideyiz. Sanat bilgisine sahip olmalı sanat önemlidir, sanat sanattır	0	-
Başarısız Düzy	0	Cevap verilmemiş (boş bırakılmış) ya da hiçbir alanı doğru açıklamamış	0	-	0	-

dış görünüşü nasıl olmalı, göze nasıl hitap edebilmesi için o evin ilk önce resmini çizmesi gerekir.

Birinci bölüm üçüncü soru ilk kısmında verilen iki resimdeki mesleklerin tahmini ön ve son form öğrenci bulguları Tablo 3.4’de sunulmuştur.

Tablo 3.4: Meslek Tahmini Ön ve Son Form Öğrenci Yüzdesi ve Cevapları

Kategori	Puan	Açıklama	Ön Form		Son Form	
			%	Öğrenci Cevap Örnekleri	%	Öğrenci Cevap Örnekleri
Çok İyi Düzey	5	Birinci resimdeki meslek bilim insanı, ikinci resimdeki meslek inşaat mühendisi olarak ifade edilmiş	10,71	Ö15: 1. Resim: Bilim insanı, 2. Resim: İnşaat mühendisi	7,14	Ö25: 1. Kimya mühendisliği veya bilim insanı olabilir, 2. İnşaat mühendisi
İyi Düzey	4	Birinci resimdeki meslek bilim insanı, ikinci resimdeki meslek mühendis olarak ifade edilmiş	0	-	0	-
Orta Düzey	3	Birinci resimdeki meslek kimya veya biyoloji mühendisi, ikinci resimdeki meslek inşaat mühendisi olarak ifade edilmiş	64,29	Ö24: 1. Resim: Kimya mühendisi, 2. Resim: İnşaat mühendisi	92,86	Ö18: 1. Kimyasal maddelerle karışım yapan kimya mühendisi, 2. inşaatın işleriyle uğraşan inşaat mühendisi
Zayıf Düzey	2	Birinci ve ikinci resimdeki meslek mühendis olarak ifade edilmiş	3,57	Ö7: 1. Resim: Mühendis, 2. Resim: Mühendis	0	-
Çok Zayıf Düzey	1	Sadece bir resimdeki meslek doğru ifade edilmiş	14,29	Ö1: 1. Resim: Doktorlar, 2. Resim: İnşaat mühendisi	0	-
Başarısız Düzey	0	Cevap verilmemiş (boş bırakılmış) ya da iki resimdeki meslek yanlış ifade edilmiş	7,14	Ö17: 1. Resim: İcat yapıyorlar, 2. Resim: Ev yapıyorlar	0	-

Birinci bölüm üçüncü soru ikinci kısmında verilen iki resimdeki mesleklerin benzerlik ve farkları ön ve son form öğrenci bulguları Tablo 3.5’de sunulmuştur.

Tablo 3.5: Mesleklerin Benzerlik ve Farkları Ön ve Son Form Öğrenci Yüzdesi ve Cevapları

Kategori	Puan	Açıklama	Ön Form		Son Form	
			%	Öğrenci Cevap Örnekleri	%	Öğrenci Cevap Örnekleri
Çok İyi Düzey	5	Benzerlik ve farkları doğru açıklanmış ve beklenen cevaplardan farklı bir doğru cevap verilmiş	0	-	0	-
İyi Düzey	4	Benzerlikleri ve farkları doğru açıklamış ve en az üç örnek vermiş	3,57	Ö7: Benzerlik: Araştırmacılar yeni şeyler keşfediyor. Farklılık: Giyimleri, yerleri, çalıştıkları alan	14,29	Ö9: Benzerlik: Hepsi yararlı bir şeyler yapmaya çalışıyor. Araştırma, gözlem yaparlar. Herkesin kendine özgü bir işi var. Farklılık: Biri laboratuvar ortamında deneyle, diğeri dışarıda açık alanda çalışır.
Orta Düzey	3	Benzerlikleri ve farkları kısmen doğru açıklamış ve en az iki örnek verilmiş	32,14	Ö25: Benzerlik: Hesaplamaların olması, iyice düşünülüp ondan sonra yapılması Farklılık: 1. Resimde deneylerin, fenin, kimyanın, biyolojinin olması; ikinci resimde matematik ve teknolojinin olması	21,43	Ö8: Benzerlik: Her iki resimde de grup çalışması ve istatistikler yer almaktadır. Farklılık: Kimya mühendisliğinde laboratuvar, deney ve gözlem yapılır. İnşaat mühendisliği işe çalışma alanında ve daha çok çizim yapılır.
Zayıf Düzey	2	Benzerlikleri ve farkları bir örnek ile doğru açıklanmış	42,86	Ö15: Benzerlik: Bütün insanların bir arada çalışması Farklılık: 1. meslek bilim ile ilgili, 2. meslek mühendislik ile ilgili	64,29	Ö28: Benzerlik: İkisi de halka yararlı şeyler yapıyor. Farklılık: Bir atom ya da maddeye bakarken diğeri inşaat, ev, arsa işleriyle uğraşılıyor.
Çok Zayıf Düzey	1	Benzerliği veya farklarından biri en az bir örnekle doğru açıklamış, diğeri yanlış açıklanmış	17,86	Ö11: Benzerlik: Her ikisi de bir şeyler üretiyor. Farklılık: 1.	0	-

Kategori	Puan	Açıklama	Ön Form		Son Form	
			%	Öğrenci Cevap Örnekleri	%	Öğrenci Cevap Örnekleri
Başarısız Düzy	0	Cevap verilmemiş (boş bırakılmış) veya benzerlik ve farklılıkları yanlış açıklanmış	3,57	resimdekilerin daha çok eğitim görmesi gerekir. Ö6: Benzerlik: Bilmiyorum. Farklılık: Bilmiyorum	0	-

Birinci bölüm dördüncü soruda yer alan mühendislik alanı için matematiğin önemi ön ve son form öğrenci bulguları Tablo 3.6'da sunulmuştur.

Tablo 3.6: Mühendislik Alanı İçin Matematiğin Önemi Ön ve Son Form Öğrenci Yüzdesi ve Cevapları

Kategori	Puan	Açıklama	Ön Form		Son Form	
			%	Öğrenci Cevap Örnekleri	%	Öğrenci Cevap Örnekleri
Çok İyi Düzy	5	Önemlidir denilmiş, mühendislerin matematiği nasıl ve nerede kullandığı en az iki ifade ile açıklanmış ve beklenen cevaplardan farklı bir doğru cevap daha verilmiş	0	-	0	-
İyi Düzy	4	Önemlidir denilmiş ve mühendislerin matematiği nasıl ve nerede kullandığı en az iki ifade ile açıklanmış	17,86	Ö15: Matematik önemlidir. Matematiği hesap yaparken veya bir evin kaplayacağı alanın metrekaresini bulurken matematiği kullanır.	64,29	Ö24: Evet, önemli. Çünkü ölçüm, hesaplama, problem çözme, yapacağı aletin kar ve zararını hesaplama mühendislikte oldukça önemlidir. Matematik bilimi, matematik mühendisliği alanında oldukça önemli bir etkidir.
Orta Düzy	3	Önemlidir denilmiş ve mühendislerin matematiği nasıl ve nerede kullandığı bir ifade ile açıklanmış	53,57	Ö26: Mesela bir binanın kolonunu ölçmeden koymaya çalışır ise o zaman olmaz kalan büyük gelir matematikle yapılabilir düzgün bir şekilde	28,57	Ö27: Önemlidir. Çünkü hesaplamalarda kullanırız.

Kategori	Puan	Açıklama	Ön Form		Son Form	
			%	Öğrenci Cevap Örnekleri	%	Öğrenci Cevap Örnekleri
Zayıf Düzye	2	Önemlidir denilmiş fakat mühendislerin matematiği nasıl ve nerede kullanıldığı açıklanmamış	17,86	Ö3: Matematik her yerde karşımıza çıkar. Özellikle de mühendislerde matematik gerekiyor.	7,14	Ö28: Evet. Bütün mühendislik ve teknoloji meslekleri dalında kullanılır.
Çok Zayıf Düzye	1	Önemli değildir denilmiş veya öneminden bahsedilmemiş fakat mühendislerin matematiği kullandığı ifade edilmiş	3,57	Ö4: İnşaat yaparken, buzdolabı yaparken	0	-
Başarısız Düzye	0	Cevap verilmemiş (boş bırakılmış) veya yanlış cevap verilmiş	7,14	Ö9:	0	-

Birinci bölüm beşinci soruda yer alan teknolojinin mühendislerin işini kolaylaştırmasına yönelik ön form öğrenci bulguları Tablo 3.7’de sunulmuştur.

Tablo 3.7: Teknolojinin Mühendislerin İşini Kolaylaştırmasına Yönelik Ön ve Son Form Öğrenci Yüzdesi ve Cevapları

Kategori	Puan	Açıklama	Ön Form		Son Form	
			%	Öğrenci Cevap Örnekleri	%	Öğrenci Cevap Örnekleri
Çok İyi Düzye	5	Evet kolaylaştırır cevabı verilmiş, en az iki doğru örnek ile açıklanmış ve beklenen cevaplardan farklı bir doğru cevap verilmiş	3,57	Ö8: Evet kolaylaştırır. Örneğin yaptıkları çalışmaları bilgisayara kaybederler ya da inşaat mühendisliğinde iş makineleri inşaat mühendislerinin işini kolaylaştırır.	7,14	Ö28: Tabiki de. Bilgisayara kaydetmek kolay ama deftere kaydetmek zor, hem zaman hem de iş kolaylığı sağlar.
İyi Düzye	4	Evet kolaylaştırır cevabı verilmiş ve en az iki doğru örnek ile açıklanmış	10,71	Ö22: Bir şeyler üretirken veya insanın taşıyamayacağı bir şeyler varken teknolojik aletler kullanılır.	14,29	Ö23: Evet. 1. ağır bir eşyayı kaldırmak, 2. bir bilgiye hemen ulaşmamızı sağlar.

Kategori	Puan	Açıklama	Ön Form		Son Form	
			%	Öğrenci Cevap Örnekleri	%	Öğrenci Cevap Örnekleri
Orta Düzey	3	Evet kolaylaştırır cevabı verilmiş ve bir tane doğru örnek ile açıklanmış	57,14	Ö7: Evet teknolojiden yararlanılabilir. Araştırmak için teknolojik makineleri kullanabiliriz.	64,29	Ö25: Kolaylaştırır bence. Mesela bir şeyi geliştirmek istersek onun parçalarına bakmalıyız ve parçalarını bilmek için teknolojiden yararlanılabilir.
Zayıf Düzey	2	Evet kolaylaştırır cevabı verilmiş fakat örneklerle açıklanmamış	21,43	Ö26: Evet çünkü teknoloji her alandadır.	14,29	Ö17: Evet, çünkü teknoloji pek çok alanda. İnternet vb. gibi.
Çok Zayıf Düzey	1	Hayır kolaylaştırmaz cevabı verilmiş fakat geçerli bir örnek ile ifade edilmeye çalışılmış	0	-	0	-
Başarısız Düzey	0	Cevap verilmemiş (boş bırakılmış) veya yanlış cevap verilmiş	7,14	Ö20:	0	-

İkinci bölüm birinci soruda yer alan tersine mühendisliği tanımı ile ilgili ön ve son form öğrenci bulguları Tablo 3.8'de sunulmuştur.

Tablo 3.8: Tersine Mühendislik Tanımı Ön ve Son Form Öğrenci Yüzdesi ve Cevapları

Kategori	Puan	Açıklama	Ön Form		Son Form	
			%	Öğrenci Cevap Örnekleri	%	Öğrenci Cevap Örnekleri
Çok İyi Düzey	5	Doğru tanım verilmiş ve beklenen cevaplardan farklı bir doğru cevap ile açıklanmış	0	-	0	-
İyi Düzey	4	Doğru tanım verilmiş ve beklenen doğrultuda açıklanmış	0	-	53,57	Ö15: Bir makineyi inceleyip onu parçalara ayırıp sonra yeni bir ürün oluşturma
Orta Düzey	3	Doğru tanım verilmiş ve kısmen açıklanmış	3,57	Ö6: Mesela bir makinenin yapısını araştırıp örneğin bilgisayar, sonra bilgisayarın içindeki yapıları farklı bir şekilde bağlamak	28,57	Ö11: Var olan bir makineyi bozup başka bir makine yapmasıdır

Kategori	Puan	Açıklama	Ön Form		Son Form	
			%	Öğrenci Cevap Örnekleri	%	Öğrenci Cevap Örnekleri
Zayıf Düzy	2	Doğru tanım verilmiş fakat açıklanmamış veya tanım verilmemiş fakat beklenen doğrultuda açıklanmaya çalışılmış	10,71	Ö23: Yapılan bir ürünü bozmak	17,86	Ö7: Küçük parçalardan büyük parça elde etmek. Tasarlanmış bir şeyi fikirlerimize göre yeniden düzenlemek
Çok Zayıf Düzy	1	Yanlış tanım verilmiş fakat örneklerle ifade edilmeye çalışılmış veya tanım verilmemiş fakat kısmen açıklanmaya çalışılmış	17,86	Ö10: Ters giden şeyleri düzeltmesidir	0	-
Başarısız Düzy	0	Cevap verilmemiş (boş bırakılmış) veya yanlış cevap verilmiş	67,86	Ö17: Mühendislik yapmayan Ö19: Mühendislikle ilgili olmayan aletler	0	-

İkinci bölüm ikinci soruda makinelerin içindeki mekanizmaların neler olduğunu ve nasıl çalıştığını merak etmeye yönelik ön form öğrenci bulguları Tablo 3.9'da sunulmuştur.

Tablo 3.9: Makinelerin İçindeki Mekanizmaların Neler Olduğunu ve Nasıl Çalıştığını Merak Etmeye Yönelik Ön Form Öğrenci Frekansları, Yüzdeleri ve Cevapları

Açıklama	N	%	Öğrenci Cevap Örnekleri
Evet	28	100	Ö11: Evet
Hayır	0	0	-

İkinci bölüm ikinci soruda yer alan makinelerin içindeki mekanizmaların neler olduğunu ve nasıl çalıştığını merak etmeye yönelik ön form öğrenci bulguları Tablo 3.10'da sunulmuştur.

Tablo 3.10: Makinelerin İçindeki Mekanizmaların Neler Olduğunu ve Nasıl Çalıştığını Merak Etmeye Yönelik Son Form Öğrenci Frekansları, Yüzdeleri ve Cevapları

Açıklama	N	%	Öğrenci Cevap Örnekleri
Evet	28	100	Ö19: Evet Ö14: Evet, hem de nasıl
Hayır	0	0	-

Tablo 3.9 ve Tablo 3.10 incelendiğinde öğrencilerin tamamı uygulama öncesinde ve sonrasında makinelerin içindeki mekanizmaları merak ettiklerini belirtmişlerdir.

İkinci bölüm üçüncü soruda yer alan günlük yaşamda bozulan veya kırılan bir ürünü onarmaya yönelik ön form öğrenci bulguları Tablo 3.11'de sunulmuştur.

Tablo 3.11: Günlük Yaşamda Bozulan veya Kırılan Bir Ürünü Onarmaya Yönelik Ön Form Öğrenci Frekansları, Yüzdesi ve Cevapları

Açıklama	N	%	Öğrenci Cevap Örnekleri
Evet	20	71,43	Ö20: Evet. Kettle bozulmuştu. Açma kapama düğmesiyle biraz uğraştım ve başardım.
Hayır	8	28,57	Ö17: Hayır

İkinci bölüm üçüncü soruda yer alan günlük yaşamda bozulan veya kırılan bir ürünü onarmaya yönelik son form öğrenci bulguları Tablo 3.12'de sunulmuştur.

Tablo 3.12: Günlük Yaşamda Bozulan veya Kırılan Bir Ürünü Onarmaya Yönelik Son Form Öğrenci Frekansları, Yüzdesi ve Cevapları

Açıklama	N	%	Öğrenci Cevap Örnekleri
Evet	23	82,14	Ö12: Evet. Tost makinesiydi ve bir oyuncaktı. Daha çok merakımdan onarmak istedim. Ö18: Evet. Televizyon kumandamız bozulmuştu ve ben içini açarak kırık yerleri onararak düzelttim.
Hayır	5	17,86	Ö23: Hayır

Tablo 3.11 ve 3.12'de görüldüğü gibi öğrenciler günlük yaşamda bozulan ve kırılan bir ürünü onarma isteği uygulama öncesinde %71.43 iken uygulama sonrasında %82.14'e yükselmiştir.

Üçüncü bölüm birinci sorudaki mühendislerin tasarladığı ürünler ile ilgili ön ve son form öğrenci bulguları Tablo 3.13’de sunulmuştur.

Tablo 3.13: Mühendislerin Tasarladığı Ürünler ile İlgili Ön Form Öğrenci Yüzdesi ve Cevapları

Kategori	Puan	Açıklama	Ön Form		Son Form	
			%	Öğrenci Cevap Örnekleri	%	Öğrenci Cevap Örnekleri
Çok İyi Düzey	5	Tamamı doğru beklenen cevaplardan dört veya daha fazla örnek verilmiş ve beklenen cevaplardan farklı en az bir örnek daha verilmiş	3,57	Ö22: Kettle, mikrodalga, davlumbaz, ocak	14,29	Ö7: Bilgisayarlar, tabletler, televizyonlar, elektronik aletler, yürüyen merdiven, akıllı telefonlar vb.
İyi Düzey	4	Tamamı doğru beklenen cevaplardan dört veya daha fazla örnek verilmiş	28,57	Ö16: Buzdolabı, çamaşır makinesi, bulaşık makinesi, bilgisayar, telefon, tablet, televizyon	57,14	Ö27: Buzdolabı, telefon, araba, uçak, ev aletleri
Orta Düzey	3	Dört veya daha fazla doğru örnek verilmiş, doğru olmayan örnekler de olmasına rağmen doğruların sayısı yanlışlardan fazla ya da tamamı doğru üç örnek verilmiş	14,29	Ö14: Bilgisayar, fotokopi makineleri, yapılan veya inşa edilen binalar	3,57	Ö12: Bence hemen hemen kullandığımız her şey elimizdeki telefon, oturduğumuz ev, tost yaptığımız makine
Zayıf Düzey	2	Dörtten az doğru örnek verilmiş, yanlış örnekler de olmasına rağmen doğruların sayısı yanlışlardan fazla ya da tamamı doğru iki örnek verilmiş	32,14	Ö21: Telefon veya poşet. Poşet kimya mühendisliğinin bir ürünüdür.	7,14	Ö18: Mühendisler tarafından tasarlanan uçak, gemi ve daha birçok şeyler
Çok Zayıf Düzey	1	Dörtten az doğru örnek verilmiş, yanlışların sayısı daha fazla ya da tamamı doğru bir örnek verilmiş veya örnek verilmeden açıklama yapılmış	21,43	Ö3: Hemen hemen hepsini mühendisler yapıyor diyebiliriz.	17,86	Ö22: Evimizde betondan yapılanlar hariç her şey.
Başarısız Düzey	0	Cevap verilmemiş (boş bırakılmış) veya yazılan örneklerin tamamı yanlış verilmiş	0	-	0	-

Üçüncü bölüm ikinci soruda yer alan mühendislerin tasarım yaparken dikkat etmesi gereken özellikler ile ilgili ön ve son form öğrenci bulguları Tablo 3.14’de sunulmuştur.

Tablo 3.14: Mühendislerin Tasarım Yaparken Dikkat Etmesi Gereken Özellikler Ön ve Son Form Öğrenci Yüzdesi ve Cevapları

Kategori	Puan	Açıklama	Ön Form		Son Form	
			%	Öğrenci Cevap Örnekleri	%	Öğrenci Cevap Örnekleri
Çok İyi Düzey	5	Tamamı doğru beklenen cevaplardan dört veya daha fazla örnek verilmiş ve beklenen cevaplardan farklı en az bir örnek daha verilmiş	3,57	Ö22: Dış görünüşüne, ara yüzüne, kullanılabilirliği, kamera, hafıza, RAM, büyüklüğü, tasarımına	17,86	Ö19: Kullanışlı olup olmadığına, işi kolaylaştırdığına, göze hitap etmesine, taşınabilir olmasına, dayanıklı olmasına ve bataryasının uzun ömürlü olmasına dikkat ederler.
İyi Düzey	4	Tamamı doğru beklenen cevaplardan dört veya daha fazla örnek verilmiş	14,29	Ö24: Boyutuna, insanlara uygun olup olmadığına, kamerasına, hafızasına, akıllı özelliklerine	7,14	Ö20: Ekran, ses, görüntü, hafızasına gibi özelliklere dikkat ederler.
Orta Düzey	3	Dört veya daha fazla doğru örnek verilmiş, doğru olmayan örnekler de olmasına rağmen doğruların sayısı yanlışlardan fazla ya da tamamı doğru üç örnek verilmiş	10,71	Ö7: Bataryasına, kablolarına, düğmelerine	25,00	Ö10: Dış görünüş ve içine, uzun zaman kullanabileceğimiz dayanıklı telefon olmasına
Zayıf Düzey	2	Dörtten az doğru örnek verilmiş, yanlış örnekler de olmasına rağmen doğruların sayısı yanlışlardan fazla ya da tamamı doğru iki örnek verilmiş	35,71	Ö3: İçinde olan maddelere ve şekline çok dikkat ediyorlar. Ö10: Ses, ekran dikkat etmek gerekir.	21,43	Ö8: Kullanışlı ve insanların hayatını kolaylaştıracak özelliklere sahip olmalıdır.
Çok Zayıf Düzey	1	Dörtten az doğru örnek verilmiş, yanlışların sayısı daha fazla ya da tamamı doğru bir örnek verilmiş	37,71	Ö6: Kullanışlı olmasına Ö11: İçindeki küçük parçalara	28,57	Ö6: Yapısı gereği ergonomik mi
Başarısız Düzey	0	Cevap verilmemiş (boş bırakılmış) veya yazılan ifadenin tamamı yanlış	0	-	0	-

Üçüncü bölüm üçüncü soruda yer alan öğrenim hayatı boyunca tasarım yapmaya yönelik ön form öğrenci bulguları Tablo 3.15’de sunulmuştur.

Tablo 3.15: Öğrenim Hayatı Boyunca Tasarım Yapmaya Yönelik Ön Form Öğrenci Frekansları, Yüzdesi ve Cevapları

Açıklama	N	%	Öğrenci Cevap Örnekleri
Evet (Tasarım Yapanlar)	15	53,57	Ö7: Evet. Bir tane çark yaptık. Ö28: Evet. Pervaneli şapka ve kendi kendine sulanan çiçek
Hayır (Tasarım Yapmayanlar)	12	42,86	Ö16: Hayır. Evet yapmak isterdim.
	1	3,57	Ö15: Hayır. Hayır.

Üçüncü bölüm üçüncü soruda yer alan öğrenim hayatı boyunca tasarım yapmaya yönelik son form öğrenci bulguları Tablo 3.16’da sunulmuştur.

Tablo 3.16: Öğrenim Hayatı Boyunca Tasarım Yapmaya Yönelik Son Form Öğrenci Frekansları, Yüzdesi ve Cevapları

Açıklama	N	%	Öğrenci Cevap Örnekleri
Evet (Tasarım Yapanlar)	28	100	Ö12: Evet. Kahve makinesiydi. Önce tasarlayıp sonra basit makinelerle maket şeklinde yaptık. Ö27: Evet. Maket ev, kahve makinesi
Hayır (Tasarım Yapmayanlar)	0	0	-
	0	0	-

Tablo 3.15 incelendiğinde uygulama öncesi öğrencilerin 53.57’si daha önce bir tasarım yaptığını belirtirken Tablo 3.16’da görüldüğü üzere uygulama sonrası öğrencilerin tümü tasarım yaptıklarını belirtmiştir.

Dördüncü bölüm birinci soruda yer alan ailede veya çevrede mühendisin var olmasına yönelik ön form öğrenci bulguları Tablo 3.17’de sunulmuştur.

Tablo 3.17: Ailede veya Çevrede Mühendisin Var Olması Ön Form Öğrenci Frekansları, Yüzdesi ve Cevapları

Açıklama	N	%	Öğrenci Cevap Örnekleri
Evet	8	28,57	Ö25: Evet. Elektrik mühendisi Ö28: Evet. Ziraat mühendisi
Hayır	20	71,43	Ö21: Hayır

Dördüncü bölüm birinci soruda yer alan ailede veya çevrede mühendisin var olmasına yönelik son form öğrenci bulguları Tablo 3.18’de sunulmuştur.

Tablo 3.18: Ailede veya Çevrede Mühendisin Var Olması Son Form Öğrenci Frekansları, Yüzdesi ve Cevapları

Açıklama	N	%	Öğrenci Cevap Örnekleri
Evet	11	39,29	Ö3: Evet. İnşaat mühendisi Ö16: Evet. Makine mühendisi ve elektrik ve elektronik mühendisi
Hayır	17	60,71	Ö26: Hayır

Tablo 3.17 incelendiğinde uygulama öncesinde çalışmaya katılan öğrencilerin %28,57'si çevrelerinde bir mühendis olduğunu, %71,43'ü olmadığını belirtken Tablo 3.18 incelendiğinde uygulama sonrasında çalışmaya katılan öğrencilerin %39,29'u çevrelerinde bir mühendis olduğunu, %60,71'i olmadığını belirtmişlerdir.

Dördüncü bölüm ikinci soruda yer alan mühendislik mesleğini gelecekte seçmeye yönelik ön form öğrenci bulguları Tablo 3.19'da sunulmaktadır.

Tablo 3.19: Mühendislik Mesleğini Gelecekte Seçme Ön Form Öğrenci Frekansları, Yüzdesi ve Cevapları

Açıklama	N	%	Öğrenci Cevap Örnekleri
Evet	20	71,43	Ö17: Evet
Belki	1	3,57	Ö7: Belki
Hayır	7	25,00	Ö14: Hayır

Dördüncü bölüm ikinci soruda yer alan mühendislik mesleğini gelecekte seçmeye yönelik ön form öğrenci bulguları Tablo 3.20'de sunulmaktadır.

Tablo 3.20: Mühendislik Mesleğini Gelecekte Seçme Son Form Öğrenci Frekansları, Yüzdesi ve Cevapları

Açıklama	N	%	Öğrenci Cevap Örnekleri
Evet	25	89,29	Ö9: Evet
Belki	3	10,71	Ö14: Kısmen Ö27: Belki
Hayır	0	0	-

Tablo 3.19 incelendiğinde öğrencilerin mühendislik mesleğini gelecekte seçme ile ilgili ön form sonuçlarına bakıldığında "Evet" ve "Belki" diyenler ön formda %75 iken Tablo 3.20 incelendiğinde öğrencilerin mühendislik mesleğini gelecekte seçme ile son form sonuçlarına bakıldığında %100'e yükseldiği görülmektedir. Uygulamadan sonra öğrencilerle yapılan görüşmeden iki öğrencinin mühendislikten başka bir meslek istedikleri fakat mühendislik mesleğini de düşünebilecekleri ifade edip mühendislik alanlarından işaretleme yaptıkları için analiz sonuçlarına "Belki" olarak kaydedilmiştir.

Dördüncü bölüm üçüncü soruda yer alan gelecekte seçilmek istenen mühendislik alanlarına yönelik ön ve son form bulguları Tablo 3.21'de sunulmaktadır.

Tablo 3.21: Gelecekte Seçilmek İstenen Mühendislik Alanları Ön Form Öğrenci Frekansları ve Yüzdesi

Mühendislik Alanları	Ön Form		Son Form	
	N	%	N	%
Astronomi Mühendisliği	9	32,14	12	42,86
Bilgisayar Mühendisliği	12	42,86	12	42,86

Mühendislik Alanları	Ön Form		Son Form	
	N	%	N	%
Bilişim Sistemleri Mühendisliği	4	14,29	5	17,86
Biyoloji Mühendisliği	6	21,43	9	32,14
Biyomedikal Mühendisliği	3	10,71	4	14,29
Cevher Hazırlama Mühendisliği	3	10,71	7	25,00
Çevre Mühendisliği	6	21,43	9	32,14
Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği	6	21,43	7	25,00
Elektrik ve Elektronik Mühendisliği	6	21,43	12	42,86
Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği	7	25,00	6	21,43
Endüstri Mühendisliği	4	14,29	9	32,14
Fizik Mühendisliği	7	25,00	11	39,29
Gemi İnşaatı ve Gemi Makineleri Mühendisliği	6	21,43	6	21,43
Gıda Mühendisliği	7	25,00	10	35,71
Havacılık ve Uzay Mühendisliği	5	17,86	11	39,29
İmalat Mühendisliği	3	10,71	5	17,86
İnşaat Mühendisliği	7	25,00	8	28,57
İşletme Mühendisliği	3	10,71	8	28,57
Jeofizik Mühendisliği	4	14,29	5	17,86
Jeoloji Mühendisliği	3	10,71	9	32,14
Kimya Mühendisliği	8	28,57	17	60,71
Maden Mühendisliği	2	7,14	4	14,29
Makine Mühendisliği	12	42,86	15	53,57
Matematik Mühendisliği	8	28,57	10	35,71
Metalurji ve Malzeme Mühendisliği	3	10,71	4	14,29
Meteoroloji Mühendisliği	7	25,00	8	28,57
Moleküler Biyoloji ve Genetik Mühendisliği	6	21,43	11	39,29
Nanoteknoloji Mühendisliği	3	10,71	6	21,43
Tasarım Mühendisliği	11	39,29	13	46,43
Tekstil Mühendisliği	3	10,71	4	14,29
Uçak Mühendisliği	10	35,71	12	42,86
Uzay Mühendisliği	9	32,14	16	57,14
Yazılım Mühendisliği	6	21,43	14	50,00
Ziraat Mühendisliği	6	21,43	5	17,86

Tablo 3.21’de görüldüğü gibi öğrencilerin en çok tercih ettikleri mühendislik alanları Bilgisayar Mühendisliği (12), Makine Mühendisliği (12), Tasarım Mühendisliği (11) ve Uçak Mühendisliği (10) gibi güncel ve popüler alanlar olmuştur. En az tercih ettikleri mühendislikler ise Maden Mühendisliği (2), Nanoteknoloji Mühendisliği (3) ve Metalurji ve Malzeme Mühendisliği (4) gibi öğrencilerin çevrelerinden az duydukları mühendislikler olmuştur. Ön ve son formda öğrencilerin seçtikleri meslek adedindeki artış veya azalış incelendiğinde 8 öğrenci (Ö1, Ö2, Ö15, Ö19, Ö23, Ö24, Ö25, Ö28) ön formda seçtiği meslek sayısından son formda daha az seçmişken 20 öğrenci ön formdaki seçmiş olduğu meslek sayısından son formda daha fazla mesleği

seçtiği tespit edilmiştir. Öğrencilerden Ö1 ile yapılan görüşmede ön formda 34 mesleğin hepsini seçmişken son formda 8 tane seçmesinin sebebi sorulduğunda “Ben mühendis olmak istiyorum ama başlangıçta hangi mühendis olacağıma karar verememiştim. Bu uygulamadan sonra kararımı verdim ve başarabileceğim alanda ilerlemek istiyorum” yanıtı alınmıştır. Aynı grupta bulunan Ö24, Ö25 ve Ö28 ise mühendislik mesleğinin güzel fakat emek isteyen bir meslek olduğunu her alanda çalışmanın kolay olmayacağını ve bu sebeple yetenekleri ve ilgilerinin olduğu alanı seçmelerinin mantıklı olduğunu savundukları ortak görüşü not edilmiştir.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

4.1. Sonuç ve Tartışma

Tersine mühendislik uygulamalarında mühendislik alanına yönelik çalışmalar deney grubu ile tespit edilmeye çalışılmıştır. Deney grubuna MABF ön ve son formlar uygulanmıştır. Mühendislik alanına yönelik hazırlanan formdan toplanan veriler incelendiğinde ön ve son form arasında anlamlı fark bulunmaktadır. Tersine mühendislik uygulamalarını içeren etkinlikler uygulanmaya başlanmadan önce öğrencilerin mühendislik ile ilgili bilgilerinin sınırlı düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Uygulamadan sonra ise mühendislik alanına yönelik bilgilerinde artış olduğu görülüp mühendislik mesleğinin ne olduğu ve mühendislerin neler yaptığı, hangi ürünleri tasarladığını, hangi becerilere sahip olması gerektiği gibi sorulara anlamlı şekilde cevap verdikleri tespit edilmiştir. Ayrıca neredeyse tüm öğrencilerin kahve makinesini tasarlarken kendilerini mühendis gibi hissedip ona göre tasarım yaptığı gözlemlenmiştir. Formda yer alan mühendislik mesleğini gelecekte seçmeye yönelik ön form cevaplarında öğrencilerin %71,43’ü “Evet”, %3,57’si “Belki” ve %25’i “Hayır” cevabını vermiş olup son form cevapları incelendiğinde %89,29 “Evet”, %10,71 “Belki” cevabına rastlanmış olup hiçbir öğrenci “Hayır” cevabını vermemesi de gelecekte meslek olarak mühendislik mesleğine hiçbir öğrencinin olumsuz bakmamasından öğrencilerin tasarım yaparken kendini mühendis gibi hissetmesi görüşünü destekleyebilir. Bu sonuçlardan yola çıkarak tersine mühendislik uygulamalarının öğrencilerin gelecekte mühendislik mesleğini seçme olasılıklarının arttırdığı sonucuna da varılabilir. Ayrıca gelecekte hangi mühendislik alanlarına yönelik meslek seçimine ait soru öğrencilere yöneltildiğinde ön formda en yüksek ilk beş puandaki mühendislik alanları; Makine Mühendisliği ve Bilgisayar Mühendisliği (12 puan), Tasarım Mühendisliği (11 puan), Uçak Mühendisliği (10 puan), Uzay Mühendisliği ve Astronomi Mühendisliği (9 puan), Kimya Mühendisliği ve Matematik Mühendisliği (8 puan) görülmektedir. Son formda en yüksek ilk beş puandaki mühendislik alanları; Kimya Mühendisliği (17 puan), Uzay Mühendisliği (16 puan), Makine Mühendisliği (15 puan), Yazılım Mühendisliği (14 puan), Tasarım Mühendisliği (13 puan) olarak belirlenmiştir. Öğrenciler ön ve son formlarda işaretlemiş oldukları meslek sayılarındaki artış ve azalış incelendiğinde 8 öğrenci (Ö1, Ö2, Ö15, Ö19, Ö23, Ö24, Ö25, Ö28) ön formda seçtiği meslek sayısından son formda daha az seçmişken 20 öğrenci ön formdaki seçmiş olduğu meslek sayısından son formda daha fazla mesleği seçtiği tespit edilmesiyse öğrencilerden 8 öğrencinin

uygulamadan önce mühendis olmak istedikleri fakat bu uygulamadan sonra ilgi ve yeteneklerine yakın mühendisliğe de karar verdikleri söylenebilir.

Alanyazın incelendiğinde Knight ve Cunningham çalışmalarında 3. sınıftan 12. sınıfa kadar toplamda 384 öğrencinin çalışan bir mühendis çizimlerini istenen araştırmalarında öğrencilerin en çok çizdikleri beş kategorinin sırasıyla; “inşa eden, tamir eden, tasarlayan, yaratan, tren kullanan” şeklinde olduğunu belirtmişlerdir [14]. Gülhan yaptığı çalışmada 5. Sınıf öğrencilerine “Mühendis kimdir?” sorusunu yöneltilip öğrencilerden mühendis çizimleri beklenmiştir. Çizimlerden elde edilen sonuçlar deney grubu öğrencilerinin 20’sinin (%71,5) gelişim gösterenler kategorisinde, 8’inin (%28,5) gelişim göstermeyenler kategorisinde yer aldığını belirlenmiştir [15]. Bu bulgulara dayanarak STEM etkinliklerinin öğrencilerin mühendislik algılarını ve STEM alanlarındaki meslekleri seçme isteklerini genel olarak doğru yönde geliştirdiği sonucuna varmıştır. Schnittka, mühendislik tasarım faaliyetlerinin ortaokul öğrencilerinin mühendisliğe karşı tutumlarının ve mühendislikle ilgili bilgilerinin arttığını tespit etmiştir [16]. Kennedy, Lee, & Fontecchio yaptıkları çalışmada origami yardımıyla STEAM yaklaşımının tersine mühendislik uygulamaları ile entegre edilmesi sayesinde öğrencilerin mühendisliğin ne olduğunu öğrendikleri sonucuna varmışlardır [17]. Dempere yaptığı araştırmada malzeme bilimi ve mühendisliği bölümü lisans programındaki öğrenciler malzemenin yapısı ve yapısal analiz tekniklerinin önemini anlamada dersin daha anlamlı ve değerli olduğunu belirtmişlerdir [18]. Boyette tersine mühendislik uygulamalarıyla yaptığı çalışmada uygulamadan önce öğrencilerin yüzde 85’inden fazlası mühendislik sınavının temellerini alıp geçmesine rağmen çoğu öğrencilerin mühendislik alanında kariyer yapmak istemediği; uygulamadan sonra ise tersine mühendislik konusundaki uygulamalar yardımıyla neredeyse tüm öğrencilerin bu çalışmayı çok faydalı bir alıştırma olarak gördüğü tespit edilmiştir [19].

NGSS öğrencilerin bilim, teknoloji, mühendislik ve matematikte (STEM) içerik bilgisini güçlendirmek ve öğrencilerin ilgisini artırmak için mühendislik eğitiminin erken yaşlarda başlanılmasına ihtiyaç duyulduğunu belirtmektedir [9]. İlkokul öğrencilerinde giderek bilime olan ilgisini kaybetmeye başladığı görülmektedir [20]. Ayrıca, ilkokul öğrencileri arasında mühendisliğin ne olduğunu ve mühendislerin ne yaptığı ile ilgili birçok yanlış anlamaları vardır. İlkokul öğrencilerinin mühendis çizimleri üzerine yapılan birçok çalışma, birçok öğrencinin mühendislerin yanlış anlamalarına sahip olduklarını göstermektedir [21]. Capobianco ve diğ. Öğrencilerin en sık olarak el emeği yapılan mekanik, işçi ve teknisyen olarak tanımladığını tespit etmiştir [22]. Bu algılar öğrencilerin STEM alanlarında çalışmaktan veya kariyer yapmaktan kaçınmaktadır [23]. Bu nedenle, erken dönemde öğrencilerin STEM konularına olan ilginin artmasını sağlamak için mühendislik eğitimine ihtiyaç duyulmaktadır.

4.2. Öneriler

1. Mühendislik uygulamalarının bir kolu olan tersine mühendislik uygulamalarına Fen Bilimleri dersinde yer verilebilir. Tersine mühendislik kısaca var olan bir sistem, cihaz ya da nesnenin üretim aşamalarını da içerecek şekilde tasarım

ve işlevsel özelliklerinin analiz edilmesi durumudur. Bu çalışmada tersine mühendislik uygulamalarına yön vermesi için kahve makinesi seçilmiştir. Böylece öğrencilerden var olan kahve makinesinin özelliklerini, işlevini, yapısını analiz edip sistemi ilk önce parçalarına ayırıp düşünmesi sonra da parçalardan kendi oluşturacağı fikir sayesinde bütüne gitmesi beklenmiştir. Parçalara ayırma ve sonra tekrar bütüne ulaşma sürecinde aynı zamanda öğrencilerinden fen, teknoloji, mühendislik, matematik ve diğer alanlar ile ilişki kurması hedeflenmiştir. Çalışmasında tersine mühendislik uygulamalarına yer vermek isteyen araştırmacılar bir buluş (örneğin; saç kurutma makinesi, tost makinesi gibi) sayesinde fen, teknoloji, mühendislik, matematik (STEM) + sanat (STEAM) veya diğer alanlara da yer vererek (disiplinler arası) öğrencilerin bilgi, beceri, tutum ve tutumlarını tespit edebilir.

2. Tersine mühendislik uygulamaları, Fen Bilimleri dersinde öğrenilen bilgilerin günlük hayata transfer edilmesine imkân sağlayabilir. Bu doğrultuda öğrencilerin fen öğrenimlerini anlamlı hale getirmek için tersine mühendislik uygulamalarına yer verilmelidir.

3. Fen Bilimleri programındaki çoğu konular için tersine mühendislik uygulamalarında yazılan bilgi temelli hayat problemleri geliştirilebilir.

4. Mühendislik uygulamaları çalışmalarda genellikle fizik ve kimya alanına yönelik uygulamaları içermektedir. Biyoloji alanına (genetik mühendisliği, biyoteknoloji) yönelik uygulamalara da yer verilebilir.

KAYNAKLAR

[1] Cunningham, C., Lachapelle, C., & Lindgren-Streicher, A. (2005, June). *Assessing elementary school students' conceptions of engineering and technology*. Paper presented at the annual American Society for Engineering Education Conference & Exposition, Portland, OR.

[2] Mena, I., Capobianco, B., & Diefes-Dux, H. (2009, June). *Significant cases of elementary students' development of engineering perceptions*. Paper presented at the annual American Society for Engineering Education Conference & Exposition, Austin, TX.

[3] Oware, E., Capobianco, B. & Diefes-Dux, H. (2007, June). *Gifted students' perceptions of engineers? A study of students in a summer outreach program*. Paper presented at the annual American Society for Engineering Education Conference & Exposition, Honolulu, HI

[4] National Academy of Engineering. (2008). *Changing the conversation: Messages for improving public understanding of engineering*. Washington, DC: National Academies Press.

[5] Driver, R., Squires, A., Rushworth, R., & Wood-Robinson, V. (1994). *Making sense of secondary science: Research into children's ideas*. London, UK: Routledge.EiE.

[6] Katehi, L., Pearson, G., & Feder, M. (Eds.). (2009). *Engineering in K-12 education: Understanding the status and improving the prospects*. Washington, DC:

National Academies Press (Committee on K-12 Engineering Education, National Academy of Engineering and National Research Council).

[7] Hester, K., & Cunningham, C. (2007, June). *Engineering is elementary: An engineering and technology curriculum for children*. Paper presented at the American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition, Honolulu, HI.

[8] National Research Council. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: National Academies Press.

[9] National Research Council. (2013). *Next Generation Science Standards (NGSS)*. Washington, DC: National Academies Press.

[10] Barger, M., Gilbert, R., Poth, R., & Little, R. (2006, June). *Essential elementary examples of Elementary engineering in elementary education*. Paper presented at the annual American Society for Engineering Education Conference & Exposition, Chicago, IL.

[11] Cunningham, C., & Lachapelle, C. (2007, June). *Engineering is elementary: Children's changing understandings of engineering and science*. Paper presented at the annual American Society for Engineering Education Conference & Exposition, Honolulu, HI

[12] Hotaling, L., McGrath, B., McKay, M., Shields, C., Lowes, S., Cunningham, C. Lachapelle, C., & Yao, S. (2007, June). *Engineering our future New Jersey*. Paper presented at the annual American Society for Engineering Education Conference & Exposition, Honolulu, HI.

[13] National Academy of Engineering and National Research Council. (2009). *Engineering in K-12 education: Understanding the status and improving the prospectus*. Washington, DC: National Academies Press.

[14] Knight, M., & Cunningham, C. (2004, June). *Draw an Engineer Form (DAET): Development of a tool to investigate students' ideas about engineers and engineering*. Paper presented at the annual American Society for Engineering Education Conference & Exposition, Salt Lake City, UT

[15] Gülhan, F. (2015). *Fen-Teknoloji-Mühendislik-Matematik Entegrasyonunun (STEM) 5. Sınıf Öğrencilerinin Algı, Tutum, Kavramsal Anlama ve Bilimsel Yaratıcılıklarına Etkisi*, Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.

[16] Schnittka, C. G. (2009). *Engineering design activities and conceptual change in middle school science*. Dissertation. University of Virginia.

[17] Kennedy, Lee, & Fontecchio (2016). STEAM approach by integrating the arts and STEM through origami in K-12. IEEE Frontiers in Education Conference (FIE). Volume: 1, Pages: 1-5

[18] Dempere, L.A.(2009). Reverse engineering as an educational tool for sustainability. IEEE International Symposium on Sustainable. DOI:[10.1109/issst.2009.5156748](https://doi.org/10.1109/issst.2009.5156748)

[19] Boyette, M.D. (t.y.). Using Reverse Engineering in the Classroom to Teach Creativity. <http://se.asee.org/proceedings/ASEE2004/P2004001adminBOY.pdf>

[20] Baird, J. R., & Penna, C. (1992). Survey research. In J. R. Baird (Ed.), *Shared adventure: A view of quality teaching and learning (Second report of the teaching and learning Science in schools project)* (pp. 185–274). Melbourne, Australia: Monash University.

[21] Karatas, F., Micklos, A., & Bodner, G. (2011). Sixth-grade students' views of the nature of engineering and images of engineers. *Journal of Science Education and Technology*, 20, 123–135.

[22] Capobianco, B. M., Diefes-Dux, H. A., Mena, I., & Weller, J. (2011). What is an engineer? Implications of elementary school student conceptions for engineering education. *Journal of Engineering Education*, 100(2), 304– 328. doi:10.1002/j.2168-9830.2011.tb00015.x

[23] Packard, B. W., & Wong, E. D. (1999). *Future images and women's career decisions in science*. Paper presented at the American Educational Research Association, Montreal, Canada.

**TERNARY HEUSLER COMPOUNDS AS MULTIFUNCTIONAL
TOPOLOGICAL INSULATORS**

Dr. Öğr. Üyesi Selami PALAZ
Harran Üniversitesi

Abstract

In present work, our research is mainly focused on the electronic structures, elastic, optical and magnetic properties of some Heusler compounds by using ab initio calculations within the generalized gradient approximation (GGA). The band structure of the Heusler alloys for majority spin (spin-up) and minority spin (spin-down) were calculated. We also find that these Heusler compounds have the indirect band gaps E_g in the minority spin channel. For better understanding of the electronic states, the total and partial density of states were calculated, too. The real and imaginary parts of dielectric functions and hence the optical functions such as energy-loss function, the effective number of valance electrons and the effective optical dielectric constant for some Heusler compounds were also calculated.

Keywords: Ab Initio Calculation, Elastic Constants, Electronic Properties, Optical Properties

**ÇOK FONKSİYONLU TOPOLOJİK YALITKANLAR OLARAK ÜÇLÜ
HEUSLER BİLEŞİKLERİ****Özet**

Bu çalışmada, araştırmamız genelleştirilmiş gradyan yaklaşımı (GGA) içerisinde ab-initio hesaplamaları kullanarak temel olarak bazı Heusler bileşiklerinin elektronik yapılarına, elastik, optik ve manyetik özelliklerine odaklanmıştır. Heusler alaşımlarının bant yapısı, çoğunluk spin (yukarı spin) ve azınlık spin (aşağı spin) için hesaplandı. Ayrıca, bu Heusler bileşiklerinin, örneğin, azınlık spin kanalında dolaylı bant boşluklarına E_g sahip olduğunu da bulduk. Elektronik durumları daha iyi anlamak için, toplam ve kısmi durum yoğunlukları da hesaplanmıştır. Dielektrik fonksiyonların reel ve sanal kısımları ve dolayısıyla enerji kaybı fonksiyonu, etkin valans elektronlarının sayısı ve bazı Heusler bileşikleri için etkin optik dielektrik sabiti gibi optik fonksiyonlar da hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Ab-initio Hesaplama, Elastik Sabitler, Elektronik Özellikler, Optik Özellikler

1.INTRODUCTION

The Heusler compounds are the [ferromagnetic](#) compounds based on a Heusler phase. They have interesting electronic and magnetic properties. Because of these properties, the Heusler compounds have attracted for the design of single-spin electron sources and spin injectors in the field of magneto-electronics and related technological applications [1-3]. The half-Heusler phases XYZ (X = Co, Cu, Y = Mn, Ti, Z = Sn, Sb, Si, Ge), comprising three interpenetrating fcc lattices, constitute an

important class of materials with particular regard to their magnetic properties [4]. Ternary half-Heusler compounds have the chemical formula X_2YZ or XYZ , where X and Y are transition or rare earth metals and Z a heavy element. In some cases, Y is replaced by a rare earth element [5]. Half-Heusler compounds XYZ crystallize in the space group $F-43m$ [4-7].

In the present work, by means of a DFT approach we examined the series of Heusler alloys X_2YZ , and XYZ assuming they crystallize in the typical $C1_b$ structure. For all these compounds we derived structural, mechanical, optical properties. Consequently, the primary purpose of this work is to provide some additional information to the existing data on the physical properties of X_2YZ and XYZ compounds by using the ab-initio total energy calculations.

2. METHOD OF CALCULATION

The first principles calculation based on DFT was used with the aid of the ABINIT program [8]. The plane wave cut-off energy in the wave vector K space was 500 eV. We have performed the Brillouin–Zone integration by using $8 \times 8 \times 8$ Γ centered special Monkhorst-Pack k-points [9]. When the total energy was stabilized within 1×10^{-7} eV, the force acting on each atom of the cell after optimization was less than 0.001 eV/Å, the residual stresses of the cell was less than 0.001 GPa, and the tolerance offset was less than 1×10^{-5} Å.

The optical properties were obtained complex dielectric function $\epsilon(\omega) = \epsilon_1(\omega) + i\epsilon_2(\omega)$ where the details explained in Refs. [10].

3. RESULT AND DISCUSSION

3.1. Mechanical properties

The estimated independent elastic constants are tabulated in Table 3.1. To our knowledge, there are no experimental or theoretical data available for elastic constants. The calculated elastic constants satisfy Born criteria [11]. Therefore, it can be said that, X_2YZ and XYZ compounds for considered structures are mechanically stable.

The isotropic bulk moduli, shear moduli, Young's moduli, Poisson's ratios, B/G ratios, Debye temperatures, and sound velocities are calculated by using Voigt Reuss-Hill [12-14] approach. The results are tabulated in Table 3.1. It shows that the compressibility of these structures is relatively same after application of pressure. We note that the B/G values are all higher than 1.75. Therefore, the studied systems in its all forms can be classified as ductile materials [15]. Our calculated values of Poisson's ratio vary from 0.31 to 0.40 for these structures. Thus indicating strong metallic contribution in the intra-atomic bonding for these structures. While the calculated hardness for NiMnSb is higher than 10 GPa, the hardness for CuMnSb, and PdMnSb are lower than 10 GPa. Therefore, NiMnSb is a hard material.

Table 3.1. The calculated equilibrium lattice constant (a in Å), total energy (E_0 in eV/f.u.), ground state volume (V_0 in Å³/f.u.), Knoop hardness (HK in GPa), and

magnetic moments (M in $\mu\text{B}/\text{f.u.}$) values

Material	a (Å)	V_0 (Å ³ /f.u.)	E_0 (eV/f.u.)	H_{KNOOP} (GPa)	E_g (eV)	M_{Mn}	M_{X}	M_{Total}	Refs.
NiMnSb	5.900	51.35	-19.2287	12.211	H-M	3.68	0.28	3.96	Present
	5.927								Exp. [6]
	5.909							3.85	Exp. [7]
CuMnSb	4.965	56.21	-16.5737	5.806	M	3.98	0.11	4.09	Present
PdMnSb	6.207	59.79	-19.1223	8.224		3.91	0.06	3.97	Present
	6.248							3.95	Exp. [7]

Table 3.2. The calculated equilibrium lattice constant (a in Å), total energy (E_0 in eV/f.u.), ground state volume (V_0 in Å³/f.u.), Knoop hardness (H_K in GPa), and magnetic moments (M in $\mu\text{B}/\text{f.u.}$) values

Material	a (Å)	V_0 (Å ³ /f.u.)	E_0 (eV/f.u.)	H_{KNOOP} (GPa)	E_g (eV)	E_g^{dn} (eV)	M_{Co}	M_{Total}	Refs.
Co ₂ TiSi	5.7415	47.32	-29.962	10.966	H-M	0.658	1.06	2.06	Present
Co ₂ TiGe	5.8352	49.67	-28.386	10.666	H-M	0.463	1.07	2.05	Present
Co ₂ TiSn	6.0832	56.28	-27.192	12.231	H-M	0.370	1.12	1.15	Present

E_g^{dn} : band gap in spin down

Table 3.3. The calculated isotropic bulk moduli (B in GPa), shear moduli (G in GPa), Young's moduli (E in GPa), Poisson's ratios (ν), B/G ratios, Debye temperatures (θ_D in K), and sound velocities (v_l , v_t and v_m in m/s)

Material	B	G	E	ν	G/B	B/G	θ_D	V_l	V_t	V_m
Co ₂ TiSi	204.7	96.5	250.1	0.2962	0.471	2.121	558.0	7045	3828	4271
Co ₂ TiGe	189.6	86.1	224.3	0.3027	0.454	2.202	472.8	6184	3292	3678
Co ₂ TiSn	167.7	78.9	204.6	0.2966	0.470	2.125	433.9	5767	3156	3519

Table 3.4a. The calculated elastic constants (C_{ij} in GPa)

Material	C_{11}	C_{12}	C_{44}
NiMnSb	170.9	82.7	54.7
CuMnSb	105.6	63.9	39.2
PdMnSb	114.5	88.0	27.8

Table 3.4b. The calculated elastic constants (C_{ij} in GPa).

Material	C_{11}	C_{12}	C_{44}
Co ₂ TiSi	294.7	159.7	122.8
Co ₂ TiGe	265.0	151.9	114.2
Co ₂ TiSn	243.5	129.8	98.3

3.2. Electronic Properties

Electronic structure plays an important role in determining the magnetic properties of the Heusler compounds. The band structure of along the principal symmetry directions have been calculated by using the equilibrium lattice constants.

The band structure of the X₂YZ and XYZ Heusler alloys for majority spin (spin-up) and minority spin (spin-down) were calculated. The calculated band structures are shown Figure 1 and 2. It is seen that for these compounds, the majority spin states cross the Fermi level and thus have the metallic and semimetallic characters, while the minority spin states open the band gaps around the Fermi level and thus have the narrow-band semiconducting nature. For better understanding of the electronic states, the total density of states were calculated, too (Fig. 3 and 4).

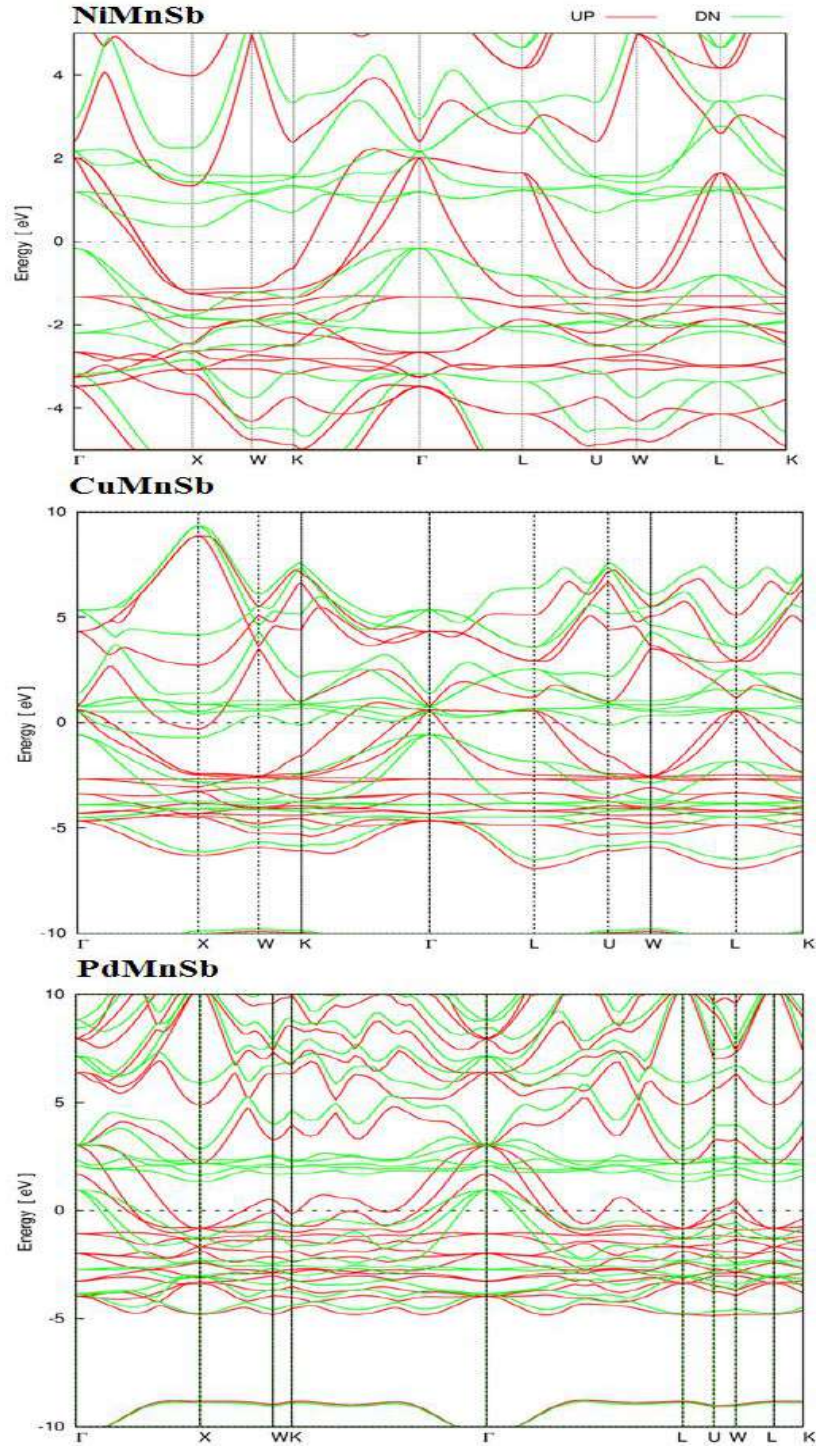


Figure 1. Electronic band structure of the titled compound

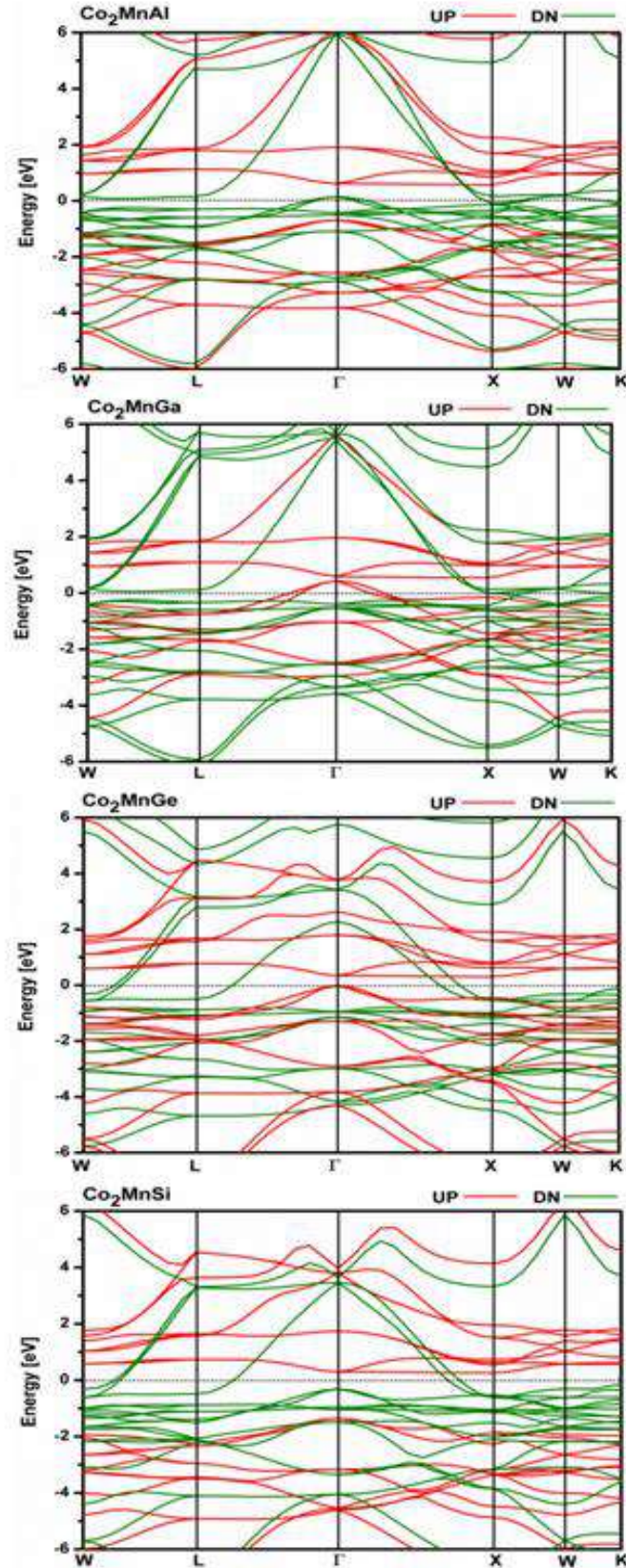


Figure 2. Electronic band structure of the titled compound

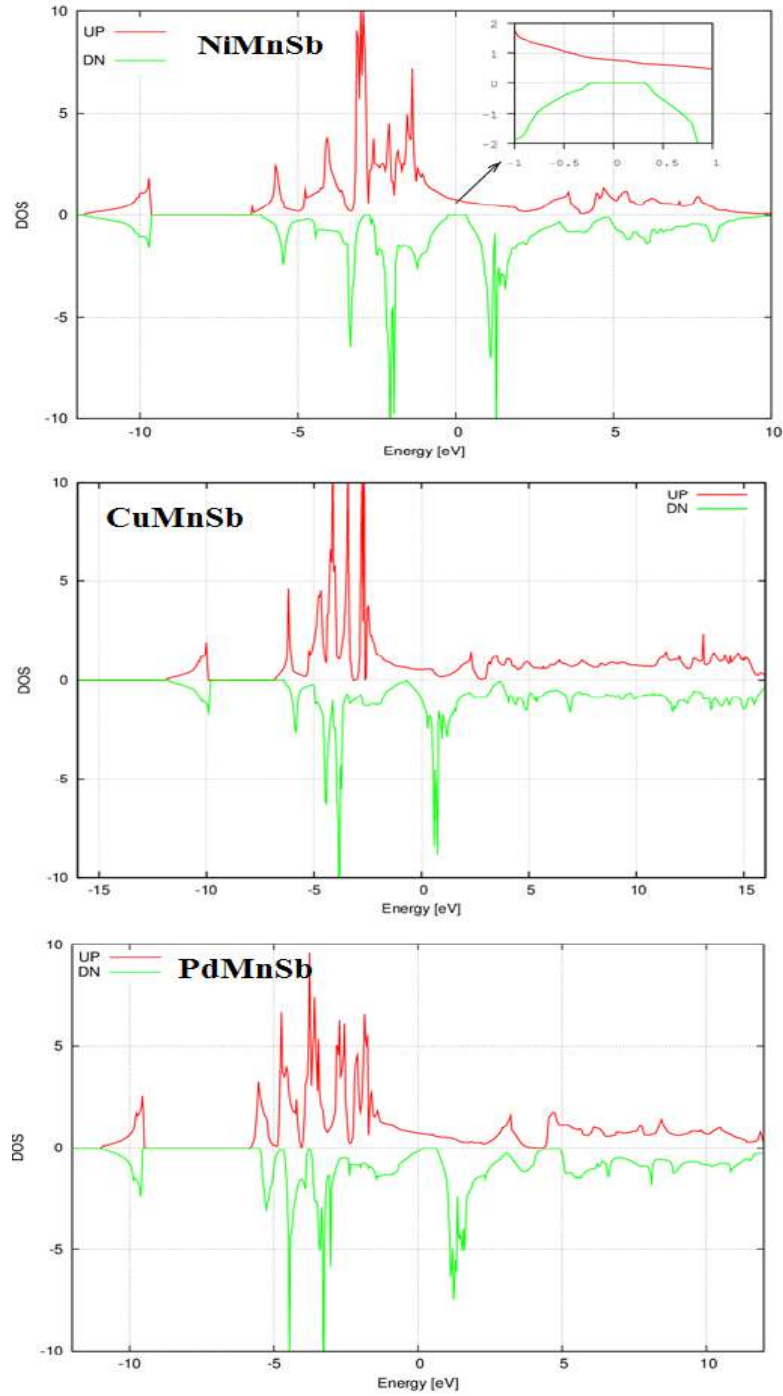


Figure 3. Total density of states of the titled compounds.

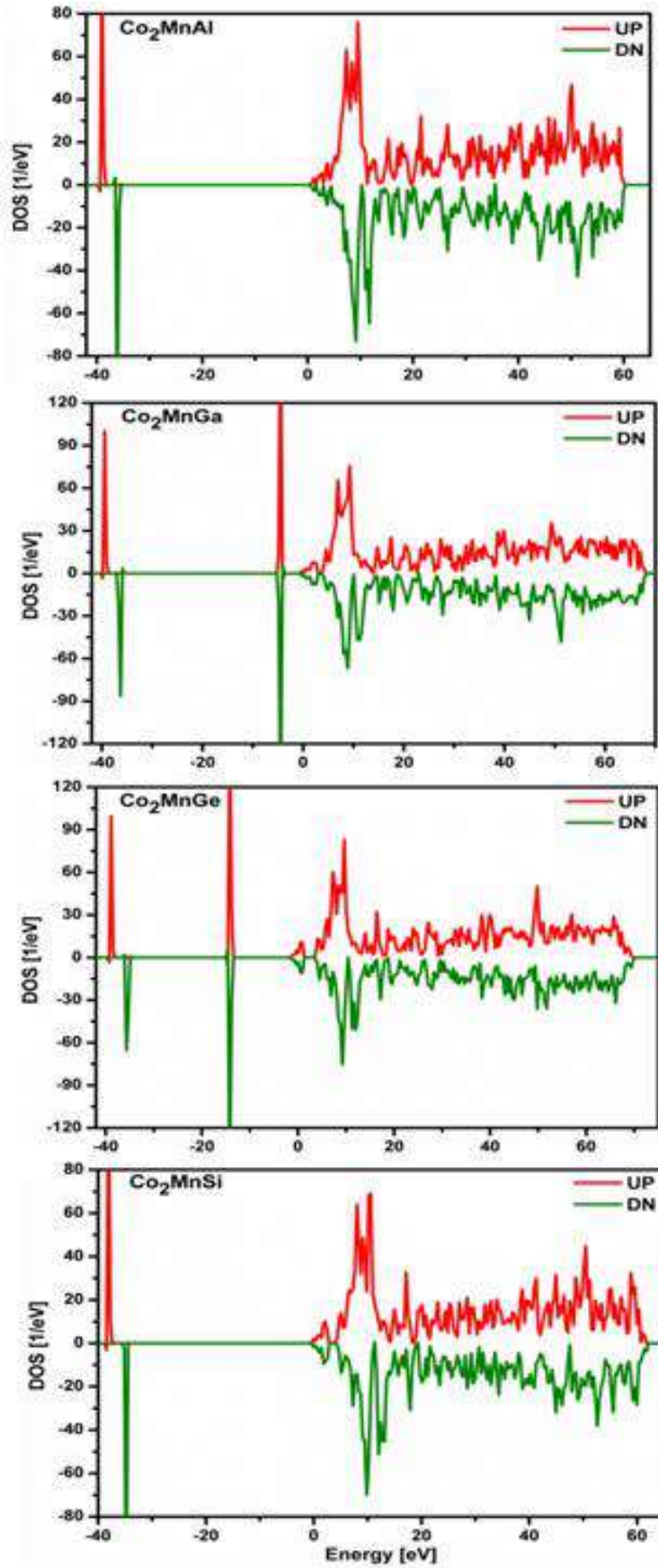


Figure 4. Total density of states of the titled compounds

3.3. Optical Properties

We have first calculated the real and imaginary part of $\epsilon(\omega)=\epsilon_1(\omega)-i\epsilon_2(\omega)$ complex dielectric function using the Kramers-Kronig relations. The optical constant such as energy-loss function, the effective number of valence electrons and the effective optical dielectric constant have been calculated with the help of the real and imaginary part of dielectric function for these compounds. The results obtained show manner similar to our recent works. The energy values of ϵ_1^x (ϵ_1^z) that decreasing ($d\epsilon_1/dE<0$) and increasing ($d\epsilon_1/dE>0$) are zero are 2.18 eV and 15.84 eV for Co_2MnAl compound, 6.60 eV and 20.92 eV for Co_2MnSi compound, and 6.71 eV, and 21.11 eV for Co_2MnGe compound, and 2.28 eV and 22.00 eV for Co_2MnGa compound. These values that the ϵ_1^x (ϵ_1^z) are zero are points reduced of the reflections, and show that the polarization disappears. The maximum peak values of ϵ_2^x (ϵ_2^z) are 1.13 eV, 2.28 eV, and 7.28 eV for Co_2MnAl compound, 2.45 eV, 8.40 eV, and 11.10 eV for Co_2MnSi compound, and 2.57 eV, 7.63 eV, and 10.37 eV for Co_2MnGe compound, and 1.30 eV, 6.30 eV and 9.17 eV for Co_2MnGa compound. These values show how much the electromagnetic wave polarizes the system, and corresponds to the electronic transitions from the valence band to the conduction band. Furthermore, 0-1.2 eV, 0-1.3 eV, 0-0.6 eV and 0-0.7 eV energy region for Co_2MnGe , Co_2MnSi , Co_2MnAl , and Co_2MnGa compounds, respectively is the region where dispersion and transparency are low. This energy region corresponds to the region beginning of the transition between the bands. The 1.4-10 eV energy region for these compounds is the region where the transitions between the bands are very intense. The 2-10 eV energy region has reduced transitions between the bands. The energy region above 12 eV also corresponds to the collective vibration of valence electrons. This energy region defined as plasma oscillations is described by the energy loss function. The optical data for XYZ show that in the limit of IR or visible region of the spectrum that has been studied the values of the real part of the dielectric constant lie near zero (as for X_2YZ). This means that the negative contribution from the accelerating mechanism of absorption is quite small and is compensated by the positive contribution from the real and virtual interband transitions of electrons. Such a behavior of the ϵ_1 function indicates the low concentration of conduction electrons in XYZ. The presence of a Drude component in the dielectric functions of X_2YZ (L_{21} phase) permitted us to determine the parameters of free electrons – plasma frequency of conduction electrons $E_{pl} = 3.1$ eV and the effective number of free electrons - $N_{\text{eff}} = 2.4 \times 10^{22} \text{ cm}^{-3}$. The low values of N_{eff} indicate the formation of a pseudogap in the energy band spectrum of X_2YZ . In the case of XYZ, the zero values of ϵ_1 prevent making corresponding estimates for N_{eff} . However, it is reasonable to explain the observed behavior of the dielectric properties of XYZ by the formation of a deeper pseudogap in the density of states as compared to X_2YZ . Our results concerning the low-energy interband absorption indicate a weak “growing-in” of the gap in the density of states, which was predicted theoretically for the C1_b phase of

XYZ. Thus, we can conclude that there occurs a loss of the half-metallic character of the energy band spectrum of XYZ in the case of the vacancy-containing phase with the structure of the $L2_1$ type.

4. CONCLUSION

In this work, we have investigated structural, mechanical, magnetic, electronic, and optical properties of X_2YZ and XYZ Heusler alloys. The estimated lattice parameters are agreement with experimental data. The results of elastic constants reveal all compounds are mechanically stable. The traditional B/G ratio indicate that considered compounds possess ductile nature. The electronic structure calculations show that the majority spin states cross the Fermi level and thus have the metallic character, while the minority spin states open the band gaps around the Fermi level and thus have the narrow-band semiconducting nature. We also find that these Heusler compounds have the indirect band gaps E_g in the minority spin channel. Finally, optical properties were studied. The relations of the optical properties to the interband transitions were also discussed.

REFERENCES

- [1] J. H. Park, E. Vescovo, H. -J. Kim, C. Kwon, R. Ramesh, and T. Venkatesan, "Direct evidence for a half-metallic ferromagnet", 1998, *Nature*, **392**, 794-796.
- [2] S. J. Hashemifar, P. Kratzer, and M. Scheffler, "Preserving the Half-Metallicity at the Heusler Alloy $Co_2MnSi(001)$ Surface: A Density Functional Theory Study", 2005, *Phys. Rev. Lett.*, **94**, 096402.
- [3] S. A. Wolf, Awschalom D. D, R. A. Buhrman, J. M. Daughton, S. von Molnár, M. L. Roukes, A. Y. Chtchelkanova, and D. M. Treger, "Spintronics: A Spin-Based Electronics Vision for the Future" 2001, *Science*, **294**, 1488-1495.
- [4] H. C. Kandpal, C. Felser, and R. Seshadri, "Covalent bonding and the nature of band gaps in some half-Heusler compounds", 2006, *Journal of Physics D: Applied Physics* **39** (5), 776.
- [5] H. C. Kandpal, G. H. Fecher, C. Felser, and G. Schönhense, "Correlation in the transition-metal-based Heusler compounds Co_2MnSi and Co_2FeSi ", 2006, *Phys. Rev. B*, **73**, 094422.
- [6] M. J. Otto, R. A. M. van Woerden, P. J. van der Valk, J. Wijngaard, C. F. van Bruggen, C. Haas, and K. H. J. Buschow, 1989, *J. Phys.: Condens. Matter*, **1**, 2341.
- [7] P. J. Webster and K. R. A. Ziebeck, in *Alloys and Compounds of d-Elements with Main Group Elements. Part 2.*, edited by H. R. J. Wijn, Landolt-Börnstein, New Series, Group III, Vol.19c (Springer, Berlin), 1988, pp.75-184.
- [8] <http://www.abinit.org>
- [9] H. J. Monkhorst and J. D. Pack, "Special points for Brillouin-zone integrations", 1976, *Phys. Rev. B.*, **13**, 5188.

[10] H. R. Philipp and H. Ehrenreich, "Optical Properties of Semiconductors", 1963, Phys.Rev.,**129**(4), 1550.

[11] M. Born, " On the stability of crystal lattices. I", 1940, Proc. Cambridge Philos. Soc., **36**, 160-172.

[12] W. Voight, Lehrbuch der Kristallphysik, Vol. 962, Leipzig: Teubner, 1928.

[13] A. Reuss and Z. Angew, "Calculation of flow limits of mixed crystals", 1929, Math. Mech., **9**, 49-52.

[14] R. Hill, "The Elastic Behaviour of a Crystalline Aggregate", 1952, Proc. Phys. Soc. London, **65**, 349-354.

[15] S. F. Pugh, "XCII. Relations between the elastic moduli and the plastic properties of polycrystalline pure metals", 1954, Phil. Mag. Ser., **45**, 823-843.

NANO KARBON YAPILAR VE KULLANIM ALANLARI: DERLEME

Dr. Öğr. Üyesi Şenay BALBAY
Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi

Özet

Karbon, carbine, fulleren, nanotüpler, non-grafit karbon, grafit ve elmas olmak üzere beş allotropik modifikasyonda bulunur. Karbonun çeşitli allotroplarının keşfedilmesinden sonra karbon, bilim dünyasında büyük bir ilgi uyandırdı. Karbon esaslı nano malzemeler, yüksek mukavemet, korozyona karşı mükemmel direnç, olağanüstü elektriksel ve termal iletkenlik, kararlılık gibi benzeri görülmemiş fiziksel ve kimyasal özellikler gösterirler.

Farklı türlerde bulunan karbon esaslı malzemeler farklı alanlarda farklı amaçlar için kullanılmaktadır. En yaygın kullanılan karbon esaslı malzemeler aktif karbon, CNTs türleri, karbon siyahı, karbon fiber, grafit, pirolitik karbon siyahı, fuller, grafen gibi malzemelerdir. Son zamanlarda karbon köpük ve karbon küre gibi malzemeler de üretilmiştir. Genel olarak karbonlu malzemelerin üretim yöntemleri zor ve karmaşıktır, ayrıca yüksek miktarda enerji gerekmektedir. Piroliz, karbonizasyon, kimyasal buhar biriktirme (CVD), aktivasyon, fırın prosesi gibi yöntemler karbon yapıları malzemelerin üretiminde kullanılmaktadır. Nano karbon yapıları güneş hücreleri, hidrojen gazı depolama, metallerin güçlendirilmesi/sertleştirilmesi, optik uygulamaları, sensörler, moleküler dalgalar, tıbbi uygulamalar, ısı enerji depolama, su arıtım prosesleri, kompozit malzeme üretimi, yakıt pili, günlük kullanım pil elektrotları, ilaç, boya, lastik, uzay, havacılık, otomotiv (özellikle motor parçaları) sektörleri gibi pek çok alanda kendine yer bulmuştur. Dahası karbon esaslı malzemelerin kullanım alanları mükemmel özelliklerinden dolayı her geçen gün artmaya devam etmektedir. Karbon kaynağı hammaddesi ithal eden ülkemiz için nano karbon yapıların üretimi ve geliştirilmesi ayrı bir önem arz etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Nano karbon türleri, üretim yöntemleri, kullanım alanları

Abstract

It is available in five allotropic modifications: carbon, carbine, fulleren, nanotubes, non-graphite carbon, graphite and diamond. After the discovery of various allotropes of carbon, carbon aroused great interest in the world of science. Carbon-based nano materials exhibit unprecedented physical and chemical properties such as high strength, excellent corrosion resistance, outstanding electrical and thermal conductivity, and stability.

Carbon-based materials in different types are used for different purposes in different areas. The most commonly used carbon-based materials are activated carbon, CNTs types, carbon black, carbon fiber, graphite, pyrolytic carbon black, fuller, graphene. Recently, materials such as carbon foam and carbon sphere have also been produced. In general, the production methods of carbon materials are difficult and complex, and a high amount of energy is required. Methods such as pyrolysis,

carbonization, chemical vapor deposition (CVD), activation, and furnace process are used in the production of carbon structures. Solar cells, hydrogen gas storage, strengthening / hardening of metals, optical applications, sensors, molecular waves, medical applications, heat energy storage, water treatment processes, composite material production, fuel cell, daily use battery electrodes, medicine, paint, tire, space In many fields such as the aviation, automotive (especially engine parts) sectors, nano carbon structures have found their place. Moreover, the usage areas of carbon based materials continue to increase day by day due to their excellent properties. Production and development of nano carbon structures are of special importance for our country, which imports raw materials of carbon source.

Keywords: Nano carbon types, production methods, usage areas

1. GİRİŞ

Karbon, onlarca yıldır araştırmacılar tarafından yoğun ilgi görmektedir. Periyodik tablonun altıncı elementi olan Karbon (C), hem araştırmacılar hem de mühendisler için büyüleyici malzemelerden biridir. Dünyada en yaygın bulunan 4. elementtir. Yeryüzünde bulunan organik hayatın hepsi karbonun allotroplarından meydana gelmektedir. Karbon esasında 8 allotropdan oluşmaktadır. Bunlar; 1)Elmas, 2)Grafit, 3) Lonsdaliete, 4)C60 (Bucky küresi), 5)C540, 6)C70, 7)Amorf karbon, 8)Karbon nanotüpler (Karthik vd., 2014; Tucureanu vd., 2016).

Harika bir atom olan karbon, birçok açıdan melezlenebilen dört değerlik elektronu ([He] 2s²sp²) nedeniyle çok çeşitli kristalin ve düzensiz yapılar oluşturur. Hibridizasyon formları, karbonun doğrusal zincirler, düzlemsel tabakalar ve dört yüzlü yapılar oluşturmaya izin veren sp³, sp² ve sp olabilir. Amorf ve nanokristalin karbondaki en yaygın kimyasal bağlar sp³ ve sp² hibridizasyonlarıdır (Tucureanu vd., 2016).

Karbon, sanayi için çok önemli bir malzemedir ve birçok uygulamada kullanılmaktadır. İleri teknolojiye kullanılabilecek yeni karbon malzemelerinin sayısı yapılan çalışmalar sonucunda sürekli artış göstermektedir. Karbon teknolojisinin ilerlemesine bağlı olarak karbonun mevcut teknolojilerde kullanılabilirliğinin artmasından kaynaklı daha kolay ve iyi sonuçlar sağlanmaktadır. Yapılan ve devam eden çalışmalarda karbon malzemelerin yüksek dayanım, yüksek iletkenlik ve düşük yoğunluk gibi özelliklerinden dolayı aynı amaçla kullanılan diğer malzemelere göre daha avantajlı olduğu görülmektedir(Chung, 1994).

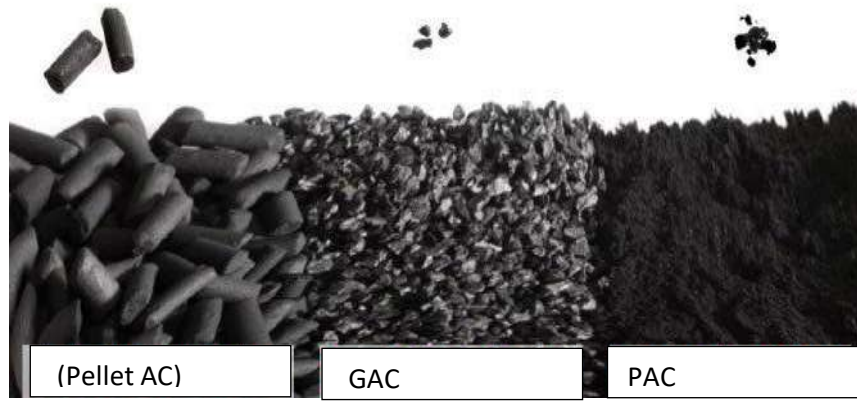
Çalışmanın amacı farklı karbon türlerinin özellikleri, üretim yöntemleri ve kullanım alanlarının belirlenmesidir. Aynı zamanda hayatımıza son yıllarda giren bazı karbon türlerinin (karbon köpük, karbon küre gibi) diğer karbonlu malzemeler içerisindeki yerinin vurgulanması çalışmanın diğer amacıdır ve literatüre bu yönüyle çalışmanın katkı sağlaması hedeflenmektedir.

2. KARBON TÜRLERİ

Farklı türlerde bulunan karbon esaslı malzemeler farklı alanlarda farklı amaçlar için kullanılmaktadır. En yaygın kullanılan karbon esaslı malzemeler aktif

karbon (Çeçen, 2014), CNTs türleri(Varshney, 2014), karbon siyahı(Carry Company Inc. 2014), pirolitik karbon siyahı(Martínez, vd., 2013), grafit(Azo Materials, 2002), fuller(Ulloa, 2013), karbon fiber(Unutmaz, 2009), grafen (Bedeloğlu ve Taş, 2016) gibi malzemelerdir. Son zamanlarda karbon köpük (Ekşilioğlu, 2004) ve karbon küre(Deshmukh vd., 2010) gibi malzemeler de üretilmiştir.

Yaygın bir şekilde adsorban olarak kullanılan aktif karbon, yüksek gözeneklilik ve geniş yüzey alanı özelliklere sahip ve >%90 karbon(C) içeren bir malzemedir. Kullanımı tarih öncesi çağlara dayanmaktadır. Etkin ve gelişmiş bir kömür türü olmasından dolayı diğer isimleri aktif kömür ve aktifleştirilmiş karbondur. Dünyada aktif karbonun üç farklı türü kullanılmaktadır. Toz Aktif Karbon (PAC), Granül Aktif Karbon (GAC) ve Pellet Aktif Karbon (Pellet AC)'dur (Şekil 1) (Çeçen, 2014).



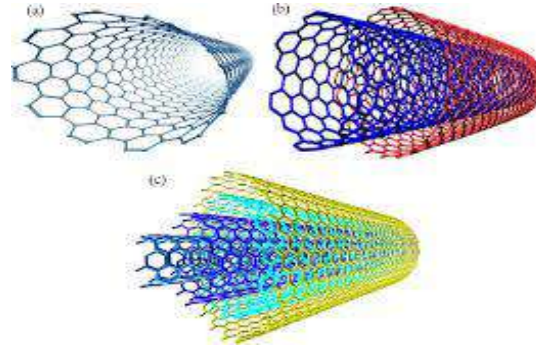
Şekil 1. Aktif karbon türleri (bescamo.com)

Karbon siyahı en eski üretilmiş karbonlu malzemelerden biridir. İçeriğinde >%95 karbon (C) bulunmaktadır. Özellikle malzemelerin fiziksel, elektriksel ve optik özelliklerini iyileştirmek amacıyla yaygın olarak kullanılırlar. Karbon siyahı içerisinde asitliğe neden olduğu için yüksek oranlarda kükürt bulunması istemez. Üretim sürecine bağlı olarak 100 nm-500 nm boyutlarında karbon siyahı mevcuttur. Yoğunluğu 1,7 g/cm³ – 1,9 g/cm³ arasındadır. Özellikle kauçuk ürünlerinde kullanılan karbon siyahı ASTM 1765'e göre 7 grupta (N100, N200, N300, N500, N600, N700, N900) sınıflandırılmıştır (Carry Company Inc. 2014).

Pirolitik karbon siyahı, oksijensiz ortamda ve yüksek sıcaklıklarda (>800 °C) özellikle organik içeriği yüksek biyokütlenin geri dönüştürülerek üretilen >%80 karbon içeriğine sahip bir malzemedir. Üretimi sürecinde yeniden polimerizasyon reaksiyonları sonucunda fazladan bazı karbonlu maddeler içermesinden dolayı ve çıkan organik buharların pirolitik karbon yüzeyine emilmesine bağlı olarak pirolitik karbon siyahı, orijinal karbon siyahından daha kaba parçacık boyutlarına sahiptir (Martínez, vd., 2013).

Karbon nanotüpler(CNTs), nanometre(<1mm-50nm) boyutunda çapa sahip boru şeklinde ve duvarları petek yapısına benzeyen, sp² hibridizasyonunda bir malzemedir(Varshney, 2014). Karbonun tek atomlu allotroplarından oluşan olağanüstü malzeme özelliklerine sahip olmasından dolayı araştırmacılar tarafından

büyük ilgi görmüştür. CNTs ve kompozitlerinin olağanüstü fiziksel, kimyasal ve elektronik özellikleri nanometre ölçeğinde elektronik uygulamalar için heyecan verici olanaklar sunmaktadır (Khan vd. 2019). CNT'ler eşsiz atomik düzenlemelere sahip olmasının yanı sıra geniş akım taşıma kapasitesi, uzun balistik taşıma, yüksek ısı iletkenliği ve mekanik mukavemet gibi özelliklere de sahiptir (Herrero-Latorre, vd., 2015; Allaedinia, vd., 2016). Karbon Nanotüpler, uzunluk, kalınlık, sarmallık türü ve kat sayısı bakımından farklı birçok yapıya sahiptir. En yaygın kullanılan CNT türleri; tek katmanlı karbon nanotüp (SWNT), çift katmanlı karbon nanotüp (DWNT), çok katmanlı karbon nanotüp (MWNT)'dür(Şekil 2). Diğer türler ise Nanotoru, Nano-bud, Nanohorn(Varshney, 2014).



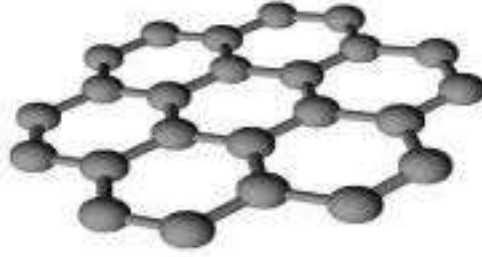
Şekil 2. Farklı CNTs görünümleri (a: SWNT, b:DWNT, c:MWNT)(Rafique vd., 2015)

Koltuk, Şiral ve Zikzak olmak üzere SWNT'lerin üç farklı türü vardır. MWNT'ler, Rus Dol ve Parşömen modellerinden oluşmaktadır.

Nanotoruslar, bir simit halkası içine eğilmiş karbon nano tüplerdir. Manyetik moment, termal kararlılık gibi özelliklerinden dolayı nano fotonik uygulamalar için umut vaat etmektedir.

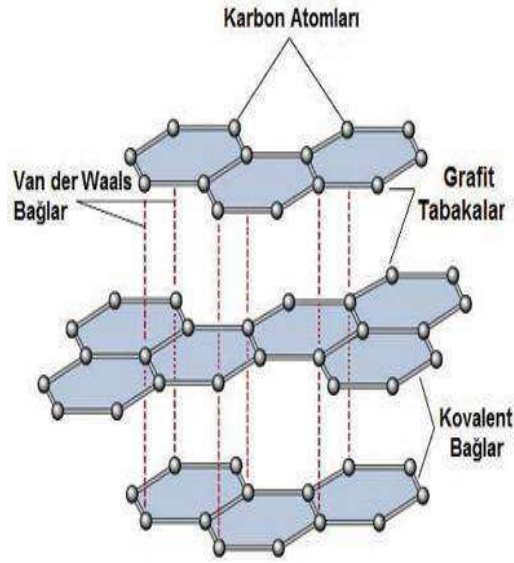
Karbon Nanobudlar, karbon nanotüp ve fullerenlerin karbon allotropları birleşiminden oluşan yeni bir malzemedir. Bu yeni malzemede fulleren benzeri tomurcuklar karbon nanotüpün dış yan duvarlarına kovalent olarak bağlanmaktadır(Varshney, 2014).

2010 yılında nobel fizik ödülünü aldıktan sonra grafen, pek çok çalışmada yer almış ve günümüzde ticari olarak birçok ürüne dahil edilmiştir. Grafen tek atom ve iki boyutlu kovalent bağ ile bağlı karbon atomlarının petek örgüsü şeklinde oluşmuş, üstün özelliklere sahip bir nano boyutlu malzemedir(Şekil 3). Karbon-karbon arası bağ uzunluğu 0,142 nm'dir. Grafen içindeki elektronlar oda sıcaklığında kütleli rölativistik parçacıklar gibi davranmasından dolayı grafen kuantum boşluğu etkisi gibi kendine has özellikler göstermektedir. Grafenin temel üstün özellikleri geniş yüzey alanı ($2630 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$), yüksek elektron mobilitesi ($200000 \text{ cm}^2/(\text{Vs})$), yüksek ısıl iletkenliği ($5000 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$) ve yüksek young modülü ($\sim 1100 \text{ Gpa}$)'dür (Bedeloğlu ve Taş, 2016). Grafenin en önemli özellikleri çelikten 100 - 300 kat arası daha sağlamdır ve çok iyi bir iletken, esnek, saydam ve bilinen en ince ve en hafif malzemedir (bilimfili.com).



Şekil 3. Grafen bağ yapısı görünümü (bilimfili.com)

Grafit, hekzagonal kristal yapısına sahip grafen tabakalarının paketlenerek van der Waals bağları ile birbirine bağlanmış halidir(Şekil 4) (Bedeloğlu ve Taş, 2016). Grafitin yoğunluğu $2,1-2,3 \text{ g/cm}^3$ 'dür((Çuhadaroğlu ve Kara, 2018).



Şekil 4. Grafitin yapısı (Çuhadaroğlu ve Kara, 2018)

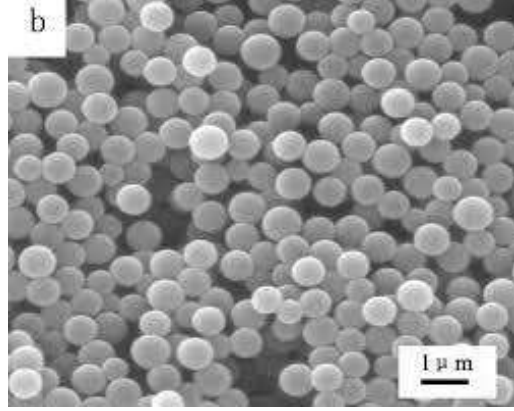
Karbon levhalar birbirlerinin üzerinden kolayca kaydığından dolayı grafit, iyi bir yağlayıcıdır. Karbon atomlarından oluşan düzlemsel yapının bağları kuvvetlidir ve düzlemler arası bağlar ise zayıftır (Çuhadaroğlu ve Kara, 2018).

Grafit, hem metal hem de metal olmayan özelliklere sahip olduğundan dolayı benzersizdir. Sentetik ve doğal grafit olmak üzere ikiye ayrılır. Doğal grafit üç sınıfa ayrılmıştır; Amorf, Flake, Yüksek Kristal(Bedeloğlu ve Taş, 2016; Azo Materials, 2002).

Karbon fiber (karbon elyaf), ipliksi tür bir teknoloji ürünüdür. Çelikten 4,5 kat daha hafif ve 3 kat daha dayanıklı olmalarından dolayı karbon fiberler geleceğin malzemelerinden biri olacağı öngörülmektedir. Dolayısıyla hafifliği, sağlamlığı, esnekliği, enerji tüketimini azaltması gibi özelliklerinden dolayı birçok sektörün tercih ettiği malzemedir. Ancak çelikten 20 kat, alüminyumdan ise 10 kat daha pahalıdır (Unutmaz, 2009; chemlife.com.tr). Sürekli elyaf ve kırılmış elyaf olmak üzere piyasada iki türü bulunmaktadır(Yetim, 2015).

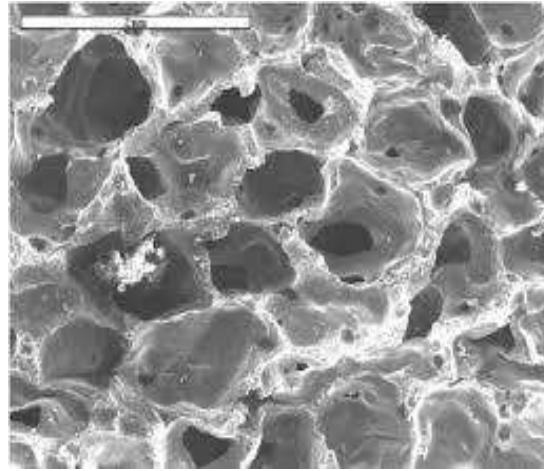
Karbon kürelerin(KK) yüzey alanları çok düşükten ($<2 \text{ m}^2/\text{g}$) çok yükseğe ($>1200 \text{ m}^2/\text{g}$) değişmektedir. KK'ler, van der Waals kuvvetleri tarafından birbirlerini çeker ve bu durumda KK'lerin kümelenmelerine yol açar. KK'ler 1000 nm'den küçük

çaplara sahip olmaları(Şekil 5) ve aynı zamanda birbirine geçme eğilimi göstererek kolye veya boncuk benzeri yapıları oluşturmak için birbirlerine bağlanmaktadır. Böylelikle, KK'ler normal olarak ayrı gibi tartışılrsa da çoğunlukla bağlı genişletilmiş katı zincirler oluştururlar (Deshmukh vd., 2010).



Şekil 5. Karbon küre SEM görünümü (Deshmukh vd., 2010)

Karbon köpükler, ticari ve sanayi alanlarında çok geniş kullanım alanı potansiyele sahip yeni malzemelerden biridir. Bu yeni nesil malzeme tipinin sağlayacağı yararlar arasında düşük maliyet, düşük ağırlık, yanmaya dayanıklılık, enerji soğurmada etkinlik ve ısı yalıtım veya iletkenlik gibi önemli tasarım avantajlarının elde edilmesi amaçlanmaktadır(Liv d., 2003). Karbon köpüğünün yoğunluğu 30,2 g/cm ile 30,7 g/cm arasında değişmektedir. Karbon köpüğü yüksek gözenek oranına sahiptir ve gözenek büyüklüğünün dağılımı ortalama olarak 10 - 500 mikron arasında değişmektedir. Ayrıca hücrelerin an az %90'ı açık hücrelidir (Şekil 6) (Ekşilioğlu, 2004).



Şekil 6. Karbon köpük SEM görünümü (Ekşilioğlu, 2004).

3. ÜRETİM YÖNTEMLERİ

Aktif karbon üretimi amacıyla yaygın olarak kullanılan hammaddeler yüksek sentetik polimerler, kömür (antrasit veya kahverengi kömür), turba, linyit, odun, fındık kabukları, petrol koku, hindistan cevizi kabuğu, çeşitli organik içerikli atıklardır. Dünya çapında yıllık 100.000 ton aktif karbon üretildiği tahmin edilmektedir(Çeçen, 2014).

Aktif karbon üretimi iki farklı yöntemle gerçekleştirilir. İlk olarak karbonizasyon işlemi uygulanır, ikinci olarak aktivasyon gerçekleştirilir. Karbonizasyon, 400-550 °C'de inert atmosfer ortamında uygulanır. Aktivasyon, fiziksel ve kimyasal olarak ikiye ayrılır. Fiziksel aktivasyon uygulaması karbonizasyona benzemektedir. Kimyasal aktivasyon uygulamasında NaOH, KOH, sülfürik asit, fosforik asit gibi kimyasal maddeler kullanılarak karbonlu malzemenin gözeneklerinin açılması sağlanır(Çeçen, 2014).

Karbon siyahı üretimi amacıyla üç farklı proses uygulanmaktadır. Bunlar kanal proses, fırın proses, asetilen prosesdir. Dünyada karbon siyahı üretiminin %80'i fırın prosesi kullanılarak gerçekleştirilir. Üç proste kontrollü atmosfer ortamında 800 °C – 1200 °C arasında yakıt yakarak karbon siyahı üretim esasına dayanmasına rağmen üretilen karbon siyahları birbirlerinden farklı ve eşsiz özelliklere sahiptir (Modern Dispersions Inc., 2011). Fırın prosesi üretiminde hammadde olarak yüksek miktarda aromatik hidrokarbon içeren ağır yağlar kullanılmaktadır. Aromatiklik oranı ne kadar yüksek ise prosesin verimliliği de o kadar yüksek olmaktadır (Carry Company Inc. 2014).

CNTs üretimi dört farklı yöntemle gerçekleştirilmektedir. Bunlar ark boşalım, lazer buharlaştırma, kimyasal buhar birikimi ve buhar faz üretimidir(Yuca, 2010).

Grafen farklı pek çok yöntemle üretilmektedir. Grafenin üretim yöntemleri; mikromekaniksel olarak grafitin tabakalarının ayrılması (Eksfoliasyon), kimyasal buhar biriktirme, grafen oksitin indirgenmesi, epitaksiyel büyütmedir (Bedeloğlu ve Taş, 2016).

Sentetik grafit, doğal grafit kadar kristal olmamasına rağmen daha yüksek saflığa sahip olma eğilimindedir. Petrol, kok ve antrasitin elektrik ocaklarında 4000 °C'ye ısıtılması sonucu sentetik grafit elde edilmektedir (Çuhadaroğlu ve Kara, 2018).

Karbon fiberler, Poliakrilnitril (PAN), akrilik elyaf (orlon) ve naylon, kömür ve petrol esaslı katran, selüloz ve fenolik reçine prekürsörler, polivinildenklorür veya polivinildenklorür kopolimerleri ve polimidin gibi hammaddelerin stabilizasyon, karbonizasyon ve grafitizasyon gibi bir dizi işleme tabi tutularak üretilmektedir (chemlife.com.tr; Yaman vd., 2006).

Karbon küre üretimi amacıyla ark deşarjı, plazma tekniği, kimyasal buhar biriktirme, otoklav prosesi, hidrotermal proses, süper kritik akışkan yöntemleri uygulanmaktadır. Karbon kaynağı olarak sukroz, polistiren, fenol reçineleri, kömür, fulleren, CNT, MWCNT, nişasta, PET, toluen, asfalt, katran, glikoz, melamin/formaldehit, gliserin hammaddeleri kullanılmaktadır (Krishnamurthy vd., 2013; Deshmukh vd., 2010).

Literatürde sentetik mezofaz ziftleri, kömür katranı ve petrol zifti, kömür, poliüretan köpük, fenolik polimer, vinilidin klorid polimer, poli-akrilonitril ve şeker veya selüloz gibi organik bileşikler karbon köpük üretimi için hammadde olarak kullanılmıştır. Karbon köpük üretim aşamaları stabilizasyon, karbonizasyon ve grafitizasyondur (Eksilioğlu, 2004).

4. KULLANIM ALANLARI

Aktif karbon çok yönlü bir adsorbandır. Su arıtma prosesleri, gazların temizlenmesi, geri kazanım işlemleri, ayırma prosesleri gibi pek çok çevresel ve endüstriyel uygulamalarda yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Çeçen, 2014).

Karbon siyahının doğal kauçuğu takviye etmesine bağlı olarak lastiğin ömrünü uzattığından dolayı günümüze kadar gelmiş ve farklı alanlarda kullanım alanları belirlenmiştir. Özellikle pigment olarak kozmetik ürünleri, çeşitli sektörlerde kullanılan boyalar, mürekkepler, kaplamalarda yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Kauçuk ürünlerinin iletkenlik, yırtılma, UV koruma, esneklik gibi özelliklerini iyileştirmektedir. Kauçuk içerisinde en yaygın kullanılan karbon siyahı türleri HAF (N300-N330), ISAF (N200-N220), FEF (N500-N550) ve GPF (N600-N660)'dir (Carr Company Inc. 2014).

Pirolitik karbon siyahı, en yaygın adsorbant olarak kullanılmaktadır. Aynı zamanda karbon siyahının kullanıldığı alanlarda karbon siyahı ile belirli oranlarda karıştırılarak da değerlendirilmektedir (Martí nez, vd., 2013).

Karbon nanotüpler tekstil, polietilen, spor malzemeleri, köprüler, yangın malzemeleri, güneş hücreleri, iletkenler, termal iletkenler, yarıiletkenler ve izolatörler, su ve hava filtreleri, kimyasal nanoteller, katalizörler, seramikler, iletken plastikler, iletken yapıştırıcılar, sensörlerin üretimleri gibi daha pek çok alanda kullanılmaktadır (Herrero-Latorre vd., 2015; Allaedinia vd., 2016; cheaptubes.com).

Grafenin kullanım alanları; bataryaların ultra hızlı şarj edilmesi, radyoaktif atıkların daha kolay temizlenebilmesi, hızlı flash hafızalar, spor ekipmanları üretilmesi (tenis raketi gibi), güncellenebilen elektronik kağıtlar, küçük ve verimli biyosensör cihazlar, bataryaların yerini alabilecek süperkapasitörler, su geçirmeyen kıyafetler, daha sağlam ve hafif uçaklar ve koruma ekipmanları, doku yenilenmesi, su arıtma, doğrudan vücuttaki nöronlara bağlanabilen biyonik cihazlardır (bilimfili.com).

Grafit ise elektrod, motor fırçaları, pil çubukları ve elektronik aletleri, lastik, araba balataları, motor yağlarında katkı malzemesi, elektrik bataryaları, kuru piller, çelik sanayii ve elektro metalurji sanayi, elektrik cihazları elektrotları, kalem üretimi ve atomik grafit olarak reaktörlerde kullanılmaktadır. Saflığı az olan grafitler refrakter kaplamalar ve fırınlarda refrakter macunları yapımı, dökümcülük (demirçelik), boyacılık, grafitli gres yağları ve daha bir çok alanda tercih edilmektedir (Çuhadaroğlu ve Kara, 2018).

Karbon fiberin üretiminin çok pahalı olması nedeniyle günümüzde otomotiv, uçak sanayi, tıbbi malzemeler ve spor gereçlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Yetim, 2015).

Karbon küreler konvansiyonel karbon materyallere kıyasla kütle difüzyonu ve taşınması açısından daha avantajlı olduğundan dolayı tıp, eczacılık, katalizör desteği, boya endüstrisi, yağlayıcı, su arıtma, enzim ve protein koruma, lityum pilleri için elektrot, süperkapasitör, adsorbent olarak pek çok farklı alanda kullanılmaktadır (Krishnamurthy vd., 2013; Deshmukh vd., 2010).

Günümüzde karbon köpüklerin en çok kullanıldığı alanlar uçak, uzay ve savunma endüstrileri (termal koruma sistemleri, ısı transfer sistemleri, uydu antenleri,

düşük ağırlıklı zırh, radar gizleme malzemeleri, optik benç ve hafif aynalar), kompozit malzemeler, yakıt pili elektrotları, günlük hayatta kullanılan pil elektrotları, makine bileşenleri, katalitik konvertör, yüksek sıcaklık yalıtım, yapısal yalıtılmış paneller, fren balataları, yangına dayanıklı malzemeler, diş nakilleri, kemik protezleri, aşındırıcı aletler, enerji emici ve engelleyici bariyerler olarak sıralanabilir (Liv d., 2003; Ekşilioğlu, 2004).

5. SONUÇ

Karbonlu malzemeler kullanılan hammadde, üretim yöntemi ve kullanım amacına göre farklı özelliklerde üretilebilmektedir. Günümüzde özellikle atıklardan karbonlu malzeme üretilmesi hem karbonlu malzemelerin düşük maliyetli üretimine bağlı olarak ekonomik olması hem de atıkların çevreye zarar vermeden tekrar hammadde olarak değerlendirilmesinden dolayı büyük ilgi uyandırmaktadır. Eşsiz bir malzeme olan karbon, çağımızda en çok aranan ve kabul gören malzemeler arasındadır. Yapılan çalışmalar sonucunda her geçen gün karbonlu malzemelerin farklı özellikleri ve yeni kullanım alanları ortaya konmaktadır. Bu yönlerinden dolayı karbonlu malzemeler özellikle bilim insanlarını çok cezbetmektedir.

6. KAYNAKLAR

1. Karthik, P. S., Himaja, A. L., Singh, S.P. (2014), “Carbon-allotropes: synthesis methods, applications and future perspectives”, Carbon Letters, Vol. 15, No. 4, 219-237.
2. Tucureanu, V., Matei, A., Avram, A.M. (2016), “FTIR Spectroscopy for Carbon Family Study”, Critical Reviews In Analytical Chemistry, Vol. 46, No. 6, 502–520 <http://dx.doi.org/10.1080/10408347.2016.1157013>
3. Chung, D.L.D. (1994) “Carbon Fiber Compozites”, Butterworth-Heinemann, Boston.
4. Çeçen, F. (2014), “Activated Carbon”, Encyclopedia of Chemical Technology, DOI: 10.1002/0471238961.0103200902011105.a01.pub3.
5. Varshney, K. (2014), “Carbon Nanotubes: A Review on Synthesis, Properties and Applications”, International Journal of Engineering Research and General Science, 2(4).
6. Carry Company Inc. 2014. What is Carbon Black?. <https://www.thecarycompany.com/media/pdf/specs/orion-what-is-carbon-black.pdf>
7. Azo Materials. 2002. “Graphite (C) - Classifications, Properties and Applications of Graphite”. <http://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=1630>
8. Ulloa, E. 2013. Fullerenes and their Applications in Science and Technology. <http://web.eng.fiu.edu/~vlassov/EEE-5425/Ulloa-Fullerenes.pdf>
9. Unutmaz, İ. (2009), “Türkiye Karbon Elyaf'ta Dünya ile Rekabette”, https://bilimteknik.tubitak.gov.tr/system/files/biltek_arsiv/S-504-68.pdf
10. Bedeloğlu A., Taş, M. (2016), “Grafen ve Grafen Üretim Yöntemleri”, AKU J. Sci. Eng. 16, 031203 (544-554) DOI: 10.5578/fmbd.32173

11. Deshmukh, A.A., Mhlanga, S.D., Coville, N.J. (2010), “Carbon spheres”, *Materials Science and Engineering R*, 70, 1–28
12. Ekşilioğlu, A. (2004), “Sıcaklık, Çözücü ve Ek Karbon Malzemelerin Mezofaz Zift Bazlı Karbon Köpüğünün Özelliklerine Etkilerinin İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
13. <https://www.bescamo.com/aktif-karbon/>
14. Khan, A., Jawaid, M., Inamuddin, Asiri, A.M. (2019), “Preparation and properties of manipulated carbon nanotube composites and applications”, *Nanocarbon and its Composites*, Woodhead Publishing, <https://doi.org/10.1016/C2017-0-01980-8>
15. Rafique, I., Kausar, A., Anwar, Z., Muhammad, B. (2015), “Exploration of Epoxy Resins, Hardening Systems and Epoxy/Carbon Nanotube Composite Designed for High Performance Materials: A Review”, *Polymer-Plastics Technology and Engineering*, 55(3), DOI: 10.1080/03602559.2015.1070874
16. cheaptubes.com, <https://www.cheaptubes.com/carbon-nanotubes-properties-and-applications/>
17. Yuca, N. (2010), “Karbon Nanotüplerin Çeşitli Yöntemlerle Saflaştırılması”, İTÜ Enerji Enstitüsü, İstanbul
18. Bedeloğlu A., Taş, M. (2016), “Grafen ve Grafen Üretim Yöntemleri”, *AKU J. Sci. Eng.* 16, 031203 (544-554) DOI: 10.5578/fmbd.32173
19. <https://bilimfili.com/mucize-malzeme-grafen-nedir-neden-onemlidir>
20. Çuhadaroğlu, A.D., Kara, E. (2018), “Grafit: Bir Genel Değerlendirme”, *SDU Teknik Bilimler Dergisi*, Cilt 8, Sayı1.
21. Azo Materials. 2002. Graphite (C) - Classifications, Properties and Applications of Graphite. <http://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=1630>
22. Unutmaz, İ. (2009), “Türkiye Karbon Elyaf'ta Dünya ile Rekabette”, https://bilimteknik.tubitak.gov.tr/system/files/biltek_arsiv/S-504-68.pdf
23. Kimya'nın Çözmeye Çalıştığı Problem “Karbon Fiber”, <https://www.chemlife.com.tr/>
24. Yetim, E. (2015), “Karbon Elyaf Takviyeli Polimer Kompozitler”, Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi
25. Yaman, N., Öktem, T., Seventekin, N. (2006), “Karbon Liflerinin Üretimi”, *Tekstil Ve Konfeksiyon*, 3/2006
26. Krishnamurthy, G., Namitha, R. (2013). Synthesis Of Structurally Novel Carbon Micro/ Nanospheres By Low Temperature-Hydrothermal Process, *J. Chil. Chem. Soc.*, 58, No 3
27. Deshmukh, A.A., Mhlanga, S.D., Coville, N.J. (2010). Carbon spheres, *Materials Science and Engineering R*, 70, 1–28
28. Li, K., Gao, X.-L., Roy, A.K. (2003), “Micromechanics model for three-dimensional open-cell foams using a tetrakaidekahedral unit cell and Castigliano's second theorem”, *Compos. Sci. Tech.*, 63, 1769-1781.
29. Ekşilioğlu, A. (2004), “Sıcaklık, Çözücü ve Ek Karbon Malzemelerin Mezofaz Zift Bazlı Karbon Köpüğünün Özelliklerine Etkilerinin İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

30. Martınez, J.D.,Puy, N.,Murillo, R., Garcıa, T., Navarro, M.V. and Mastral, A.M. (2013), “Waste tyre pyrolysis – A review”, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 23: 179-213.

31. Varshney, K. (2014), “Carbon Nanotubes: A Review on Synthesis, Properties and Applications”, International Journal of Engineering Research and General Science, 2(4)

32. Herrero-Latorre, C., Álvarez-Méndez, J., Barciela-García, J., García-Martín, S. and Peña-Crecente, R.M. (2015), “Characterization of carbon nanotubes and analytical methods for their determination in environmental and biological samples: A review”, Analytica Chimica Acta, 853: 77-94.

33. Allaedinia, G., Aminayib, P. and Tasirina, S.M. (2016), “Methane decomposition for carbon nanotubeproduction: Optimization of the reactionparameters using response surface methodology”, Chemical Engineering Research and Design, 112: 163- 174.

34. Modern Dispersions Inc. 2011. Insights On Carbon Black Fundamentals, <http://moderndispersions.com> , (Ziyaret edilme tarihi; 30.05.2020).

**BİYOLOJİ ÖĞRETMENLERİNİN VE ÖĞRETMEN ADAYLARININ
LABORATUVARA YÖNELİK TUTUMLARI, ÖZ-YETERLİK ALGILARI VE
LABORATUVAR HAKKINDAKİ GÖRÜŞLERİ****Çiğdem ATA**

Gazi Üniversitesi

Mustafa YEL

Gazi Üniversitesi

Özet

Bu araştırmada biyoloji öğretmenlerinin ve öğretmen adaylarının laboratuvar yöntemine yönelik tutumlarının, öz-yeterlik algılarının ve laboratuvar yöntemi hakkındaki görüşlerinin öğrenilmesi amaçlanmıştır. Ayrıca çalışma grubunun laboratuvara yönelik tutumları ve öz-yeterlik algılarının cinsiyet, kıdem, mezun olunan fakülte ve sınıf durumlarına göre incelenmesi bu çalışmayla sağlanmıştır. Laboratuvara yönelik öz-yeterlik algısı ve tutumun arasındaki ilişkiye de bakılmıştır. Karma nitelikte ve yakınsayan paralel desen modelinde bir çalışma yapılmış olup, araştırmanın çalışma grubunu; Milli Eğitim Bakanlığı'na bağlı ortaöğretim kurumlarında görev yapan biyoloji öğretmenleri (59) ve Gazi Üniversitesi biyoloji eğitimi bölümünde okuyan öğretmen adayları (52) oluşturmaktadır. Nicel nitelikli çalışma için hazır (izinli) iki farklı ölçek iki gruba (öğretmen ve öğretmen adayları) da uygulanmıştır. Bu ölçekler; biyoloji laboratuvarına yönelik tutum ölçeği ve biyoloji laboratuvarı öz-yeterlik algı ölçeğidir. Nicel verilerin analizi için SSPS paket programı kullanılmıştır. Nitel çalışma bölümünde ise altı ucu açık soruyla hazırlanmış olan "laboratuvar yöntemi hakkında görüş alma formu" her iki gruba da uygulanmıştır. Cevaplarla ilgili Temalar ve kodları bulunup yüzde ve frekansları incelenmiştir. Nicel araştırmanın sonuçları incelendiğinde; çalışma gruplarının laboratuvara yönelik öz-yeterlik algı düzeyleri yüksek bulunmuştur. Öğretmenlerin öz-yeterlik algı düzeylerinin öğretmen adaylarına göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca cinsiyete, mezun olunan fakülteye, kıdem durumuna ve sınıf kademelerine göre öz-yeterlik algı düzeylerinde anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Çalışma gruplarının laboratuvara yönelik tutumları yüksek olup, öğretmenlerin tutumu öğretmen adaylarına göre daha yüksek bulunmuştur. Laboratuvara yönelik tutum düzeyleri cinsiyete, mezun olunan fakülteye ve öğretmenlerin kademine göre anlamlı bir değişiklik göstermemiştir. Fakat öğretmen adaylarının sınıf kademine göre anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Bu anlamlılık 1. ve 3.sınıf arasında 3.sınıfın lehine, 1. ve 4. sınıf arasında da 4.sınıfın lehine olacak şekilde tespit edilmiştir. Diğer sınıfların arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Nicel araştırmada son olarak laboratuvara yönelik tutum ve öz-yeterlik algısının arasında ki ilişkiyi anlamak için korelasyon analizi yapılmıştır ve neticede aralarında pozitif yönde orta düzey bir ilişki bulunmuştur. Nitel araştırmanın sonuçları incelendiğinde çalışma grupları; teorik bilgiyi pekiştirmesi, bilgi kalıcılığını arttırması, yaparak yaşayarak öğrenme sağlaması ve soyut bilgiyi somutlaştırması nedenleriyle laboratuvar yöntemini kullanmayı

gerekli bulmuşlardır. Çok az bir bölümü de her biyoloji konusunda bu yöntemin kullanılmayacağını belirtmiştir. Çalışma grupları biyoloji dersinde laboratuvar yönteminin en çok tercih edildiği konu olarak hücreyi, ardından sistemler ve bitki konularını uygun görmüşlerdir. Çalışma gruplarına laboratuvarında endişe veren durumlar özellikle; malzeme yetersizliği ve tehlikeli maddelerle yapılan deneyler olmuştur. Son olarak da okullarda biyoloji derslerine ek olarak laboratuvar derslerinin de eklenmesi çalışma grupları tarafından çoğunlukta görülmüştür. Böylece zaman probleminin ortadan kalkacağı görüşü de hakimdir.

Anahtar Kelimeler: Laboratuvar Yöntemi, Öz-Yeterlik, Tutum, Biyoloji Eğitimi

ATTITUDES OF BIOLOGY TEACHERS AND TEACHER CANDIDATES ON LABORATORY, SELF-EFFICACY PERCEPTIONS AND LABORATORY VIEWS

Abstract

In this study, it is aimed to learn the attitudes, self-efficacy perceptions of biology teachers and prospective teachers towards the laboratory method and their opinions about the laboratory method. In addition, the study group's attitudes towards the laboratory and self-efficacy perceptions were examined according to gender, seniority, graduated faculty and class status. The relationship between self-efficacy perception and attitude towards the laboratory was also examined. A study was made in a mixed and converging parallel pattern model and the study group of the research; It consists of biology teachers (59) working in secondary education institutions affiliated to MoNE and pre-service teachers (52) studying in the department of biology education at Gazi University. Two different scales ready for quantitative study (on leave) were applied to both groups (teacher and teacher candidates). These scales; the attitude scale towards the biology laboratory and the biology laboratory self-efficacy perception scale. SSPS package program was used for the analysis of quantitative data. In the qualitative study section, the form of "opinion about the laboratory method", which was prepared with an open-ended question, was applied to both groups. Themes and codes related to the answers were found and their percentages and frequencies were examined. When the results of the quantitative research are examined; Self-efficacy perception levels of the study groups for the laboratory were found high. It has been determined that teachers' self-efficacy perception levels are higher than teacher candidates. Also, there was no significant difference in self-efficacy perception levels according to gender, graduated faculty, seniority and class seniority. The attitudes of the study groups towards the laboratory are high and the attitude of the teachers is higher than the teacher candidates. Laboratory attitude levels did not differ significantly according to gender, graduated faculty and teachers' seniority. However, a significant difference was found in the seniority of the teacher candidates. This significance was determined to be in favor of 3rd grade between 1st and 3rd grade and in favor of 4th grade between 1st and 4th

grade. No significant difference was found between the other classes. In the quantitative research, finally, a correlation analysis was conducted to understand the relationship between the attitude towards the laboratory and the self-efficacy perception, and a positive medium level relationship was found between them. When the results of the qualitative research are examined, the working groups; They found it necessary to use the laboratory method because they reinforce theoretical knowledge, increase information permanence, provide learning by living and embody soft information. Few of them stated that this method cannot be used in every biology subject. The study groups considered the cell as the most preferred subject of the laboratory method in biology lesson and then the systems and plant subjects. Situations that worry working groups in the laboratory are; There have been experiments with material deficiency and hazardous materials. Finally, the addition of laboratory lessons in addition to biology lessons in schools was observed mostly by the study groups. Thus, the view that the time problem will disappear is also dominant.

Keyword: Laboratory Method, Self-Efficacy, Attitude, Biology Education

1. GİRİŞ

Doğamızı fen alanı açısından incelediğimizde; biyoloji, yaşamış veya yaşamakta olan canlıların algılanmasında önemli bir yere sahiptir. Öğrencilerin özellikle de fizyoloji, anatomi, biyokimya ve sağlıkla ilgili konuları öğrenmesi, kendi türü olan insanı anlamasında daha etkili olacaktır. Bu açıdan bakıldığında ise biyoloji, aslında insanın öncelikle kendisini anlamasıdır. Kendini anlayan birey, diğer canlıları ve bunun ötesinde yaşadığı doğa ile evreni de anlayacaktır. Bireyin kendini tanımadan ve anlamadan başka canlıları ve doğayı anlaması beklenemez. Doğasını koruyan ve sahip çıkan bireyler yetiştirmek için biyoloji eğitimi ve öğretimine önem vermeliyiz.

Nitelikli bireyler yetiştirebilmek adına uygulanması gereken, öğrencinin aktif olduğu pek çok öğretim yaklaşımı bulunmaktadır. Biyoloji öğretiminde öğrencinin aktif olduğu en önemli öğrenme ortamlarının başında ise laboratuvar gelmektedir. Fen derslerinin öneminin daha iyi anlaşılması için laboratuvar yöntemi daha çok ön plana çıkartılmalıdır. Ancak literatür incelendiğinde tüm fen alanlarında olduğu gibi biyoloji alanının öğretiminde de, laboratuvar kullanımının istenilen düzeyde olmadığını belirten çeşitli nedenler vardır [1]. Bu nedenlerin en önemlilerinden biri “öğretmenden kaynaklanan” nedenlerdir.

Biyoloji öğretimini somutlaştıran ve konuların anlamlandırılmasını kolaylaştıran, ayrıca zevkli oluşuyla öğrenciler tarafından sevilen laboratuvarların biyoloji öğretiminde kullanılması bir gerekliliktir. Bu konuda en önemli görev ise biyoloji öğretmenlerine düşmektedir. Biyoloji laboratuvarının derslerde iki amacı bulunur. Bunlardan biri, soyut ve kurumsal olarak verilmiş olan bilgilerin somutlaştırılarak pekiştirilmesi ve anlamlandırılması, ikincisi ise öğrencilere bilimsel araştırma yapma yeteneğinin kazandırılmasıdır. Biyoloji öğretmenlerinin laboratuvar yöntemini derslerde daha fazla tercih etmelerini sağlamak için, onların laboratuvar yöntemine olan tutumunu, öz-yeterliklerini daha iyi analiz etmemiz gerekebilir.

Bandura' ya göre öz-yeterlik kavramı; kişinin kendi davranış yeterliliğini denetleyebilmesi, etkileyebilmesi ve yönlendirebilmesidir [4]. Öz-yeterlik inancı artıkça iş için gösterilen gayret ve inançta artabilir. Kişi pes etmek yerine, işin üzerine daha çok düşebilir. Bu nedenle öğretmenlerin laboratuvar yöntemine olan öz-yeterliklerinin yüksek olması, onların derslerinde daha çok deney yapma eylemi göstermelerine sebep olabilir.

Tutum; bireyin nesnelere, fikirlere, kurumlara, olaylara ve diğer insanlara ilişkin düşünce, duygu ve davranışlarını organize eden bir eğilimdir. Bireye aittir; bireyin duygu, düşünce ve davranışlarında tutarlı olmasını sağlar [5]. Öğretmenlerin laboratuvar yöntemine olan tutumlarının olumlu olması onların işlerini daha çok sevmesine ve bu işte daha başarılı olmalarına katkı sağlayabilir. Öğretmen yaptığı işten mutluluk duyduğunda, öğrencilerinde bu durumdan pozitif yönde etkilenmesi mümkün olabilir.

Araştırmada üç temel amaç vardır; birincisi biyoloji öğretmenlerinin ve öğretmen adaylarının laboratuvara yönelik tutumları ile öz-yeterlik algılarını öğrenmek ve aralarındaki ilişkiyi incelemektir. İkincisi biyoloji öğretmenlerinin ve öğretmen adaylarının laboratuvara yönelik tutumları ve öz-yeterlik algılarının ayrı ayrı; cinsiyet, kıdem/sınıf, mezun olunan fakülte yönünden incelemektir. Üçüncüsü biyoloji öğretmenlerinin ve öğretmen adaylarının laboratuvar yöntemi hakkındaki görüşlerini almaktır.

Araştırmaya başlamadan önce sorulan sorular şunlardır:

1. Biyoloji laboratuvarı öz-yeterlik algı düzeylerine göre öğretmen ve öğretmen adaylarının arasında anlamlı bir fark var mıdır?
2. Biyoloji öğretmenleri ve öğretmen adaylarının laboratuvara yönelik öz-yeterlik algı düzeylerinde cinsiyete göre anlamlı bir fark var mıdır?
3. Biyoloji öğretmenlerinin laboratuvara yönelik öz-yeterlik algı düzeyleri mezun olunan fakülteye göre değişmekte midir?
4. Biyoloji öğretmenlerinin laboratuvara yönelik öz-yeterlik algı düzeyleri kıdem durumlarına göre değişmekte midir?
5. Biyoloji öğretmen adaylarının laboratuvara yönelik öz-yeterlik algı düzeyleri, sınıf kademine göre değişmekte midir?
6. Biyoloji laboratuvarına yönelik tutumlarına ilişkin öğretmen ve öğretmen adaylarının arasında anlamlı bir fark var mıdır?
7. Biyoloji öğretmenleri ve öğretmen adaylarının laboratuvara yönelik tutumlarında cinsiyete göre anlamlı bir fark var mıdır?
8. Biyoloji öğretmenlerinin laboratuvara yönelik tutumları mezun olunan fakülteye göre değişmekte midir?
9. Biyoloji öğretmenlerinin laboratuvara yönelik tutumları, kıdem durumlarına göre değişmekte midir?
10. Biyoloji öğretmen adaylarının laboratuvara yönelik tutumları, sınıf kademine göre değişmekte midir?
11. Biyoloji öğretmenlerinin ve öğretmen adaylarının birlikte, laboratuvara yönelik tutumları ile öz-yeterlik algı düzeyleri arasında nasıl bir ilişki vardır?

12. Öğretmen ve öğretmen adaylarının; biyoloji derslerinde laboratuvar yönteminin kullanılmasının gerekliliği hakkında ki görüşleri nelerdir?

13. Öğretmen ve öğretmen adaylarının; biyoloji derslerinde laboratuvar yöntemini kullanırken kendi yeterlilikleri hakkındaki görüşleri nelerdir?

14. Öğretmen ve öğretmen adaylarının; biyoloji derslerinde laboratuvar yöntemi için hazırlık yaparken sıkıntı ve endişe duydukları durumlar nelerdir?

15. Öğretmen ve öğretmen adaylarının; orta öğretim biyoloji dersinde laboratuvar yönteminin uygulanması için düşündükleri en uygun konular nelerdir?

16. Öğretmen ve öğretmen adaylarının; orta öğretim biyoloji derslerine ek olarak biyoloji laboratuvar derslerinin de haftalık programa eklenmesinin gerekliliği hakkında görüşleri nelerdir?

17. Öğretmen ve öğretmen adaylarının; biyoloji derslerinde laboratuvar yöntemini kullanmayı sevme durumları hakkında görüşleri nelerdir?

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu araştırma, biyoloji öğretmenlerinin ve öğretmen adaylarının laboratuvara yönelik tutumları, öz-yeterlik algıları ve görüşleri hakkında bilgi almaya çalışan karma nitelikteki bir çalışmadır. Araştırmada yakınsayan paralel desen modelinden yararlanılmıştır. Yakınsayan paralel desen; araştırmacının, nitel ve nicel aşamaları araştırma sürecinin aynı olan bir aşamasında eş zamanlı olarak uygulanmasıyla oluşur. Bu desen yöntemlere eşit öncelik verir, çözümleme sırasında bu aşamaları birbirinden ayrı tutar ve daha sonra genel yorumlama yaparken sonuçları birleştirir. Desende nicel ve nitel çalışmalar birbirinden bağımsızdır ve iki aşamada da öncelik durumu eşittir. Araştırmada nicel ve nitel çalışmaların örneklemindeki kişiler aynı kalmıştır. Bu çalışmada; laboratuvara yönelik öz-yeterlik algı ölçeği ve tutum ölçeğinin kullanılması nicel araştırmaya, laboratuvar yöntemi hakkında görüş alma formu ise nitel araştırmaya yöneliktir.

Çalışmanın evrenini; Türkiye’de MEB’e bağlı okullarda biyoloji öğretmenliği yapan kişiler ve Türkiye’de ki üniversitelerin biyoloji eğitiminde okuyan öğretmen adayları oluşturmaktadır. Örneklemini ise; Türkiye’nin çeşitli illerinde ki liselerde görev yapan veya daha önce yapmış toplam 59 biyoloji öğretmeni ile Gazi Üniversitesi’nin Eğitim Fakültesi, biyoloji eğitiminde okuyan 1,2,3,4. sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Öğretmen adaylarını 1.sınıftan 14, 2.sınıftan 16, 3.sınıftan 7, 4.sınıftan 15 kişi yani toplamda 52 kişi oluşturmaktadır.

Araştırmada biyoloji laboratuvarı öz-yeterlik algı ölçeği, biyoloji laboratuvarına yönelik tutum ölçeği ve laboratuvar yöntemi hakkında görüş alma formu olmak üzere üç ölçme aracı kullanılmıştır.

2.1. Biyoloji laboratuvarı öz-yeterlik algı ölçeği

Araştırmada kullanılan biyoloji laboratuvarı öz-yeterlik algı ölçeği; Gülay Ekici’nin [1] hazırlamış olduğu ölçektir ve herhangi bir değişiklik yapılmadan kullanılmıştır. Ölçeğin maddeleri, Kişisel Faktörler ve Dış Faktörler (Öğrenci – Ortamdan kaynaklanan faktörler) olmak üzere iki boyuttan oluşmaktadır. Gülay Ekici’nin ölçek için yaptığı güvenilirlik ve geçerlik analizlerine ilişkin elde edilen

bulguları şöyledir; ölçeğin geneli için Cronbach Alpha güvenilirlik katsayısı 0.90, kişisel faktörler boyutunun Cronbach Alpha güvenilirlik katsayısı 0.90 ve dış faktörler içinde 0.85 bulunmuştur. Geçerlikte ise faktör analizi için KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) değeri 0.86, Barlett Testi değeri 3027.11 olarak bulunmuştur. Ölçeğin madde analizi çözümlenmesi ve Varimax Faktör Analizi ile yapılan döndürme işlemi sonunda, ölçekte öz değeri 1'den büyük iki faktör bulunmuştur [1]. Ölçekte; kişisel faktörde 8, dışsal faktörde ise 10 yani toplamda 18 madde bulunmaktadır. Bu maddelerin 3'ü olumsuz, 15'i olumlu cümlelerden oluşmaktadır. Ölçek sonuçları analiz edilirken olumsuz maddelere çevirme yapılmıştır. Ölçekte beşli likert tipi kullanılmış olup olumlu tutum cümleleri “tamamen katılıyorum= 5, kısmen katılıyorum= 4, kararsızım= 3, katılmıyorum= 2, kesinlikle katılmıyorum= 1” puan şeklindedir. Testin en yüksek puanı 90 olup, en düşük puanı 18'dir.

Araştırmada aynı ölçek için tekrardan güvenilirlik ve geçerlik analizi yapılmış olup sonuçları şöyledir; ölçeğin geneli için Cronbach Alpha güvenilirlik katsayısı 0.93-0.92 (öğretmenler – öğretmen adayları), kişisel faktörler boyutunun Cronbach Alpha güvenilirlik katsayısı 0.88-0.89 ve dış faktörler içinde 0.88-0.82 olarak bulunmuştur. Geçerlikte ise faktör analizi için KMO değeri 0.87-0.85 (öğretmen – öğretmen adayları), Barlett Testi değeri 742,88-619,518 olarak bulunmuştur. Sonuçlara göre testin güvenilir ve geçerli olduğu anlaşılmıştır.

2.2. Biyoloji laboratuvarına yönelik tutum ölçeği

Araştırmada kullanılan biyoloji laboratuvarına yönelik tutum ölçeği; Gülay Ekici'nin [3] hazırlamış olduğu ölçektir ve herhangi bir değişiklik yapılmadan kullanılmıştır. Ölçeğin maddeleri, Zevk, güven, önemlilik ve genel olmak üzere dört boyuttan oluşmaktadır. Biyoloji Laboratuvarına yönelik tutum ölçeğinde 11'i olumlu, 10'u olumsuz olmak üzere toplam 21 tutum cümlesi bulunmaktadır. Ölçekte beşli likert tipi kullanılmış olup olumlu tutum cümleleri “tamamen katılıyorum= 5, kısmen katılıyorum= 4, kararsızım= 3, katılmıyorum= 2, kesinlikle katılmıyorum= 1” puan şeklinde, olumsuz cümleleri ise tam tersine çevrilerek puanlanmıştır.

Gülay Ekici'nin ölçek için yaptığı güvenilirlik ve geçerlik analizlerine ilişkin elde edilen bulguları şöyledir; ölçeğin geneli için Cronbach Alpha güvenilirlik katsayısı 0.93, zevk boyutu için 0.90, güven boyutu için 0.80 ve önemlilik boyutu için 0.72 olarak bulunmuştur. Geçerlikte ise faktör analizi için KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) değeri 0.88, Barlett Testi değeri 3367.79 olarak bulunmuştur. Ölçeğin madde analizi çözümlenmesi ve Varimax Faktör Analizi ile yapılan döndürme işlemi sonunda, ölçekte öz değeri 1'den büyük dört faktör bulunmuştur [3].

Araştırmada aynı ölçek için tekrardan güvenilirlik ve geçerlik analizi yapılmış olup sonuçları şöyledir; ölçeğin geneli için Cronbach Alpha güvenilirlik katsayısı 0.84-0.93, zevk boyutunun Cronbach Alpha güvenilirlik katsayısı 0.78-0.88, güven boyutu için 0.55-0.83 ve önemlilik boyutu için de 0.66-0.81 olarak bulunmuştur. Geçerlikte ise faktör analizi için KMO değeri 0.72-0.85 (öğretmen – öğretmen adayları), Barlett Testi değeri 801,117-907,465 olarak bulunmuştur. Sonuçlara göre testin tutarlı ve güvenilir olduğu anlaşılmıştır. Ayrıca testin en yüksek puanı 105 iken, en düşük puanı da 21'dir.

2.3. Laboratuvar yöntemi hakkında görüş alma formu

Nitel veri toplama aracı; 6 adet açık uçlu sorudan oluşan bölüm ve kişisel bilgi alma bölümünden oluşan yapılandırılmış bir görüşme formudur. Çalışmadaki öğretmen ve öğretmen adayları görüş alma formundaki soruları yazılı bir şekilde yanıtlamışlardır. Açık uçlu sorular hem öğretmenlere hem de öğretmen adaylarına aynı şekilde sorulmuştur. Fakat kişisel bilgi alma bölümünde farklılıklar vardır; biyoloji öğretmenlerinin formunda çalıştığı okul, mezun olduğu fakülte, cinsiyeti ve kıdem yılı gibi bilgiler istenirken biyoloji öğretmen adaylarının formunda ise cinsiyeti, sınıfı ve bulunduğu fakültenin adı istenmiştir.

Ölçeğin geçerliği ile ilgili; amaca ne derece hizmet ettiği, anlaşılabilirliği ve uygulanabilirliğini kontrol etmek amacıyla Gazi Üniversitesi biyoloji öğretmenliği bölümünde görevli üç alan uzmanın görüşlerine sunulmuştur. Uzmanların önerileri doğrultusunda yanlışlar düzeltilmiş, sorular gözden geçirilmiş, kavram yanlışları giderilmiştir. Düzeltme yapılan ölçek formu yazım yanlışları açısından da Türkçe alanında uzman kişi tarafından incelenmiştir. Son olarak ön uygulama amacıyla üç biyoloji öğretmenine ölçek uygulatarak sınanmıştır. Böylece biyoloji öğretmenlerinin ve öğretmen adaylarının, laboratuvar yöntemi hakkındaki görüşleri için geçerli nitelikte bir ölçek hazırlanmıştır.

Ölçeğin güvenilirliğini belirlemek için, kodlayıcılar arası güvenilirlik belirleme yönteminden yararlanılmıştır. Bu yöntem için kullanılacak formül; “Güvenirlik = [(Görüş birliği) / (Görüş ayrılığı + Görüş birliği)] x 100” şeklindedir [6]. Görüş alma formunun yazıları doküman haline getirilmiştir. Bu dokümanlar daha önce nitel araştırma yapmış olan başka bir araştırmacıya da verilerek, birbirinden bağımsız bir şekilde temaların kodlaması yapılmıştır. Bu işlemden sonra araştırmacıların yapmış olduğu kodlamalar kontrol edilerek, Görüş birliği ve Görüş ayrılıkları tespit edilmeye çalışılmıştır. Araştırmacılar ilgili tema altında bulunan aynı kodu işaretlemişlerse görüş birliğine, farklı kodu işaretlemişlerse görüş ayrılığına varılmıştır. Toplam 6 tema vardır. 1. Tema için vardıkları görüş birliği %79.4, 2. Tema için görüş birliği %82.3, 3. Tema için görüş birliği %87.3, 4. Tema için görüş birliği %88.6, 5. Tema için görüş birliği %74.9, 6. Tema için görüş birliği %83.1 olarak bulunmuştur. Toplam görüş birliğinin %82.6 olduğu hesaplanmıştır. Güvenirlik hesaplarında ki görüş birliğinin yüzdesi 70’ten fazla olduğu için güvenilir kabul edilmiştir [7].

2.4. Verilerin analiz edilmesi

Nicel verilerin analizi için SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) paket programı kullanılmıştır. Öğretmen ve öğretmen adaylarının Laboratuvara yönelik tutum ve öz-yeterlik algı düzeylerini belirlemek amacıyla istatistik işlemlerinden aritmetik ortalama, standart sapma ve frekans hesaplamaları yapılmıştır. Varyans homojenliğine bakılmıştır. Testlerin dağılımlarının durumunu belirlemek için Normallik (dağılım) testi yapılmıştır. Dağılımların durumuna (parametrik-Nonparametrik) uygun testler tercih edilmiştir. Çalışmada normal dağılım var ise; iki değişkenli (cinsiyet, mezun olunan fakülte) özelliklerin ilişkisini belirlemek için bağımsız t-testi, ikiden fazla değişkenli özelliklerin belirlenmesinde ise varyans analizi (ANOVA) yapılmıştır. Çalışmada normal olmayan (nonparametrik) bir

dağılım varsa; iki değişkenli özelliklerin ilişkisini belirlemek için Mann Whitney U Testi, ikiden fazla değişkenli (kıdem, sınıf) özelliklerin belirlenmesinde ise Kruskal Wallis analizi yapılmıştır. Son olarak nicel yapıdaki ölçeklerin arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla Korelasyon analizi yapılmıştır. Nitel verilerin analizi için NVivo 12 Plus programı kullanılmıştır. Analiz sürecinde öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının açık uçlu sorulara verdikleri cevaplar içerik analizi yöntemi ile analiz edilmiştir. Elde edilen nitel veriler kodlanmış, temalar bulunmuş ve düzenlenmiştir. Kodların sınıflandırılmasında tekrarlanma sıklıkları frekans (f) ve yüzde (%) değerleri elde edilmiştir.

3. BULGULAR

Araştırma sorularına göre nicel bulgular şöyledir:

1. *“Biyoloji laboratuvarı öz-yeterlik algı düzeylerine göre öğretmen ve öğretmen adaylarının arasında anlamlı bir fark var mıdır?”* Biyoloji öğretmenlerinin lehine anlamlı bir farklılık vardır. Öğretmenlerin laboratuvar öz-yeterlik algı düzeyleri 75,9 olarak, öğretmen adaylarının düzeyleri ise 71,04 bulunmuştur. Ortak olarak bakıldığında da laboratuvar öz-yeterliği 73,6 bulunmuştur.

2. *“Biyoloji öğretmenleri ve öğretmen adaylarının laboratuvara yönelik öz-yeterlik algı düzeylerinde cinsiyete göre anlamlı bir fark var mıdır?”* Cinsiyete göre anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.

3. *“Biyoloji öğretmenlerinin laboratuvara yönelik öz-yeterlik algı düzeyleri mezun olunan fakülteye göre değişmekte midir?”* Mezun olunan fakülteye göre değişmemektedir.

4. *“Biyoloji öğretmenlerinin laboratuvara yönelik öz-yeterlik algı düzeyleri kıdem durumlarına göre değişmekte midir?”* Kıdem durumlarına göre değişmemektedir. Fakat 10 ve üzeri yıllarda kıdemi olan öğretmenlerin öz-yeterliklerinin diğer gruplara göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

5. *“Biyoloji öğretmen adaylarının laboratuvara yönelik öz-yeterlik algı düzeyleri, sınıf kademine göre değişmekte midir?”* Sınıf kademine göre değişmemektedir. Fakat 1.sınıftaki öğretmen adaylarının diğer sınıflara göre daha düşük öz-yeterliğe sahip olduğu görülmüştür.

6. *“Biyoloji laboratuvarına yönelik tutumlarına ilişkin öğretmen ve öğretmen adaylarının arasında anlamlı bir fark var mıdır?”* Biyoloji öğretmenlerinin lehine anlamlı bir fark vardır. Öğretmenlerin laboratuvara yönelik tutum puanları 93,18 olarak, öğretmen adaylarının ise tutum puanları 84,76 olarak bulunmuştur. Laboratuvara yönelik toplam tutum puanları da 89,25 bulunmuştur.

7. *“Biyoloji öğretmenleri ve öğretmen adaylarının laboratuvara yönelik tutumlarında cinsiyete göre anlamlı bir fark var mıdır?”* Cinsiyete göre anlamlı bir fark yoktur.

8. *“Biyoloji öğretmenlerinin laboratuvara yönelik tutumları mezun olunan fakülteye göre değişmekte midir?”* Mezun olunan fakülteye göre değişmemektedir.

9. *“Biyoloji öğretmenlerinin laboratuvara yönelik tutumları, kıdem durumlarına göre değişmekte midir?”* Kıdem durumlarına göre anlamlı bir fark

yoktur. Fakat 10 ve üzeri yıllarda kıdemi olan öğretmenlerin daha düşük tutumda oldukları görülmüştür.

10. “Biyoloji öğretmen adaylarının laboratuvara yönelik tutumları, sınıf kıdemine göre değişmekte midir?” Sınıf kıdemine göre anlamlı bir değişim vardır. Bu değişim 1. ve 3. sınıfların arasında 3.sınıfın lehine gözlenirken, 1. ve 4. sınıfların arasında da 4. sınıfın lehine gözlenmiştir. Diğer sınıf gruplarının arasında anlamlı bir değişiklik olmamıştır.

11. “Biyoloji öğretmenlerinin ve öğretmen adaylarının birlikte, laboratuvara yönelik tutumları ile öz-yeterlik algı düzeyleri arasında nasıl bir ilişki vardır?” Tutum ve Öz-Yeterlik algısının arasında pozitif yönde orta düzey bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.

Araştırma sorularına göre nitel bulgular şöyledir:

12. “Öğretmen ve öğretmen adaylarının; biyoloji derslerinde laboratuvar yönteminin kullanılmasının gerekliliği hakkındaki görüşleri nelerdir?” Öğretmen ve öğretmen adaylarının %96,4’ü biyoloji derslerinde laboratuvar yönteminin kullanılmasının gerekli olduğunu düşünüyor. Geriye kalan %3,6’sı ise bazen gerekli olduğunu düşünüyor. Biyoloji derslerinde laboratuvar yönteminin gerekli olmasının en önemli sebebi olarak; teorik bilgiyi pekiştirip daha iyi öğrenme sağlaması (%26,31) gösterilmiştir. Bununla beraber bilginin kalıcılığının artması (%23,68), yaparak yaşayarak öğrenmeyi sağlaması (%21,05) ve soyut bilgileri somutlaştırması (%11,84) da laboratuvar yönteminin gerekliliğinin sebebi olarak gösterilmiştir. biyoloji derslerinde laboratuvar yönteminin kullanılmasının bazen gerekli olduğunu söyleyen öğretmen ve öğretmen adayları buna sebep olarak; özellikle bazı konularda gerekli (%75) olduğunu belirtmişlerdir. Yani biyolojinin her konusunda laboratuvar yönteminin kullanılmasının gereksiz olduğunu söylemişlerdir. Geriye kalan %25’lik kısım ise lise son sınıfta öğrencilerin girmekte olduğu üniversite giriş sınavlarının, biyoloji derslerinde laboratuvar yönteminin kullanımını engellemesini sebep olarak belirtmişlerdir.

Çizelge 3.1. Derslerde laboratuvar yönteminin kullanılmasının gerekli olduğunu düşünen öğretmen ve öğretmen adaylarının temayla ilgili kodlarının yüzde ve frekans verileri

“Laboratuvar yöntemi gereklidir.” Temasının Kodları	Frekans (f)	Yüzde (%)
Teorik bilgiyi pekiştirerek daha iyi öğrenme sağlar.	40	26,31
Bilgi kalıcılığı artar.	36	23,68
Yaparak, yaşayarak öğrenmeyi sağlar.	32	21,05
Soyut bilgileri somutlaştırır.	18	11,84
Dikkat çekmeyi sağlar.	6	3,94
Aktif katılımı sağlar.	5	3,28
El becerisi gelişir.	3	1,97
Zevkli ders yapılmasını sağlar.	3	1,97
Laboratuvar biyolojinin temelidir.	3	1,97

Problem çözme becerisini geliştirir.	3	1,97
Hayal gücünü artırır.	2	1,31
Düzenli ve disiplinli ortam oluşturur.	1	0,65
Toplam	152	100

13. “Öğretmen ve öğretmen adaylarının; biyoloji derslerinde laboratuvar yöntemini kullanırken kendi yeterlilikleri hakkındaki görüşleri nelerdir?” Öğretmen ve öğretmen adaylarından %72,98’i laboratuvar yöntemini kullanma konusunda kendilerini yeterli görmekteyken, %10,81’i bazen yeterli görmekte, %16,21’i ise kendini bu konuda yetersiz görmektedir. Laboratuvar yöntemini kullanma konusunda kendisini yeterli görenlerin %32,14’ü bu durumun üniversitede iyi eğitim almalarından kaynaklandığını düşünmektedir. %23,8’ i ise bu durumu, laboratuvarında geçirdiği zamanın çokluğuna yani laboratuvar konusunda deneyimli olmasına bağlamaktadır. Buna ek olarak %21,42’ si ise teorik bilgi olarak öğrendiklerini laboratuvar yönteminde kullanabildiklerini ve bu nedenle de kendilerini yeterli gördüklerini söylemişlerdir. laboratuvar yöntemini kullanma konusunda kendisini bazen yeterli görenlerin %50’ si konuyu iyi bildiğinde yeterli hissettiğini söylemektedir. %42,86’ sı ise laboratuvar yöntemi hakkında yeteri kadar donanıma sahip olmadığını düşünmektedir. Az bir bölümü ise (%7,14) el becerilerine güvenmediğinden laboratuvar yönteminde kendisini her zaman yeterli bulmamaktadır. ; laboratuvar yöntemini kullanma konusunda kendisini yetersiz görenlerin çoğu (%47,06) bu durumu pratiği yani deneyimi olmayışına bağlamaktadır. Bir kısmı da (%17,65) konulara yeteri kadar hakim olmadığı için ya da üniversitede bu konuda yeteri kadar eğitim almadığı için kendisini yetersiz görmektedir.

Çizelge 3.2. Öğretmen ve öğretmen adaylarının derslerinde laboratuvar yöntemini kullanma konusunda kendilerini yetersiz görmelerindeki kodların yüzde ve frekans verileri

“Laboratuvar yöntemini kullanma konusunda yetersizim” Temasının Kodları	Frekans (f)	Yüzde (%)
Yeteri kadar pratiğim yok.	8	47,06
Tüm konulara hakim değilim (donanım yetersizliği).	3	17,65
Üniversitede yeteri kadar eğitim almadım.	3	17,65
Uzun zamandır laboratuvarında çalışma yapmadım.	1	5,88
Laboratuvar derslerini sevmiyorum.	1	5,88
Korkularım var.	1	5,88
Toplam	17	100

14. “Öğretmen ve öğretmen adaylarının; biyoloji derslerinde laboratuvar yöntemi için hazırlık yaparken sıkıntı ve endişe duydukları durumlar nelerdir?” Öğretmen ve öğretmen adaylarının %69,37’ si laboratuvar yöntemine hazırlık yaparken sıkıntı ve endişe duyduklarını söylerken, geriye kalanlar ise (%30,63) bu

konuda endişe duymadıklarını söylemişlerdir. Verilere göre; ön çalışma yapmak (%50) ve laboratuvar yöntemi konusunda deneyimli olmak (%30) bu konuda ki endişe ve sıkıntıları ortadan kaldırmaktadır. Bunların yanında deney yöntemini uygulamadan önce güvenlik önlemlerini almak (%15) ve öğrencileri bu konularda bilgilendirmekte (%5) endişeleri ortadan kaldırmaktadır. Öğretmen ve öğretmen adayları laboratuvar yöntemine hazırlanırken sıkıntı ve endişe veren durumun en çok malzeme yetersizliği (%33,33) olduğunu söylemektedir. Bazı öğretmenler ve öğretmen adayları da tehlikeli deneyler (%16,1) yapma konusunda endişe duymaktadırlar. Bununla beraber bazı öğretmenlerin de endişesi öğrencilerin başına kaza gelmesi (%8,05) olmuştur. Deneyleri yaparken heyecanlanıp başarısız olmak (%10,34) öğretmenlerin endişelerindedir. Bazıları da sınıf disiplini sağlayamamak (%9,19), müfredatta ki konuları yetiştirememekten (%9,19) dolayı sıkıntı ve endişe duymaktadır.

Çizelge 3.3. Öğretmen ve öğretmen adaylarının derste laboratuvar yöntemi için hazırlık yaparken sıkıntı ve endişe duyma durumlarının yüzde ve frekans verileri

Temalar (Laboratuvar yöntemi, hazırlıkta sıkıntı ve endişe verir mi?)	Frekans (f)	Yüzde (%)
Sıkıntı ve endişe verir.	77	69,37
Sıkıntı ve endişe vermez.	34	30,63
Toplam	111	100

Çizelge 3.4. Öğretmen ve öğretmen adaylarının derste laboratuvar yöntemine hazırlık yaparken sıkıntı ve endişe duydukları durumların kodlarının yüzde ve frekans verileri

“Sıkıntı ve endişe verir” Temasının Kodları	Frekans (f)	Yüzde (%)
Laboratuvar koşullarının uygun olmaması	29	33,33
Tehlikeli deneyler (tehlikeli madde kullanımı).	14	16,1
Heyecanlanmak, becerememek.	9	10,34
Sınıf disiplini sağlayamamak.	8	9,19
Müfredatta geri kalmak (zamanı iyi kullanamama).	8	9,19
Öğrencilerin başına kaza gelmesi.	7	8,05
Hata yapmak, yanlış sonuç elde etmek.	6	6,9
Hazırlıksız olmak	6	6,9
Toplam	87	100

Çizelge 3.5. Öğretmen ve öğretmen adaylarının derste laboratuvar yöntemine hazırlık yaparken sıkıntı ve endişe duymama tema kodlarının yüzde ve frekans verileri

“Sıkıntı ve endişe vermez” Temasının Kodları	Frekans (f)	Yüzde (%)
Ön çalışma yaparım.	10	50

Deneyimliyim (bilgim ve donanıмым yeterli).	6	30
Güvenlik önlemlerini önceden alırım.	3	15
Öğrencileri önceden bilgilendiririm.	1	5
Toplam	20	100

15. “Öğretmen ve öğretmen adaylarının; orta öğretim biyoloji dersinde laboratuvar yönteminin uygulanması için düşündükleri en uygun konular nelerdir?” Öğretmen ve öğretmen adaylarının laboratuvar yönteminde uygulamak için düşündükleri en uygun biyoloji konusu % 21,7 ile Hücre olmuştur. Ardından sırayla; Sistemler (%17,85), Bitkiler (%14,83), Canlıların Sınıflandırılması (%12,37) ve Canlıların Temel Bileşenleri (%10,44) uygun konu olarak tercih edilmiştir. Kalıtım (%7,7) ve Hücre Bölünmeleri (%7,14) uygun konu olarak biraz tercih edilirken; Fotosentez (%3,3), Hücresel Solunum (%1,64), Ekoloji (%1,1), Bilimsel Yöntem Basamakları (%1,1) ve Biyoteknoloji (%0,83) konuları daha az tercih edilmiştir. Bununla beraber orta öğretim biyoloji dersinin müfredatından hiç tercih etmedikleri konu Protein Sentezi, Canlıların Ortak Özellikleri olmuştur.

Çizelge 3.6. Öğretmen ve öğretmen adaylarının orta öğretim biyoloji derslerinde laboratuvar yönteminin uygulanması için düşündükleri en uygun konuların yüzde ve frekans verileri

Biyoloji Konuları (Temalar)	Frekans (f)	Yüzde (%)
Hücre	79	21,70
Sistemler	65	17,85
Bitkiler	54	14,83
Canlıların Sınıflandırılması	45	12,37
Canlıların Temel Bileşenleri	38	10,44
Kalıtım	28	7,70
Hücre Bölünmeleri	26	7,14
Fotosentez	12	3,30
Hücresel Solunum	6	1,64
Ekoloji	4	1,10
Bilimsel Yöntem Basamakları	4	1,10
Biyoteknoloji	3	0,83
Toplam	364	100

16. “Öğretmen ve öğretmen adaylarının; orta öğretim biyoloji derslerine ek olarak biyoloji laboratuvar derslerinin de haftalık programa eklenmesinin gerekliliği hakkında görüşleri nelerdir?” orta öğretim biyoloji derslerine ek olarak biyoloji laboratuvar dersinin eklenmesi, öğretmen ve öğretmen adayları tarafından yüksek (%98,11) oranda uygun görülmüştür. Geriye kalan %1,89'luk kısmı ise eklenmemesini uygun görmüştür. Öğretmen ve öğretmen adaylarından, orta öğretim derslerine biyoloji laboratuvarı dersinin eklenmesini gerekli bulanların gerekçesi özellikle zaman probleminin ortadan kalkacağını düşünmesi (%60,38) olmuştur. Bir

kısmı da laboratuvar yönteminin; kalıcı öğrenme (%12,26) ve yaparak yaşayarak öğrenmeyi (%10,38) sağladığı için biyoloji laboratuvar dersinin gerekli olduğunu söylemektedir. Az bir kısım da konu ile ilgili laboratuvar yönteminin; derste öğrencinin dikkatini çekmesi (%5,66), Soyut kavramları somutlaştırabilmesi (%6,6) ve zevkli, eğlenceli öğretim yöntemi (%1,89) olabilmesi bakımından gerekçe olarak yazmıştır. Ayrıca 1-2 kişi de laboratuvar kullanımının yaygınlaşacağını ve fen bilimleri derslerinin öneminin artacağını düşündüğünden laboratuvar dersinin eklenmesini gerekli bulmuştur. Öğretmen ve öğretmen adaylarından, Orta öğretime ek olarak biyoloji laboratuvarı dersinin eklenmesini gerekli bulmayanlar zaman olarak biyoloji derslerinin yeterli olduğunu düşünmektedirler. Bunun için ayrıca ders eklenmesini gerekli bulmamışlardır.

Çizelge 3.7. Öğretmen ve öğretmen adaylarının orta öğretim biyoloji derslerine ek olarak biyoloji laboratuvar dersinin eklenmesi gerektiğini düşünenlerin yüzde ve frekans verileri

“Biyoloji laboratuvar dersi eklenmelidir.” Temasının Kodları	Frekans (f)	Yüzde (%)
Zaman problemi ortadan kalkar.	64	60,38
Daha zevkli öğrenmeyi sağlar.	2	1,89
Dikkat çekmeyi sağlar.	6	5,66
Yaparak-yaşayarak öğrenme sağlar.	11	10,38
Kalıcı öğrenme sağlar.	13	12,26
Soyut kavramları somutlaştırır.	7	6,60
Fen bilimleri derslerinin önemini artırır.	1	0,94
Laboratuvar kullanımı yaygınlaşır.	2	1,89
Toplam	106	100

17. “Öğretmen ve öğretmen adaylarının; biyoloji derslerinde laboratuvar yöntemini kullanmayı sevme durumları hakkında görüşleri nelerdir?” Öğretmen ve öğretmen adaylarının %96,12’si Biyoloji derslerinde laboratuvar yöntemini kullanmayı sevmekte iken %3,88’i sevmemektedir. Derslerinde laboratuvar yöntemini sevenler özellikle bu durumu zamanın daha verimli geçmesine (%32,5) bağlamaktadır. Ayrıca buna ek olarak; zevkli ve eğlenceli anlatım tarzı olması (%21,67), öğretmenin işini kolaylaştırması (%21,67) ve öğrencilerin dikkatini çekmesi (%15,83) de onların laboratuvar yöntemini sevme nedenidir. Çok az öğretmen ve öğretmen adayı da laboratuvar yöntemini sevme nedenini; özgüvenlerini arttırmasına ve mesleklerini daha çok sevmelerine bağlamışlardır. Derste laboratuvar yöntemini kullanmayı sevmeyenlerin nedeni; müfredat konularının çok yoğun olması ve haftalık ders saatinin de az olması (%40) olmuştur. Bir kısmı da laboratuvar yönteminden ziyade teorik olarak anlatmayı (%40) daha çok sevdiğini söylemiştir. 1 kişide öğrencilerinin ilgisiz olması durumunun bu anlatım yöntemini sevmemesine neden olduğunu söylemektedir.

Çizelge 3.8. Öğretmen ve öğretmen adaylarından derslerde laboratuvar yöntemini kullanmayı sevmeyenlerin yüzde ve frekans verileri

“Derslerde laboratuvar yöntemini kullanmayı sevmiyorum.” Temasının Kodları	Frekans (f)	Yüzde (%)
Zaman kısıtlı ve müfredat çok yoğun.	2	40
Teorik olarak anlatmayı daha çok seviyorum.	2	40
İlgi gösteren öğrenci sayısı az.	1	20
Toplam	5	100

4. TARTIŞMA, SONUÇ ve ÖNERİLER

4.1. Nicel araştırma sonuçları

Araştırmanın sonucunda; biyoloji öğretmenleri ve öğretmen adaylarının laboratuvar öz-yeterlik algı düzeylerinin yüksek olduğu görülmüştür. Ekici'nin [1] yapmış olduğu çalışmada; biyoloji öğretmenlerinin laboratuvar öz-yeterlik algı düzeyleri orta düzeyde (3,26) bulunmuştur. Yaptığım çalışmada ise ortalamanın yüksek düzeyde (4,22) olduğu görülmüştür. Aynı ölçek kullanıldığı halde sonuçlarda bu farklılıkların olması, öğretmenlerin laboratuvara olan öz-yeterliliklerinin artmış olduğunu gösterir. Öğretmenlerin mezun olduğu okullardan daha iyi bir eğitim almış olması, kendisini geliştirebileceği laboratuvar alanlarının çoğaltılmış olması, MEB' e bağlı okullarda laboratuvar yöntemi ve deney yapma üzerine hizmet içi eğitimlerin yaygınlaştırılması bu durumun nedenleri arasında sayılabilir. Kılıç, Keleş ve Uzun' un [8] yaptıkları çalışmalarında; değişime uğratmadan aynı “laboratuvar öz-yeterlik algı ölçeğini” kullanmıştır. Bu ölçeği Fen ve Teknoloji öğretmenlerine ön test- son test olarak uygulamışlardır. Ön testten sonra öğretmenlerine TÜBİTAK destekli laboratuvar uygulama etkinlik programı uygulamışlardır. Araştırmanın sonucunda da çalışmaya katılan öğretmenlerin laboratuvara yönelik öz-yeterlik inançlarının, bu programdan sonra yükseldiğini gözlemlemişlerdir. Bu araştırmayla birlikte “deneyimin” öz-yeterlik algısı üzerinde önemli bir yerinin olduğunu söyleyebiliriz. Yaptığım araştırmanın nitel bulgularında; çalışma grubunun laboratuvar yönetimini kullanırken kendi yeterlilikleri hakkında ki görüşlerinde “yeterli” olduğunu düşünenlerin %23,8'i laboratuvarında çok zaman geçirdiğini yani deneyimli olduğunu söylemiştir. Yine iyi bir yüzdeliğe sahip olan diğer bir durumda (%32,14) üniversitede iyi bir eğitim almış olmalarıdır. Lisans ve yüksek lisans eğitiminde laboratuvar yöntemince zengin derslerin varlığı öğretmen adaylarının deneyimlerini arttırarak, öz-yeterliliklerini de geliştirebilecektir. Kaya ve Büyük'ün [10] yapmış oldukları çalışmada; fen bilimleri (fen ve teknoloji, fizik, kimya, biyoloji) öğretmenlerinin laboratuvar öz-yeterlik düzeylerinin yüksek olduğu görülmüştür. Bu araştırma sonucu yaptığım çalışmayla paralellik göstermektedir.

Araştırmanın sonucuna göre; biyoloji öğretmenlerinin laboratuvar öz-yeterlik algı düzeylerinin anlamlı bir şekilde öğretmen adaylarından farklılaştığı görülmüştür. Bu durum biyoloji öğretmenlerinin lehine olacak bir farklılıktır. Biyoloji öğretmenlerinin okulda öğrencilerle birlikte iş başında deneyim kazanma durumu bu

farklılığı yaratmış olabilir. Henüz mezun olmamış olan öğretmenlerin işbaşında çalışma imkanı olmadığından, bu durum onların öz-yeterliklerini etkilemiş olabilir. Kaya ve Böyük'ün [10] yapmış olduğu çalışmada; Hizmet süresi 1 yıldan az olan öğretmenlerin laboratuvar öz-yeterliklerinin, hizmet süresi 1 yıldan fazla olan öğretmenlere göre daha düşük olduğu görülmüştür.

Biyoloji öğretmenleri ve öğretmen adaylarının laboratuvar öz-yeterlik algı düzeylerinde cinsiyete göre anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Fakat kadın öğretmenlerin ortalaması (4,1) erkek öğretmenlerin ortalamasından (3,9) daha yüksek bulunmuştur. Ekici'nin [1] yapmış olduğu çalışmada laboratuvar öz-yeterlik algı düzeylerinde kadın öğretmenlerin lehine bir farklılık olduğu bulunmuştur. Yapılan iki çalışma bu konuda birbirini desteklememektedir. Ayrıca Kaya ve Böyük'ün [10] araştırmalarına göre; fen bilimleri (fen ve teknoloji, fizik, kimya, biyoloji) öğretmenlerinin laboratuvar çalışmalarına yönelik öz-yeterliklerinde cinsiyete göre anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Bu durum çalışmamızı desteklemektedir.

Biyoloji öğretmenlerinin laboratuvara öz-yeterlik algı düzeyleri mezun olunan fakülteye göre anlamlı bir şekilde değişmemektedir. Eğitim fakültesinden mezun olan 39 kişinin ortalaması 4,1 iken, fen fakültesinden mezun olan 20 öğretmenin ortalaması 4,3 çıkmıştır. Kaya ve Böyük'ün [10] araştırma sonuçlarına göre; öğretmenlerin laboratuvar çalışmalarına yönelik öz-yeterlik durumlarında mezun olunan fakülteye göre biyoloji bölümü (fen fakültesi) aleyhine bir anlamlılık olduğu görülmüştür. Bu iki araştırma paralellik göstermemektedir.

Biyoloji öğretmenlerinin laboratuvara yönelik öz-yeterlik algı düzeyleri kıdem durumuna göre anlamlı bir şekilde değişmemektedir. 1-4 yılları arasında kıdemi olanların 4,25, 5-9 yılları arasında kıdemi olanların 4,23, 10 yıl ve üzeri yıllarda kıdemi olanların ise 4,06 olarak ortalamaları bulunmuştur. Anlamlı bir farklılık görülmemiş olsa da 10 yıl ve üzeri yıllarda kıdemi olan biyoloji öğretmenlerinin daha erken yıllarda kıdemi olan öğretmenlere göre laboratuvar öz-yeterlik algılarının daha düşük olduğu anlaşılmıştır. Ekici'nin [1] yapmış olduğu araştırma sonucunda; 10 yıl ve üzeri yıllarda kıdeme sahip olan biyoloji öğretmenin laboratuvar öz-yeterlik algısı, 10 yıldan daha az kıdemi olan öğretmenlere göre daha düşük çıkmıştır. Yaptığım çalışma sonucu da bu durumu desteklemektedir. Ayrıca yapılan bir araştırmaya göre; ilk 10 yıl içinde kıdeme sahip olan biyoloji öğretmenlerinin araç-gereç kullanımında, 10 yıl ve üzeri yıllarda kıdemi olanlara göre daha yüksek düzeyde olduğu ve bilgi düzeylerinin de %57,3 olduğu görülmüştür [13]. Kıdem yılı 10 yılı geçtikten sonra öğretmenlerin mesleklerinde yıpranma payları artabilir, ayrıca yeni gelişen teknolojiye ve bilime ayak uydurmakta zorlanabilirler. Bu öğretmenlerin kendilerini yenilemesi, bilgilerini güncellemesi açısından destek niteliğinde olan hizmet içi programları uygulanabilir. 10 yıllık kıdem sonrası, mesleklerinde belli bir doyuma ulaşan öğretmenlerde kendini tekrar etme durumu ortaya çıkabilir. Öğretmenler için kendilerini sürekli olarak geliştirmeye teşvik edici programlar yapılmalıdır.

Biyoloji öğretmen adaylarının laboratuvara yönelik öz-yeterlik algı düzeyleri sınıf kıdemine göre anlamlı bir şekilde değişmemektedir. Fakat birinci sınıfların

ortalaması diğer sınıf kademelerinden daha düşük bulunmuştur. Bu durumun nedeni henüz birinci sınıfların diğer sınıf kademelerindeki öğrenciler kadar laboratuvar ortamında deneyim kazanamamış olması olabilir.

Biyoloji öğretmen ve öğretmen adaylarının laboratuvara yönelik tutum düzeylerinin yüksek (89,25) değerinde olduğu görülmüştür. Ekici'nin [2] daha önce yapmış olduğu araştırma da biyoloji öğretmenlerinin laboratuvar dersine yönelik tutumlarının orta düzeyde olduğu görülmüştü. Yapılan başka bir araştırmada biyoloji öğretmen adaylarının laboratuvar dersine yönelik tutumları genel olarak yüksek bulunmuştur [9]. Bu sonuçlara göre 2001 yılından bu yana biyoloji öğretmenlerinin laboratuvara olan tutumlarında olumlu olarak değişim vardır. Bu değişimin nedenleri; üniversitelerde ki laboratuvar eğitimin daha öğrenci merkezli yapılması, biyoloji öğretmen adaylarının laboratuvar ile ilgili deneyimlerinin artmış olması, değişen teknolojik gelişmeler ve sosyal medya kaynaklı olarak öğretimin (video yani görsel kaynaklar) yaygınlaşması sayılabilir. Yani kısacası öğretmenlerin laboratuvarla olan ilişkileri artınca onların laboratuvar dersine olan tutumlarını değiştirmiş olabilir.

4.2. Nitel araştırmanın sonuçları

Araştırmanın nitel kısmında “öğretmen ve öğretmen adaylarının, biyoloji derslerinde laboratuvar yöntemini kullanmayı sevme durumları” ile ilgili görüşleri alınmıştır. Çalışma grubunun %96,12'si sevdiğini söylemiştir. Laboratuvar yöntemini sevme nedenleri olarak; derslerde zamanın daha verimli geçmesi, zevkli ve eğlenceli ders işlenmesi, öğretmenlerin işini kolaylaştırması ve özgüvenlerinin artması söylenebilir. Sevmeme durumu için; zamanın kısıtlı ve müfredatın çok yoğun olması, ilgi gösteren öğrenci sayısının az olması gibi nedenler öğretmenler tarafından gösterilmiştir. Laboratuvar yöntemini sevmeyen öğretmenlerin bir kısmı da, dersleri teorik olarak anlatmayı daha çok sevdiğini söylemiştir. Gerçek ve Soran [11] yaptıkları araştırmada; biyoloji öğretmenlerinin derslerde deney yöntemini %14 gibi bir oranda kullandıklarını, anlatım ve soru cevap yöntemini ise %80'in üzerinde bir oranda kullandıklarını ortaya koymuşlardır.

Biyoloji öğretmen ve öğretmen adaylarının laboratuvara yönelik tutumlarında öğretmenlerin lehine anlamlı bir fark bulunmuştur. Öğretmenlerin laboratuvar tutum puanı 93,18 iken, öğretmen adaylarının puanı 84,76 olarak görülmüştür (ölçek orta puanı 63'tür). Araştırmada ki çalışma grubunun, laboratuvar yöntemini sevme nedenleri göz önünde bulundurulduğunda (nitel araştırma sonuçlarına göre) iş başı yapan öğretmenlerin bu durumun daha çok farkında olması mümkündür. Henüz mezun olmamış olan öğretmen adayları ise iş başında görev yapmadığından dolayı yani deneyim eksikliğinden dolayı bu konuda daha düşük bir tutum içerisinde olabilir. Öğretmenlik mesleğine başladığı zaman laboratuvar yöntemini kullanma konusunda tutumu artabilir.

Laboratuvara yönelik tutumda cinsiyete göre anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Ekici'nin [2] yapmış olduğu araştırmada; biyoloji öğretmenlerinin laboratuvara yönelik tutumları için cinsiyete göre anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Bu araştırmalarının paralelinde olan başka araştırmalarda vardır. Doğan ve arkadaşları

[12], Yenice ve arkadaşları da [14] yaptıkları araştırmalarda öğretmenlerin laboratuvar dersine yönelik tutumları için cinsiyete göre anlamlı bir farklılık görmemişlerdir. Yapılan araştırmada bu bahsedilen araştırmaları desteklemektedir. Fakat başka bir araştırmaya göre de; öğretmenlerin fen deneylerine yönelik tutumlarında kadın öğretmenlerin lehine anlamlı bir farklılık bulunmuştur [15].

Biyoloji öğretmenlerinin laboratuvara yönelik tutumlarında, mezun olduğu fakülteye göre aralarında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Eğitim fakültesinden mezun olanların ortalaması 92,92 iken, fen fakültesinden mezun olanların ortalaması 93,7 bulunmuştur. Yenice ve arkadaşlarının [14] araştırması bu araştırmayla paralellik göstermektedir yani mezun olunan fakülteye göre anlamlı bir farklılık yoktur. Fakat Ekici'nin [2] yapmış olduğu araştırmada; fen fakültesinden mezun olan öğretmenlerin, eğitim fakültesinden mezun olan öğretmenlere göre laboratuvar dersi tutumları daha yüksek bulunmuştur. Yani gruplar arasında anlamlı bir farklılık vardır.

Biyoloji öğretmenlerinin laboratuvara yönelik tutumları kıdem durumlarına göre anlamlı bir şekilde değişmemektedir. Fakat 1-4 ve 5-9 yıllarında kıdemi olan öğretmenlerin ortalamaları birbirine yakınken, 10 ve üzeri yıllarda kıdemi olanların ortalamaları daha erken yıl kıdemi olanlara göre daha düşük bulunmuştur. Bununla ilgili başka araştırmalarda vardır. Yenice ve arkadaşlarının [14] yapmış olduğu araştırma bu araştırmayı desteklemekte yani biyoloji öğretmenlerinin mesleki kıdemleri laboratuvar dersine olan tutum puanlarında anlamlı bir farklılık yapmamıştır. Doğan ve arkadaşlarının [12] araştırmasında; 1-5 yıllık fen öğretmenlerinin 6 ve üzeri yıllarda kıdemi olan öğretmenlere göre fen deneylerine yönelik tutumlarının daha fazla olduğu bulunmuştur. Ekici'nin [2] yapmış olduğu araştırmada ise; öğretmenlerin mesleki kıdem grupları (1-5 yıl, 6-10 yıl, 11 ve üzeri yıl) arasında 6-10 yıllık kıdemi olanların lehine bir farklılık bulunmuştur. Araştırma sonucuna da; 1-5 yıllık öğretmenlerin mesleklerinde yeni olması (deneyimsiz), 11 ve üzeri yıllardaki öğretmenlerin ise mesleklerinde yıpranmış olması şeklinde bir yorum yapılmıştır. Bu yorumun "11 ve üzeri yıllarda ki öğretmenlerin yıpranmış olması" durumu kısmına katılmaktayım. Yapmış olduğum araştırmanın sonucunda anlamlı bir farklılık bulunmamış olsa da, 10 ve üzeri yıllarda kıdemi olan öğretmenlerin ortalamasının önceki yıllara göre daha düşük ortalamada olması bunu desteklemektedir.

Biyoloji öğretmen adaylarının laboratuvara yönelik tutumlarında sınıf kıdemine göre anlamlı değişiklikler görülmüştür. Birinci ve üçüncü sınıf arasında üçüncü sınıfın lehine bir anlamlılık bulunmuştur. Ayrıca birinci ve dördüncü sınıf arasında da dördüncü sınıf lehine anlamlılık bulunmuştur. Bunun dışında diğerlerinin (1-2.sınıf, 2-3.sınıf, 2-4.sınıf ve 3-4.sınıf) arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Genel olarak puan tablosuna bakıldığında birinci sınıfların ortalamalarının diğer sınıflara göre daha düşük düzeyde olduğu görülmüştür. Bu durumun nedeni olarak, birinci sınıfların laboratuvar ortamında yeterince vakit geçirmemiş olması yani deneyimlerinin az olması durumu söylenebilir. Ayrıca birinci sınıfların derslerinden dolayı henüz önemli olan diğer konuların deneylerini yapmadıkları da göz önünde bulundurulmalıdır. Laboratuvar dersine olan tutumun; deneyimlerle ve iş başında

olma durumuyla birlikte artabileceğini söyleyebiliriz. Bununla ilgili başka araştırmalarda yapılabilir.

Nicel bulgularda son olarak biyoloji öğretmen ve öğretmen adaylarının laboratuvara yönelik tutum ve öz-yeterlik algı düzeylerinin arasındaki ilişkiye bakılmıştır ve bu ilişkinin pozitif yönde orta düzey bir ilişki olduğu görülmüştür. Yani buradan anlayacağımız; laboratuvara yönelik tutumlar ne kadar gelişirse öz-yeterlik algısı da aynı yönde gelişecektir. Dervişoğlu ve Acarlı'nın [9] yapmış olduğu araştırma sonucuna göre; laboratuvar dersine yönelik tutum ile biyoloji öz-yeterlik inancı arasında pozitif yönde güçlü bir ilişki bulunmuştur. Böylece yapılan araştırma bu araştırmayı da desteklemektedir.

Araştırmadaki nitel bulgulara bakıldığında; laboratuvar yönteminin gerekliliği konusunda çalışma grubunun %96,4'ü hem fikirdir. Bu gerekliliğin gerekçesi olarak ta özellikle; teorik bilgiyi pekiştirme, bilgi kalıcılığını artırma, yaparak-yaşayarak öğrenme ve bilgileri somutlaştırma durumu gösterilmiştir. Geriye kalan grup ise bazı durumlarda bu yönetime başvurmak gerektiğini söylemiştir. Mesela biyolojinin her konusunda deney (laboratuvar) yöntemi kullanılmayabilir. Başka bir soruda öğretmenlere bu biyoloji konularının neler olduğu sorulmuştur. Laboratuvar yönteminin kullanıldığı konular sırasıyla; hücre, sistemler, bitkiler, canlıların sınıflandırılması, canlıların temel bileşenleri, kalıtım, hücre bölünmeleri, fotosentez, hücre solunum, çevre bilimi (ekoloji), bilimsel yöntem basamakları ve biyoteknolojidir. En çok tercih edilen %21,7 ile "Hücre" konusu olmuştur. Bazı öğretmenlerin yorumuna göre; üniversiteye giriş sınavlarının olması öğrencilerin özellikle 11-12. sınıfta sınav odaklı çalışmalarını sağladığından, deneysel yöntemin kullanılması güçleşmektedir.

Öğretmen ve öğretmen adaylarına derslerde laboratuvar yöntemini uygularken ya da hazırlık yaparken endişe duyma durumları sorulmuştur. %69,37'sinin sıkıntı ve endişe duyduğu durumlar vardır. En çok sıkıntı ve endişe duydukları durum, malzeme yetersizliği ve laboratuvar koşullarının uygun olmamasıdır. Daha sonra ikinci sırada; tehlikeli deneylerin öğrencilere zarar vermesinden endişe duyduklarını belirtmişlerdir. Heyecanlanmak, becerememek, disiplin sağlayamamakta başka endişelerindedir. Sayılan bu endişeler özellikle madde yetersizliği veya öğretmenden kaynaklanabilmektedir. Ekici'nin [2] yapmış olduğu araştırma sonucuna göre, laboratuvar koşulları iyi olan okullarda görev yapan öğretmenler laboratuvar yöntemi için olumlu tutum içindedirler. Bu sebeple okullarda ki laboratuvar imkânları artırılmalıdır. Öğretmenlerden kaynaklanan endişelerin giderilmesi için okullarda hizmet içi kurslarının artırılması ya da kursların daha verimli hale getirilmesi önerilebilir. Öğretmenlerin bu kurslara katılması teşvik edilmelidir. Bunlara en olarak; hizmet içi kurslarının üniversitelerin eğitim enstitüleriyle işbirliği içerisinde yürütülmesi de önerilebilir. Ekici [2] yaptığı araştırmada; hizmet içi eğitim kursuna katılan öğretmenlerin daha olumlu tutum içinde olduğu sonucuna ulaşmıştır. Öğretmenlerin %30,63'ü laboratuvar yöntemi için endişe duymadıklarını söylemiştir. Buna gerekçe olarak ta; deneylerden önce hazırlık yapmayı, yeterli bilgi ve deneyime sahip olmalarını öne sürmüşlerdir. Bazı öğretmenlerin; öğrencilere laboratuvar

hakkında bilgi vermesi ve güvenlik önlemlerini deneylerden önce alması endişelerini azaltabilmektedir. Ekici [2] yine aynı araştırmasında; laboratuvar yöntemi konusunda bilgi düzeyi yüksek olan öğretmenlerin laboratuvar yöntemine olan tutumlarının da yüksek olduğu sonucuna ulaşmıştır. Gerçek ve Soran'ın [11] yapmış olduğu çalışma sonucuna göre; öğretmenlerin öğretim yöntemleri ve deneysel yöntem konusunda hizmet içi kursa ihtiyaç duydukları görülmüştür. Ayrıca sınıflardaki öğrenci sayısının azaltılması ve biyoloji programlarının sadeleştirilmesi gerektiği önerisinde bulunmuşlardır. Aynı konuda yani öğretmenlerin laboratuvar kullanımı ve deney yapma konusunda, hizmet içi eğitime ihtiyaç duyduklarını 2011 yılında yayınlanan başka bir makalede de belirtmişlerdir [16]. Aynı makalede ayrıca; fen öğretmenlerinin deney yapma, laboratuvar ve teknoloji kullanımı konusunda en büyük engellerinin okullarda ki malzeme eksikliği ve ders saati sürelerinin kısıtlılığı olduğunu belirtmiştir.

Yapılan araştırmada çalışma grubunun %98,11'i orta öğretim biyoloji derslerine ek olarak biyoloji laboratuvar derslerinin eklenmesini uygun görmüştür. Eklenmesi gerektiğini düşünenlerin %60,38'i zaman probleminin ortadan kalkacağını düşünmektedir. Çünkü yürürlükte olan biyoloji ders saatlerinde yoğun bir müfredat yetiştirilmektedir. Deney (laboratuvar) yöntemi zaman alabilen bir yöntemdir. Laboratuvar dersi ayrıca eklendiğinde yaşanan zaman kaygısı öğretmenleri endişelendirmeyecektir. Doğan ve arkadaşlarının [12] yayınladığı makalesinde okullarda ki laboratuvara görevlilerin atanmasını (görevliler sadece deneylerin hazırlanmasını ve laboratuvar düzenini sağlayacak) önermiştir. Bu görüşe bende katılmaktayım. Ayrıca aynı makalede ders saatleri dışında öğrencilere laboratuvarları kullanma fırsatı sağlanması gerektiği de belirtilmiştir.

KAYNAKLAR

[1] Ekici, G. (2009), "Biyoloji öğretmenlerinin laboratuvar kullanımı öz-yeterlik algılarının incelenmesi," Ahi Evran Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 10(3), 25-35.

[2] Ekici, G. (2001), "Biyoloji öğretmenlerinin laboratuvar dersine yönelik tutumlarının farklı değişkenler açısından incelenmesi," <http://docplayer.biz.tr/43056907-Biyoloji-ogretmenlerinin-laboratuvar-dersine-yonelik-tutumlarının-farkli-degiskenler-acısından-incelenmesi.html> sayfasından erişilmiştir. Gazi Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Eğitim Bilimleri Bölümü, Ankara.

[3] Ekici, G. (2002), "Biyoloji öğretmenlerinin laboratuvar dersine yönelik tutum ölçeği (BÖLDYTÖ)," Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 22, 62-66.

[4] Aydın, M. (2013), "Albert Bandura'nın sosyal öğrenme kuramı ve eğitime yansımaları," https://www.tavsiyeediyorum.com/makale_11009.htm sayfasından erişilmiştir. Makale kütüphanesi, Mayıs, 11009.

[5] Çetin, İ. (2012), “Tutum nedir? Tutumların özellikleri,” https://www.tavsiyee diyorum.com/makale_9597.htm sayfasından erişilmiştir. Makale kütüphanesi, Eylül, 9597.

[6] Stemler, S. (2001), “An Overview of Content Analysis,” Yale University, Practical Assessment, Research and Evaluation, 7(17), June 2001.

[7] Şimşek, H., Yıldırım, A. (2011), “Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri,” Ankara: Seçkin Yayıncılık.

[8] Kılıç, D., Keleş, Ö., Uzun, N. (2015), “Fen bilimleri öğretmenlerinin laboratuvar kullanımına yönelik öz-yeterlik inançları, laboratuvar uygulamaları programının etkisi,” Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 17-1.

[9] Dervişoğlu, S., Acarlı, D. S. (2018), “Biyoloji öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerileri ve biyoloji laboratuvarına yönelik tutumları, öz-yeterlikleri, özgüvenleri,” Bilim, Eğitim, Sanat ve Teknoloji Dergisi (BEST Dergi), 2(2), 86-92.

[10] Kaya, H., Büyük, U., (2011), “Fen bilimleri öğretmenlerinin laboratuvar çalışmalarına yönelik yeterlikleri,” Erciyes üniversitesi Fen bilimleri enstitüsü dergisi 27(1), 126-134.

[11] Gerçek, C., Soran, H. (2005), “Öğretmenlerin biyoloji öğretiminde deneysel yöntem kullanma durumlarının belirlenmesi,” Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 29, 95-102.

[12] Doğan, S., Sezek, F., Yalçın, M., Kıvrak, E., Usta, Y., Ataman, Y. A. (2003), “Atatürk Üniversitesi biyoloji öğrencilerinin laboratuvar çalışmalarına ilişkin tutumları,” Erzincan Eğitim Fakültesi Dergisi, cilt-sayı: 5-2, 2003.

[13] Köseoğlu, P., Soran, H. (2004), “Biyoloji öğretmenlerinin araç-gereç kullanım yeterliliklerine ilişkin görüşleri,” Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 27, 189-195.

[14] Yenice, N., Balım, A. G., Aydın, G. (2008), “Biyoloji öğretmenlerinin laboratuvar dersine yönelik tutumları ve teknolojik yenilikleri izleme eğilimleri,” Kastamonu Eğitim Dergisi, 16(2), 469-484.

[15] Yıldız, E., Aydoğdu, B., Akpınar, E. & Ergin, Ö. (2006, Nisan), “Fen bilgisi öğretmenlerinin fen deneylerine yönelik tutumları,” 6. Uluslararası Eğitim Teknolojileri Konferansı’nda sunulmuş bildiri, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

[16] Demir, S., Büyük, U., Koç, A. (2011), “Fen ve teknoloji dersi öğretmenlerinin laboratuvar şartları ve kullanımına ilişkin görüşleri ile teknolojik yenilikleri izleme eğilimleri,” Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 7(2), 66-79

**ÇANAKKALE İLİNDE TARIMDA SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK VE İYİ TARIM
UYGULAMALARI**

Öğr. Gör. Dr. Damla ÖZSAYIN
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Özet

Nüfus artışı, teknoloji ve kırsal alandaki gelişmeler tarımsal ürünlere yönelik beklentileri değiştirmiştir. Bu durum sadece verim artışını değil, aynı zamanda insan sağlığını ve çevreyi korumayı amaçlayan sürdürülebilir tarım sistemlerinin önemini de arttırmıştır. Sürdürülebilir tarım sistemlerinden biri olan iyi tarım uygulamaları, Türkiye’de 2007 yılında başlamış olup özellikle 2013 yılından sonra büyük bir gelişme göstermiştir. Tarımsal açıdan ve ürün çeşitliliği bakımından önemli bir yere sahip olan Çanakkale ili, iyi tarım uygulamaları bakımından da kendini göstermiştir. Bu çalışmada; Çanakkale ilindeki iyi tarım uygulamaları, ekonomik ve sosyal yönleriyle değerlendirilmiştir. Çanakkale ili üretim alanı bakımından iyi tarım uygulamalarında ilk 10 il arasında yer almaktadır. İldeki üretim alanının, 2008 yılından 2019 yılına gelindiğinde yaklaşık 149 kat artışı belirlenmiştir. Buna paralel olarak üretici sayısı da artmıştır. Sonuç olarak, iyi tarım uygulamalarının sürdürülebilirliği açısından bu ürünlere olan talebin artırılması ve işletmeler arasındaki rekabeti arttıracak bir pazarlama stratejisinin belirlenmesi önemlidir.

Anahtar Kelimeler: Çanakkale, İyi Tarım Uygulamaları, Sürdürülebilir Tarım

**SUSTAINABILITY IN AGRICULTURE AND GOOD AGRICULTURAL
PRACTICES IN ÇANAKKALE PROVINCE****Abstract**

Population growth, technology and rural developments have changed expectations for agricultural products. This situation has also increased the importance of sustainable agriculture systems that aim not only to increase in productivity but also to the protection of human health and the environment. Good agricultural practices, which is one of the sustainable agriculture systems, started in 2007 in Turkey. This practice has showed a remarkable development, especially since 2013. Çanakkale province, where has an important place in terms of agricultural and diversity of product, showed itself in terms of good agricultural practices. In this study, good agricultural practices in Çanakkale province were evaluated in terms of economic and social aspects. Çanakkale province are among the first ten provinces in good agricultural practices in terms of production area. From 2008 to 2019, the production area in good agricultural practices in the province increased by 149 times. Concordantly, the number of producer has been raised. As a result, it is an important to increasing the demand for these product in terms of the sustainability of good agricultural practices and to identify of a marketing strategy that will increase competition among farms.

Keywords: Çanakkale, Good Agricultural Practices, Sustainable Agriculture

1. GİRİŞ

Dünya nüfusunun artışıyla birlikte gıda ürünlerine olan talepte artmıştır. Bu talebe ilişkin ihtiyaçların karşılanması aşamasında ise yoğun girdi kullanımını olan tarımsal uygulamalar önem kazanmıştır. Bu durum, konvansiyonel tarım olarak ifade edilen üretim şeklinin yaygınlaştırılmasını sağlamıştır. Konvansiyonel tarım, sürdürülebilir bir tarımsal uygulama şekli olarak 2000'li yılların başına kadar önemini korumuştur. Ancak, bu tarımsal uygulamanın çevre üzerindeki olumsuz etkilerinin gündeme gelmesiyle, topraktan başlayarak üretimin her aşamasının kontrol edildiği sürdürülebilir tarım anlayışına yönelimler başlamıştır [1, 2]. Sürdürülebilir tarım, insan sağlığı ve çevreyi korumanın yanın da teknolojinin dengeli kullanılmasını da sağlayan sistemler bütünü olarak ifade edilmektedir. Sürdürülebilir tarım sistemlerinden biri olan iyi tarım uygulamalarında, kimyasal girdi kullanımını olmakla birlikte bu uygulama insan sağlığına ve çevreye zarar vermeyecek şekilde gerçekleştirilmektedir [3, 2, 4]. Bu bağlamda, sürdürülebilir tarım sistemlerinden biri olan iyi tarım uygulamaları her geçen gün önemini arttırmaktadır.

Türkiye'de 2007 yılında başlayan iyi tarım uygulamalarında özellikle 2013 yılından sonra üretici sayısı ve üretim alanı bakımından önemli gelişmeler yaşanmıştır. İyi tarım uygulamalarının yapıldığı il sayısı 2007 yılında 18 iken bu sayı 2019 yılında 66'ya yükselmiştir [5]. Türkiye'de tarımsal üretim miktarı ve değeri bakımından bazı ürünlerde (zeytin, şeftali ve domates) Çanakkale ili ön plana çıkmaktadır [6, 7]. Ürün çeşitliliği ve tarımsal üretim açısından önemli bir konuma sahip olan Çanakkale, iyi tarım uygulamalarında da kendini göstermiştir [8]. İyi tarım uygulamalarında Çanakkale'nin bu stratejik konumu ve önemi nedeniyle; bu çalışmada araştırma alanı olarak Çanakkale ilinin seçilmesine karar verilmiştir.

İyi tarım uygulamaları konusunda yerli ve yabancı literatür sayısı gün geçtikçe artmaktadır. Bu çalışmalarda, iyi tarım uygulamaları ekonomik, sosyal ve çevresel yönden, uygulanan politikalar açısından ve çiftçilerin tutum ve davranışları bakımından değerlendirilmiştir [1, 4, 6, 9, 10, 11]. Çanakkale ilinde ise iyi tarım uygulamaları konusunda yürütülen çok az sayıda çalışmaya rastlanılmıştır [12, 13, 14]. Bu nedenle, Çanakkale'deki iyi tarım uygulamalarının ekonomik ve sosyal yönden incelenmesinin önemli olduğu düşünülmektedir.

Bu çalışmada, Çanakkale ilinde sürdürülebilir tarım açısından iyi tarım uygulamalarının gelişimi, daha önce yürütülmüş olan bazı çalışmalar ile ilgili kurumlardan elde edilen verilere dayanarak ekonomik ve sosyal yönleriyle değerlendirilmiştir. Araştırmadan elde edilen bulguların il ekonomisine ve ildeki iyi tarım uygulamalarının geliştirilmesine katkı sağlaması beklenmektedir.

2. İYİ TARIM UYGULAMALARI

İyi tarım uygulamaları kavramı, son yıllarda hızlı gelişen ve küreselleşen gıda ekonomisi ve bu kavrama ilişkin ortaya çıkan endişeler sonucunda; orta ve uzun

vadede gıda güvenliği, gıda kalitesi, üretim etkinliği ve çevresel kazanımların belirli hedeflerini karşılayan gıda işleme ve perakende sanayi, çiftçiler, tarım işçileri ve tüketicilerin gıda üretimi, kalitesi ile tarımın çevresel sürdürülebilirliği hakkındaki taahhütleri neticesinde ortaya çıkmıştır [4, 15].

Türkiye'de iyi tarım uygulamalarına yönelik ilk yasal düzenleme, "İyi Tarım Uygulamalarına İlişkin Yönetmelik" adı altında 8 Eylül 2004 tarihinde ve 25577 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. İlgili yönetmelikte iyi tarım uygulamaları, "tarımsal üretim sisteminin sosyal açıdan yaşanabilir, ekonomik açıdan kârlı ve verimli, insan sağlığını koruyan, hayvan sağlık ve refahı ile çevreye önem veren bir hale getirmek için uygulanması gereken işlemler" olarak tanımlanmaktadır. İyi tarım uygulamalarının amacı; insan ve hayvan sağlığına zarar vermeyen, çevre dostu tarımsal bir üretimin benimsendiği, tarımda izlenebilirlik ve sürdürülebilirliğin sağlandığı, doğal kaynakların korunmasının ve gıda güvenliğinin amaçlandığı bir üretim modeli için gerekli olan usul ve esasları düzenlemektir [16].

Çanakkale ilinde, iyi tarım uygulamaları 07 Aralık 2010 tarih ve 27778 sayılı "İyi Tarım Uygulamaları Hakkında Yönetmelik" kapsamında yürütülmektedir [17]. İldeki çiftçileri iyi tarım uygulamalarına teşvik etmek ve bu faaliyetin yaygınlaştırılmasını sağlamak amacıyla, çevre, insan ve hayvan sağlığına zarar vermeyen bir tarımsal üretimin yapılması, doğal kaynakların korunması, tarımda izlenebilirlik ve sürdürülebilirlik ile güvenilir gıda arzının sağlanmasına yönelik tebliğ uyarınca 2009 yılından itibaren iyi tarım uygulamalarına yönelik destek ödemeleri yapılmaktadır. Ayrıca, toprak ve su kalitesinin korunması, doğal kaynakların sürdürülebilirliği, erozyonun önlenmesi ve tarımın olumsuz etkilerinin azaltılması amacıyla uygulanan Çevre Amaçlı Tarımsal Arazilerin Korunması Programı (ÇATAK) kapsamında da iyi tarım uygulamalarına destekleme ödemesi yapılmaktadır [8].

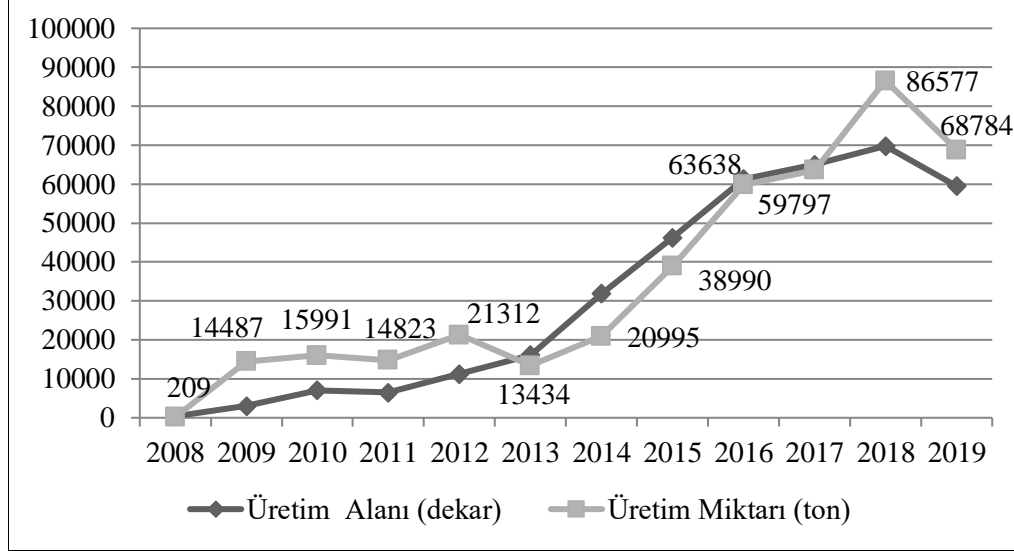
3. İYİ TARIM UYGULAMALARININ SÜRDÜRÜLEBİLİR TARIM AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

3.1. İyi Tarım Uygulamalarını Ekonomik Açıdan Değerlendirme

Çanakkale ilinin temel geçim kaynağı, tarım ve hayvancılık faaliyetlerinden oluşmaktadır. Ayrıca, il ekonomisinde hammaddesi tarımsal ürünler olan tarıma dayalı sanayinin de önemli rolü bulunmaktadır. İldeki aktif nüfusun %33'ü tarım sektöründe istihdam etmektedir. Çanakkale'de, tarımsal üretim faaliyetleri ağırlıklı olarak geleneksel yöntemler ile sürdürülmektedir. Bu yöntemlerin yanısıra alternatif tarımsal üretim yöntemlerinden biri olan iyi tarım uygulamalarının da artan bir ivme ile tarımsal üretim faaliyetleri içerisindeki önemini koruduğu söylenebilir.

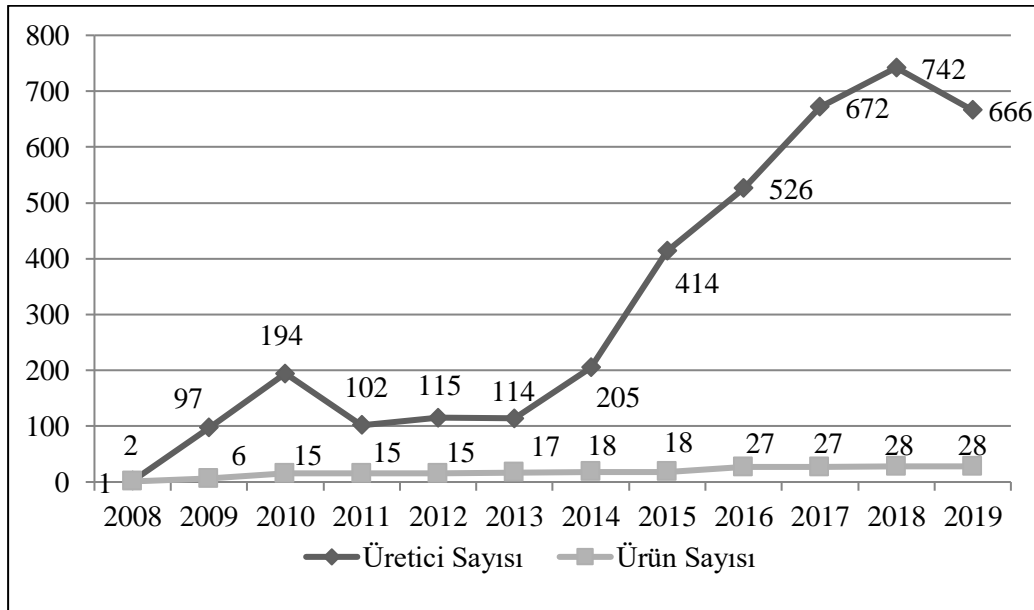
Çanakkale'de iyi tarım uygulamaları üretici sayısı ve üretim alanındaki artışa bağlı olarak son yıllarda büyük gelişme göstermiştir. Çanakkale, üretim alanı bakımından iyi tarım uygulamalarında ilk 10 il arasında yer almaktadır. İldeki iyi tarım uygulamalarında, özellikle 2013 yılından sonra üretici sayısı ve üretim alanı bakımından önemli gelişmeler yaşanmıştır. Çanakkale ilinde, 2008 yılında 2 üretici ile 396 dekar alanda başlatılan iyi tarım uygulamaları 2019 yılına gelindiğinde 666

üreticiye ve 59 501 dekar alana ulaşmıştır [8]. 2019 yılında iyi tarım uygulamaları yapılan üretim alanı, 2008 yılına göre yaklaşık 149 kat artış göstermiştir. İyi tarım uygulamalarında yetiştirilen ürünler bakımından toplam üretim miktarı, 2019 yılında 68 709 ton olarak belirlenmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Yıllar İtibariyle Üretim Alanı ve Üretim Miktarları

İlde, yıllar itibariyle ürün sayısında da artışlar olmuştur. 2008 yılında sadece tek ürün olan kiraz ile başlanılan iyi tarım uygulamaları, 2019 yılına gelindiğinde şeftali, zeytin, mısır, nektarin, elma gibi ürünler başta olmak üzere toplamda 28 farklı ürün ile devam etmiştir (Şekil 2). Ayrıca, 1 üretici 1047 büyükbaş hayvan ile 15 668 ton süt sertifikasına sahiptir [8].



Şekil 2. Yıllar İtibariyle Üretici Sayısı ve Ürün Sayısı

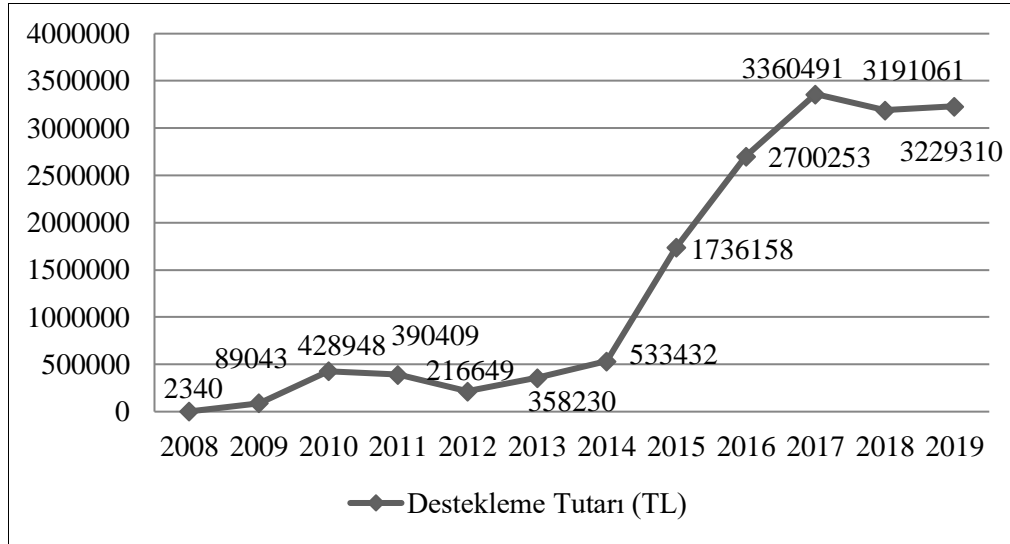
İldeki iyi tarım uygulamaları kapsamında; 2019 yılı itibariyle üretim miktarları bakımından öne çıkan ilçeler sıralandığında, en fazla üretim miktarına sahip olan ilçenin Ezine olduğu bu ilçeyi ise Çanakkale Merkez, Bayramiç, Ayvacık, Gelibolu ve Biga'nın izlediği görülmektedir. Üretici sayısının en fazla olduğu ilçeler ise Ezine, Bayramiç ve Ayvacık olarak belirlenmiştir (Çizelge 1). İyi tarım uygulamalarının 2008 yılında gündeme gelmesi ile Ezine, Biga, Eceabat, Gelibolu, Bayramiç, Çan, Ayvacık ve Merkez ilçelerinde yaklaşık 16 000 bin dekarlık alanda yaş meyve ve sebze üretimi için iyi tarım uygulaması sertifikası alınmıştır [8].

Çanakkale ili tarımında, son yıllardaki büyüme potansiyeli ile birlikte özellikle iyi tarım uygulamalarındaki gelişmeler bitkisel üretime ivme kazandırmış ve bunun sonucu olarak da pazara daha nitelikli, izlenebilirliği ve güvenilirliği olan ürünlerin sunulmasına olanak sağlamıştır. Ayrıca, iyi tarım uygulamalarındaki bu gelişmelere bağlı olarak bu faaliyet alanı ile ilgili çiftçilere verilen destek ve teşviklerin artırılması ve onların iyi tarım konusundaki teknolojik gelişmelerden haberdar olmalarına yönelik bilgilendirme toplantılarının yapılmasının iyi tarım uygulamalarının gelişimine ve sürdürülebilirliğine önemli katkılar sağlaması beklenmektedir.

Çizelge 1. İyi Tarım Uygulamalarının İlçelere Göre Dağılımı

İlçeler	Üretici Sayısı	Alan (dekar)	Üretim Miktarı (Ton)	Ürünler
Ezine	315	24158	26977	Ayva, Badem, Ceviz, Elma, Erik, Kayısı, Kiraz, Nar, Sarımsak, Şeftali, Üzüm, Zeytin, Süt
Merkez	48	10418	22062	Zeytin, Armut, Ayva, Biber, Buğday, Ceviz, Domates, Elma, Erik, Fasulye, Kabak, Karpuz, Kavun, Kayısı, Kiraz, Muşmula, Nektarin, Patlıcan, Şeftali, T.Hurması, Üzüm, Zeytin
Bayramiç	134	5998	4356	Zeytin, Elma, Kiraz, Nektarin, Şeftali, Üzüm, Ceviz
Ayvacık	110	7583	3908	Zeytin, Elma, A.fıstığı, Ceviz, Badem, Nektarin, Şeftali
Gelibolu	9	4053	3077	Çeltik, Armut, Badem, Ceviz, Üzüm
Biga	16	954	2801	Ceviz, Zeytin, Domates, Karpuz, Nektarin, Şeftali, Mantar (Kültür, İstiridye)
Eceabat	20	4509	2194	Armut, Ayva, Badem, Domates, Elma, Erik, Kayısı, Kiraz, Nektarin, Şeftali, Üzüm, Zeytin
Çan	1	44	1315	Domates (Örtüaltı)
Lapseki	4	755	1243	Erik, Şeftali, Elma, Nektarin
Bozcaada	7	685	684	Üzüm, Zeytin
Yenice	2	345	92	Ceviz, Zeytin
Toplam	666	59501	68709	28 farklı ürün

Bitkisel üretim desteklemeleri kapsamında, iyi tarım uygulamalarına 2008 yılında verilen destek miktarı 2 340 TL iken bu miktar 2019 yılında 3 229 310 TL'dir (Şekil 3). İyi tarım uygulamalarında Eceabat ilçesi ve köylerinde 2009 yılından beri uygulanmakta olan çevre amaçlı tarımsal arazilerini koruma (ÇATAK) programı 2014 yılında sonlandırılmıştır. 2015 yılından itibaren Çanakkale Merkez, Bayramiç, Biga, Ezine ve Lapseki ilçelerinde yürütülen ÇATAK programına 2017 yılından itibaren Ayvacık, Bozcaada, Çan, Gelibolu ve Yenice ilçeleri de dahil olmuştur. 2018 yılında ise Ezine ilçesi ÇATAK programını tamamlayarak 2019 yılında bu programında yer almamıştır. 2019 yılında ise programa yeni başvuru alınmayarak, daha önceki yıllardan sözleşmesi devam eden üreticiler ile programa devam edilmiştir. Tarım ve Orman Bakanlığı ile Çanakkale İl Özel İdaresi tarafından desteklenen iyi tarım uygulamalarının yaygınlaştırılması ve kontrolü projesi kapsamında 2019 yılı içerisinde toplam 30 694 dekar alanda bitkisel üretim yapan 465 üreticiyle 25 farklı tür ürün için proje yürütülmüştür [8].



Şekil 3. İyi Tarım Uygulamalarına Verilen Desteklemeler

3.2. İyi Tarım Uygulamalarını Sosyal Açıdan Değerlendirme

Sürdürülebilirliğin sosyal boyutu, sosyal ve kültürel sistemlerin devamlılığının sağlanmasında önemli rol oynamaktadır. Bu kavram; eğitim, sağlık, barınma, istihdam, gıda ve giyim gibi çeşitli konuları kapsamaktadır [18, 19]. Tarımda sosyal sürdürülebilirlik kavramı ise bireylere yönelik bir gelişmenin sağlanmasına ve bunun sonucu olarak da kırsal alanda yaşayan bireylerin de refah düzeylerinin arttırılmasına yönelik yaklaşımlara dayanmaktadır [4]. Sosyal sürdürülebilirlik, çiftçi ve ailesi ile ilgili sosyal sürdürülebilirlik ve toplumsal sürdürülebilirlik olmak üzere iki düzeyde incelenmiştir. Çiftçi ve ailesi ile ilgili sosyal sürdürülebilirlik, çiftçi ve ailesinin yaşam kalitesi, fiziksel ve psikolojik refah düzeyine ilişkin durumlarla ilgili olan içsel sosyal hedefleri kapsarken toplumsal sürdürülebilirlik, sürekli değişim gösteren değer ve kaygılara bağlı olarak toplumun talepleriyle ilgili dışsal sosyal hedefleri kapsamaktadır [20, 21].

İyi tarım uygulamaları kırsal alandaki istihdamı arttırarak, kırsal alandaki göçün azaltılması ve kırsal alanda yaşayan nüfusun yaşam koşullarının iyileştirilmesi gibi sosyal faydalar sağlamaktadır. Bu durumdan hareketle, iyi tarım uygulamalarının Çanakkale'de yaşayan kırsal nüfusa ve kırsal kalkınmaya sosyal yönden faydaları bulunmaktadır. Bu faydalar ise aşağıdaki gibi açıklanabilir.

Kırsal alandaki istihdamın arttırılması: İyi tarım uygulamaları kapsamında yapılan tarımın kontrollü olması ve belirli kurallar çerçevesinde gerçekleştirilme zorunluluğunun bulunması gibi nedenlerden dolayı işgücüne olan talebi de arttırmaktadır. İyi tarım uygulamalarında, tarımsal faaliyete yönelik yapılan bazı işlerde ve ürünlerin satış aşamasına getirilmesinde el emeğine ihtiyaç duyulması nedeniyle işletmelerin daha fazla işgücüne ihtiyacı bulunmaktadır. Bu nedenle; bu faaliyetlerin yerine getirilmesinde erkek işgücünün yanısıra kadın işgücüne de ihtiyaç duyulmaktadır. Bu durumdan hareketle; Çanakkale'deki iyi tarım uygulamalarının arttırılmasına yönelik yapılacak olan uygulama, destekleme ve teşviklerin, ilin kırsal alanındaki istihdam olanaklarını ve kadın istihdamını arttırmada önemli katkılar sağlayacağı ifade edilebilir. Ayrıca, iyi tarım ürünlerinden sağlanacak verim ve değer artışının el emeğine yansması, küçük aile işletmelerinin de bu üretim faaliyetine devam etmesine imkân sağlayacaktır.

Yerel organik pazar ve marketlerin gelişimi: Organik ürünlerin pazarlanmasında olduğu gibi iyi tarım ürünlerinin de tüketicilere ulaştırılmasında kullanılan pazarlama kanalları arasında yerel organik pazar ve marketler bulunmaktadır. Bu pazar ve marketler sayesinde ise çiftçiler, ürünlerini satarken hem araçların etkisini ortadan kaldırmakta hem de ürün satışlarında tüketiciler ile birebir iletişim kurma imkânı sağladığı için onların sosyal ilişkilerinin gelişiminde de etkili olmaktadır. Bu pazar ve marketler, üretici ve tüketici arasındaki bilgiyi yaymakta ve yerel kültürleri koruyarak dünya çapında yerel farklar yaratma imkânı da tanımaktadır. Tarımsal ürünlerin tat, lezzet ve dayanıklılık gibi ticari değerlerine sosyal, kültürel ve ekolojik değerler de eklenmektedir [4, 22]. İyi tarım uygulamalarının önemli potansiyele sahip olduğu Çanakkale ilinde, sertifikalı ürünlerin satışının yapıldığı pazar ve marketlerin sayısı üretilen ürünlerin üretim potansiyeline ve tüketicilerin taleplerine bağlı olarak gün geçtikçe artmaktadır. Bu durum, hem üretici ve tüketici arasındaki sosyal iletişimi kuvvetlendirmekte hem de ürün satış fiyatlarına etkisi olan aracı sayısının azalmasını olumlu yönde etkilemektedir. Bu nedenle; ildeki iyi tarım uygulamalı sertifikalı ürünlerin satışı için pazar ve marketlerin yaygınlaştırılmasının üretilen ürünlerin daha geniş kitlelere tanıtılmasında etkili olması ve kırsal kalkınmaya da önemli katkılar sağlaması beklenmektedir.

Ekoturizm olanaklarının geliştirilmesi: Eko-turizm, doğal çevre ile turizm faaliyetlerini bağdaştıran, çevrenin olumsuz etkilenmesi konusundaki

sorumluluk güdüsü ile hareket etme esasına dayalı olan bir turizm faaliyetidir. Ekoturizm, yörenin doğal, sosyal ve çevresel kapasitesini arttıracak ve yerel halkın geçimine katkı sağlayacak şekilde gelişmelerini etkileyecek yeteneğe sahiptir. Ayrıca, ekoturizm, iyi tarım uygulamaları yapan işletmeler vasıtası ile kırsal hayatın daha geniş kitlelere tanıtılmasına fırsat vermektedir [23, 24]. Çanakkale sahip olduğu doğal güzellikleri, zengin bitki örtüsü ve elverişli iklim koşulları ile ekoturizm potansiyeli yüksek iller arasında yer almakta olup ilin tarım ve çiftlik turizmi gibi pek çok alanda ekoturizm imkânı bulunmaktadır. Özellikle, 2013 yılından sonra ilde hızla bir şekilde yaygınlaşan iyi tarım uygulamaları sonucunda kaliteli ve doğal tarım ürünlerinin elde edilmesi ile sağlıklı beslenme konsepti dikkat çekmektedir. Ayrıca; Ezine Peyniri, Bayramiç Beyazı ve Bayramiç Elması gibi coğrafi işaret ile tescillenmiş Çanakkale'ye ait yöresel tatlar ildeki ekoturizmin gelişmesine katkı sağlamaktadır [25]. Ekoturizmin en bariz örneklerinden biri olan İtalya'da, ekoturizm yapan işletmelere ziyarete gelenler, işletmelerde yemek yiyebilmekte, konaklayabilmekte, tarım faaliyetlerine katılabilmekte ve geleneksel el sanatları atölyelerinde çalışma imkânı bulabilmektedir [26]. Ekoturizm konusunda İtalya örneğine benzer işletmelerin, iyi tarım uygulamaları bakımından önemli potansiyele sahip Çanakkale ili ve ilçelerinde de yaygınlaştırılmasının kır ve kent arasındaki kültür değişimine ve iyi tarım uygulamaları yapan işletmelerin de sürdürülebilir üretim yapma eğilimlerine önemli katkılar sağlaması beklenmektedir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, Çanakkale ilindeki iyi tarım uygulamaları ekonomik ve sosyal yönleriyle değerlendirilmiştir. İldeki iyi tarım uygulamaları, özellikle 2013 yılından sonra artma eğilimi göstermiş ve buna bağlı olarak da sertifikalı ürün satışı yapan pazar ve marketlerin sayısı da giderek artma eğilimi göstermiştir. Bu nedenle; iyi tarım uygulamaları kapsamında çiftçilere verilen destek ve teşviklerin arttırılmasının ve onların iyi tarım uygulamaları konusundaki yeniliklerden haberdar olmalarına yönelik bilgilendirme toplantılarının yapılmasının iyi tarım uygulamalarının sürdürülebilirliğinde önemli katkılar sağlaması beklenmektedir. Tarımsal üretim faaliyetinin önemli olduğu Çanakkale'de, iyi tarım uygulamalarının arttırılmasının küçük aile işletmelerinin sürdürülebilirliği ve kadın işgücü istihdamının arttırılmasına olumlu etkilerinin olması beklenmektedir. İldeki iyi tarım uygulamalı sertifikalı ürünlerin satışı için pazar ve marketlerin yaygınlaştırılmasının bu ürünlerin daha geniş kitlelere tanıtılması açısından önem arz etmektedir. Ayrıca, iyi tarım uygulamaları kapsamında üretilen ürünlerin yanısıra Çanakkale'ye ait coğrafi işaret ile tescillenmiş ürün sayısının arttırılmasının ildeki ekoturizm faaliyetlerinin geliştirilmesine önemli katkılar sağlaması beklenmektedir.

KAYNAKLAR

[1] Hasdemir, M., "Kiraz Yetiştiriciliğinde İyi Tarım Uygulamalarının Benimsenmesini Etkileyen Faktörlerin Analizi". Doktora tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye 2011.

- [2] Aydın Eryılmaz, G. ve Kılıç, O., (2018), "Türkiye’de Sürdürülebilir Tarım ve İyi Tarım Uygulamaları", KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi, 21:624-631.
- [3] Hess, C. E., (1991), The U.S. Department of Agriculture Commitment to Sustainable Agriculture; Sustainable Agriculture Research and Education in the Field; A Proceedings, National Academy Press, Washington.
- [4] Aydın Eryılmaz, G, Kılıç, O. ve Boz, İ., (2019), "Türkiye’de Organik Tarım ve İyi Tarım Uygulamalarının Ekonomik, Sosyal ve Çevresel Sürdürülebilirlik Açısından Değerlendirilmesi", YYU Tarım Bilimleri Dergisi, 29:352-361.
- [5] Anonim, (2019a), Bitkisel Üretim İstatistikleri, Tarım ve Orman Bakanlığı Veri Kayıtları, ([https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Iyi TarimUygulamaları/Istatistikler](https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Iyi-TarimUygulamaları/Istatistikler), Erişim Tarihi: 16/05/2020).
- [6] Aba, G. Ö. ve Işın, Ş., (2014), "Dünyada ve Türkiye’de İyi Tarım Uygulamalarının Gelişimi", XI Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi, 3-5 Eylül, Samsun.
- [7] Semerci, A., (2019), "Çanakkale İlinde Tarım Sektörünün Genel Yapısı", ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 16(1):113-121.
- [8] Anonim, (2019b), Tarım ve Orman Bakanlığı Çanakkale İl Müdürlüğü 2019 Yılı Brifing Raporu, (<https://canakkale.tarim.gov.tr/Menu/13/Brifingler>, Erişim Tarihi: 22/05/2020).
- [9] Ataseven, Y., (2014), "Türkiye’de İyi Tarım Uygulamalarına Yönelik Politikadaki Gelişmeler", XI. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi, 3-5 Eylül, Samsun.
- [10] Marine, S. C., Martin, D.A., Adalja, A., Mathew, S., Everts, K.L., (2016), "Effect of Market Channel, Farm Scale, and Years in Production on Mid-Atlantic Vegetable Producers' Knowledge and Implementation of Good Agricultural Practices", Food Control, 59: 128-138.
- [11] Amekawa, Y., Chuan, N. C., Lumayag, L. A., Tan, G. H., Wong, C. S., Abdulrauf, L. B., Tan, H. B., Tai, W. X., Tan, S. M., Liu, C. H., ve Chee, J. L., (2017), "Producers’ Perceptions of Public Good Agricultural Practices and Their Pesticide Use: The Case of MyGAP for Durian Farming in Pahang, Malaysia", Asian Journal of Agriculture and Rural Development, 7:1-16.
- [12] Aktürk, D., Savran, F., ve Niyaz, Ö. C., (2014), "Tarımda Konvansiyonel Üretim ile İyi Tarım Uygulamalarının Karşılaştırılması: Çanakkale İlinde Şeftali ve Kiraz Örneği", XI. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi, 3-5 Eylül, Samsun.
- [13] Aydın, B., Özkan, E., Aktürk, D., Kiracı, M. A., ve Hurma, H., (2016), "İyi Tarım Uygulamalarına Yönelik Üretici Görüşlerinin Ekolojik Açısından Değerlendirilmesi (Kırklareli, Edirne, Tekirdağ ve Çanakkale İlleri Örneği)", Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9:12-25.
- [14] Aydın, B. ve Aktürk D., (2018), "Farmers’ Approaches to Good Agricultural Practices and Adoption and Application Levels of Agricultural

Innovations in Çanakkale Province", *International Journal of Crop Science and Technology*, 4:1-12.

[15] İçel, C. D., (2007), "Avrupa Birliği Ülkelerinde İyi Tarım Uygulamaları ve Türkiye ile Karşılaştırılması (AB Uzmanlık Tezi)", T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Dış İlişkiler ve Avrupa Birliği Koordinasyon Dairesi Başkanlığı, Ankara, Türkiye.

[16] Resmi Gazete, (2004), İyi Tarım Uygulamalarına İlişkin Yönetmelik, 08.09.2004 tarih ve 25577 sayılı Resmi Gazete.

[17] Resmi Gazete, (2010), İyi Tarım Uygulamalarına İlişkin Yönetmelik, 07.12.2010 tarih ve 27778 sayılı Resmi Gazete.

[18] McKenzie, S., (2004), "Social Sustainability: Towards Some Definitions, Australia" Hawke Research Institute Paper Series, (27): 255-266.

[19] Akgül, U., (2010), "Sürdürülebilir Kalkınma: Uygulamalı Antropolojinin Eylem Alanı", Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih Coğrafya Fakültesi Antropoloji Dergisi, 24:133-164.

[20] Van Cauwenbergh, N., Biala, K., Biolders, C., Brouckaert, V., Franchois, L., Garcia Ciudad, V., Hermy, M., Mathijs, E., Muys, B., Reijnders, J., Sauvenier, X., Valckx, J., Vanclooster, M., Van der Veken, B., Wauters, E., Peeters, A., (2007), "SAFE A Hierarchical Framework for Assessing the Sustainability of Agricultural Systems", *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 120:229-242.

[21] Lebacqz, T., Baret, P. V., ve Stilmant, D., (2013), Sustainability Indicators for Livestock Farming. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 33: 311-327.

[22] Boz, İ., ve Rasulov, A., (2018), "The Effects of Local Bazaars on Marketing of Organic Products: The Cases of Turkey and Uzbekistan". *Development of Organic Agriculture in Central Asia: Proceedings of the International Conference, 22-24 August, Tashkent & Samarkand, Uzbekistan.*

[23] Kaypak, Ş., (2010), "Ekolojik Turizmin Sürdürülebilirliği", *Alanya İşletme Fakültesi Dergisi*, 2:93-114.

[24] Boz, İ., Kılıç, O., ve Kaynakçı, C., (2018), "Rural Tourism Contributions to Rural Development in the Eastern Black Sea Region of Turkey", *International Journal of Scientific Research and Management*, 6:114-120.

[25] GMKA, 2016, "Çanakkale Turizm Rehberi", Güney Marmara Kalkınma Ajansı, 45s.

[26] D'Amario, A., Marzoli, F., Martino, F., ve Morettini, M., (2005), *Social Aspect of Organic Farming, Choosing Papers on Organic Farming, 4th ENAOS Summer Meeting.*

**PAMUK (*Gossypium hirsutum* L.)’TA FARKLI LOKASYON VE
GENOTİPLERE AİT LİF ÖRNEKLERİNİN TEKNOLOJİK
ÖZELLİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

Ali Rahmi KAYA
Cemalettin Sefa AYKAÇ
Fatma Zehra SARI
Şengül BOZKURT
Ahmet Tolga KARATAŞ
Nurhan COŞKUN
Zehra Simge CANLI
Şeref Anıl GÖK
Hatice Kübra ERDÖNMEZ
Yeter ENGİZEK

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Özet

Bu çalışma, 2019 yılında üç farklı lokasyondan (Aydın, Diyarbakır ve Şanlıurfa) temin edilen dört upland grubu pamuk genotipinin (Lodos, Özaltın 112 ve Karayel çeşitleri ve Meltem hattı) lif örneklerinin teknolojik özelliklerini karşılaştırmak amacıyla yürütülmüştür. Genotipler Özaltın Tarım İşletmeleri A.Ş tarafından geliştirilmiş, pamuklara ait numuneler aynı firmaya ait laboratuvarlarda analiz edilmiştir. Lokasyon ve genotiplere ait upland grubu pamuk numunelerinin iplik eğirme istikrar indeksi, lif inceliği, lif uzunluğu, lif üniformitesi, lif mukavemeti, kısa lif oranı, lif elastikiyeti, parlaklık derecesi, lifte nem miktarı, lifte sarılık, yabancı madde miktarı ve yabancı madde alanı gibi teknolojik özellikleri incelenmiştir. İplik eğirme istikrar indeksinin bütün ortalamaları ve kısa lif oranının lokasyon ortalaması dışındaki pamuk lif örneklerine ait tüm teknolojik özelliklerde; lokasyon, genotip ve lokasyon x genotip etkileşimini ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak $P < 0.01$ ve $P < 0.05$ düzeylerinde önemli bulunmuştur. Araştırmada, **Şanlıurfa** lokasyonundan temin edilen upland grubu pamuklarının lif inceliği, lif üniformitesi, lifte sarılık, yabancı madde miktarı ve yabancı madde alanı gibi incelenen özellikler en yüksek bulunmuştur. **Diyarbakır** lokasyonundan temin edilen upland grubu pamuklarının lif uzunluğu, lif üniformitesi, lif elastikiyeti, parlaklık derecesi, lifte sarılık, yabancı madde miktarı ve yabancı madde alanı gibi incelenen özellikler en yüksek bulunmuştur. **Aydın** lokasyonundan temin edilen upland grubu pamuklarının lif mukavemeti, lif elastikiyeti ve lifte nem miktarı gibi incelenen özellikler en yüksek bulunmuştur. Aydın lokasyonunda lif mukavemeti, lif elastikiyeti, parlaklık derecesi ve lifte nem miktarı dışındaki incelenen tüm özellikler en düşük bulunmuştur. Genotipler içerisinde, **Lodos** çeşidinde lif üniformitesi, lif elastikiyeti, parlaklık derecesi, lifte sarılık, yabancı madde miktarı ve yabancı madde alanı gibi incelenen özellikler en yüksek bulunmuştur. **Özaltın 112** çeşidinde lif uzunluğu, lif üniformitesi, lif mukavemeti, kısa lif oranı ve yabancı madde miktarı gibi incelenen özellikler en yüksek bulunmuştur. **Karayel** çeşidinde parlaklık derecesi ve lifte nem miktarı gibi incelenen özellikler en yüksek bulunmuştur. **Meltem** hattında ise lif inceliği, lif üniformitesi ve lif mukavemeti gibi incelenen özellikler en yüksek bulunmuştur. Karayel çeşidinde lif uzunluğu, lif üniformitesi, lif mukavemeti, yabancı madde miktarı ve yabancı madde alanı gibi incelenen özellikler en düşük bulunmuştur. Lif uzunluğu açısından 30.60 mm ile Diyarbakır lokasyonu, 31.64 mm

ile Özaltın 112 çeşidi, 32.29 ve 31.98 mm ile de Şanlıurfa x Özaltın 112 ve Diyarbakır x Özaltın 112 interaksiyonları en yüksek değeri vermişlerdir. Lif mukavemeti açısından 31.54 g/tex ile Aydın lokasyonu, Meltem hattı (32.07 g/tex) ve Özaltın 112 çeşidi (32.00 g/tex), Aydın x Meltem interaksiyonu (32.77 g/tex) ve Aydın x Özaltın 112 interaksiyonları (32.40 g/tex) en yüksek değeri vermişlerdir.

Anahtar kelimeler: Genotip, HVI, Lif Teknolojik Özellikleri, Lokasyon, Pamuk (*Gossypium hirsutum* L.)

COMPARISON OF THE FIBER TECHNOLOGICAL CHARACTERISTICS OF DIFFERENT LOCATION AND GENOTYPES OF COTTON (*Gossypium hirsutum* L.)

Abstract

This work was carried out in 2019 to compare the technological properties of fiber samples of four upland group cotton genotypes (Lodos, Özaltın 112 and Karayel varieties and Meltem line in the registration phase), which were obtained from three different locations (Aydın, Diyarbakır and Şanlıurfa). Genotypes were developed by Özaltın Tarım İşletmeleri A.Ş. and samples of cotton were analyzed in the laboratories of the same company. In this study, technological properties of upland group cotton samples of location and genotypes such as yarn spinning stability index, fiber fineness, fiber length, fiber uniformity, fiber strength, short fiber ratio, fiber elongation, reflectancy, amount of moisture in the fiber, yellowness, trash count and trash area were investigated. In all technological properties of cotton fiber samples except all averages of spinning stability index and location average of short fiber ratio; the difference between location, genotype and location x genotype interaction averages were statistically significant at the levels $P < 0.01$ and $P < 0.05$. In the study, the investigated properties such as fiber fineness, fiber uniformity, yellowness, trash count and trash area of the upland group cotton obtained from the Şanlıurfa location were found to be the highest. The investigated properties such as fiber length, fiber uniformity, fiber elongation, reflectancy, yellowness, trash count and trash area were found to be highest. The investigated properties such as fiber strength, fiber elongation and amount of moisture in the fiber of the upland group cottons obtained from Aydın location were the highest. In Aydın location, all properties investigated except fiber strength, fiber elongation, reflectancy and amount of moisture in the fiber, were found to be the lowest. Among the genotypes, the examined properties such as fiber uniformity, fiber elongation, reflectancy, yellowness, trash count and trash area were found to be the highest in the Lodos variety. In Özaltın 112 varieties, the investigated properties such as fiber length, fiber uniformity, fiber strength, short fiber ratio and trash count were found to be the highest. The properties investigated such as reflectancy, amount of moisture in the fiber were found highest in Karayel variety. In Meltem line, the properties examined such as fiber fineness, fiber uniformity and fiber strength were found to be the highest. The investigated properties such as fiber length, fiber uniformity, fiber strength, trash count and trash area were found to be the lowest in Karayel variety. In terms of fiber length, Diyarbakır location with 30.60 mm, Özaltın 112 variety with 31.64 mm, Şanlıurfa x Özaltın 112 and Diyarbakır x Özaltın 112 interactions with the highest value were the highest. In terms of fiber length, Diyarbakır location with 30.60 mm, Özaltın 112 type with 31.64 mm, and the interactions of Şanlıurfa x Özaltın 112 and Diyarbakır x Özaltın 112 with 32.29 and 31.98 mm gave the highest value. In terms of fiber strength, Aydın location with 31.54 g/tex, Meltem line (32.07 g/tex) and Özaltın 112 (32.00 g/tex) variety,

Aydın x Meltem interaction (32.77 g/tex) and Aydın x Özaltın 112 interactions (32.40 g/tex) gave the highest value.

Key words: Cotton (*Gossypium hirsutum* L.), fiber technological characteristics, genotype, HVI, location

1. GİRİŞ

Pamuk, yaygın ve zorunlu kullanım alanıyla insanlık açısından, yarattığı katma değer ve istihdam imkânlarıyla da üretici ülkeler açısından büyük ekonomik öneme sahip bir üründür. İşlenmesi açısından çırçır sanayisinin, lifi ile tekstil sanayisinin, çekirdeği ile yağ ve yem sanayisinin, linteri ile de kâğıt sanayisinin hammaddesi durumundadır. Petrole alternatif olarak pamuğun çekirdeğinden elde edilen yağ, giderek artan miktarda biodizel üretiminde de hammadde olarak kullanılmaktadır. Bunların yanında nüfus artışı ve yaşam standardının yükselmesi, pamuk bitkisine olan talebi de artırmaktadır. Bu yönleriyle pamuğa olan ihtiyaç, tüm dünyada artış göstermekte ve bazı yıllar ekonomik krizden dolayı üretim ve tüketim değerlerinde azalma olsa da, önümüzdeki yıllarda artacağı kaçınılmazdır.

Pamuk, lifinin ağırlıklı olarak tekstil sanayisinde ve çekirdeğinden çıkartılan yağının ise son zamanlarda da artışı ile gıda ve bitkisel yakıt (biyodisel) olarak ta kullanılmasıyla birlikte; yağı alınan çekirdeğinden sonra kalan küspesi hayvan beslenmesinde kullanılmaktadır. Kullanım alanı bu kadar geniş bir endüstri bitkisi olan pamuğun lifinden elde edilen kumaşların insan sağlığı açısından diğer sentetik liflerden daha sağlıklı olduklarını tıp camiası da beyan etmektedir. Dünyada da son zamanlarda pamuktan elde edilen kumaşlarla yapılan tekstil ürünlerine rağbet artmaktadır.

Dünyada pamuk tarımına elverişli ekolojiye sahip az sayıda ülke olması nedeniyle dünya üretiminin % 80'ine yakını Türkiye'nin de içinde bulunduğu 7 ülke tarafından gerçekleştirilmektedir [1].

2019/2020 sezonunda dünyada 34,9 milyon ha alanda pamuk ekimi yapıldığı ve bu ekimden 26.4 milyon ton lif pamuk üretileceği öngörülmüştür. Dünya pamuk tüketimi son üç sezonda 26 milyon ton seviyelerinde seyretmiştir. TÜİK tahmini verilerine göre de, Türkiye'de 2018/2019 sezonunda; kütlü pamuk üretimi 2.57 milyon ton, lif pamuk karşılığı 976 bin ton (%38 randıman), lif pamuk yeterlilik oranı %65'dir [2]. 2019 yılı TÜİK verilerine göre Türkiye'de pamuk ekilen alan 4.778.681 da'dır [3].

Türkiye, 2018 yılı dünya lif pamuk üretiminde (26.72 milyon ton) önemli bir lif pamuk üreticisi (792 bin ton) olarak 6. sırada ve tüketicisi (1.48 milyon ton) olarak ta 5. sırada yer almıştır [1]. Türkiye'nin bu payda yer almasında lokomotif konumunda yoğun pamuk tarımı yapılan iller vardır. Bunlarda, 2019 da Türkiye pamuk üretiminin (814 bin ton) % 58.15'lik bir pay ile büyük çoğunluğunu gerçekleştiren Şanlıurfa (300.91 bin ton), Aydın (91.16 bin ton) ve Diyarbakır (86.47 bin ton) illeri ise ilk üç sırada yer almaktadır [3].

Bu çalışma; Türkiye lif pamuk üretiminde ilk üç sırada yer alan Şanlıurfa, Aydın ve Diyarbakır illerinde, Özaltın Tarım İşletmeleri A.Ş tarafından tescil ettirilen Lodos, Özaltın 112 ve Karayel çeşitleri ile tescil aşamasındaki Meltem hattının pamuk lif örneklerinin lif teknolojik özellikleri yönüyle karşılaştırmak üzere yürütülmüştür. Genel olarak farklı pamuk çeşitlerinin lif özelliklerinin belirlenmesi üzerine birçok çalışma yapılmış ve halen yapılmakla birlikte, son dönemde Türkiyede yeni geliştirilen pamuk çeşitlerinin lif teknolojik özelliklerinin iyi olması, elyaf özelliklerinin kıyaslanması ile ilgili çalışmalar sürekli kılmakta ve önem arz etmektedir. Bu araştırma da anılan çalışmaların devamı niteliğindedir.

2. MATERYAL VE METOT

2019 yılında yapılan bu çalışmada, Özaltın Tarım A.Ş Tarifinden teşçillenmiş (3 adet) ve teşçil aşamasındaki (1 adet) genotiplerin 3 farklı bölgede lif teknolojik özellikleri incelenmiştir. Şanlıurfa, Aydın ve Diyarbakır'da yetiştirilmiş pamuklar materyal olarak kullanılmış ve temin edilen upland grubu pamuk balyalarından alınan 30'ar tekerrürlü lif örneklerine ait lif teknolojik özellikleri özellikleri, firmanın laboratuvarlarında elde edilmiştir. Çalışmada kullanılan pamuk genotipleri Çizelge 1'de verilmiştir. Tartımlarda 0.001 g duyarlı terazilerden yararlanılmıştır.

Çizelge 1. Testler için kullanılan pamuk türleri ve bölgelere göre dağılımı

Numune No	Pamuk genotipleri	Temin edildiği İller
1	Lodos	Aydın
2	Özaltın 112	Aydın
3	Karayel	Aydın
4	Meltem	Aydın
5	Lodos	Diyarbakır
6	Özaltın 113	Diyarbakır
7	Karayel	Diyarbakır
8	Meltem	Diyarbakır
9	Lodos	Şanlıurfa
10	Özaltın 114	Şanlıurfa
11	Karayel	Şanlıurfa
12	Meltem	Şanlıurfa

HVI 900 spektrum cihazı ile pamuk lif özelliklerinin karakterizasyonu, 2019 yılında Özaltın Tarım A.Ş.'te ait laboratuvarlarda belirlenmiştir. HVI 900 spektrum cihazının çalışma prensibi Anonim (2019c) [4]'de verilen bilgiler doğrultusundadır ve ölçümler bu esasa göre yapılmıştır.

Numune hazırlanmasında; önce numuneye ait bilgiler girilir. Sonrasında yaklaşık 10 g numune pamuk lifi cihazın hassas terazi bölmesine konur, cihazla tartım işlemi yaptıktan sonra alınan numune pamuk lifi incelik ölçümü için microner ölçüm cihazına yerleştirilir. Sonrasında, aynı numuneden pamuk lifi iki parçaya bölünerek (yeterli oranda olması lazım) cihazın iki gözenek bölümüne konular ve teste başlanır. İncelenen özellikler Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. HVI 900 spectrum ölçüm cihazında ölçümü yapılan özellikler

İncelenen özellikler	Birimler
İplik eğirme istikrar indeksi (IEI)	(%)
Lif inceliği (LI)	(µg/inch)
Lif uzunluğu (LU)	(mm)
Lif üniformitesi)LUN)	(%)
Lif mukavemeti (LM)	(g/tex)
Kısa lif oranı (KLO)	(%)
Lif elastikiyeti (LE)	(%)
Parlaklık derecesi (Rd) (PD)	(%)
Lifte nem miktarı (LN)	(%)
Lifte sarılık (+b) (LS)	(%)
Yabancı madde miktarı (YMM)	(adet)
Yabancı madde alanı (YMA)	(%)

Elde edilen verilerin istatistik analizleri SAS 9.0 paket programı kullanılarak yapılmıştır ve ortalamalar LSD çoklu karşılaştırma testine göre karşılaştırılmıştır [5].

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Üç farklı lokasyondan (Aydın, Diyarbakır ve Şanlıurfa) temin edilen dört upland grubu pamuk genotipi (Lodos, Özaltın 112, Karayel çeşitleri ile Meltem hattı)'nin lif örneklerinde, HVI 900 cihazından elde edilen teknolojik özelliklere ait ortalama değerlerin varyans analizi yapılmış, önemli bulunan farklılıklar LSD (0.05) çoklu karşılaştırma testine tabi tutulmuştur. Lif örneklerinin teknolojik özelliklerini karşılaştırmak amacıyla yürütülen bu çalışmada elde edilen sonuç ve bulgular ve LSD değerleri Çizelge 3-4 ve Şekil 1'de verilmiştir.

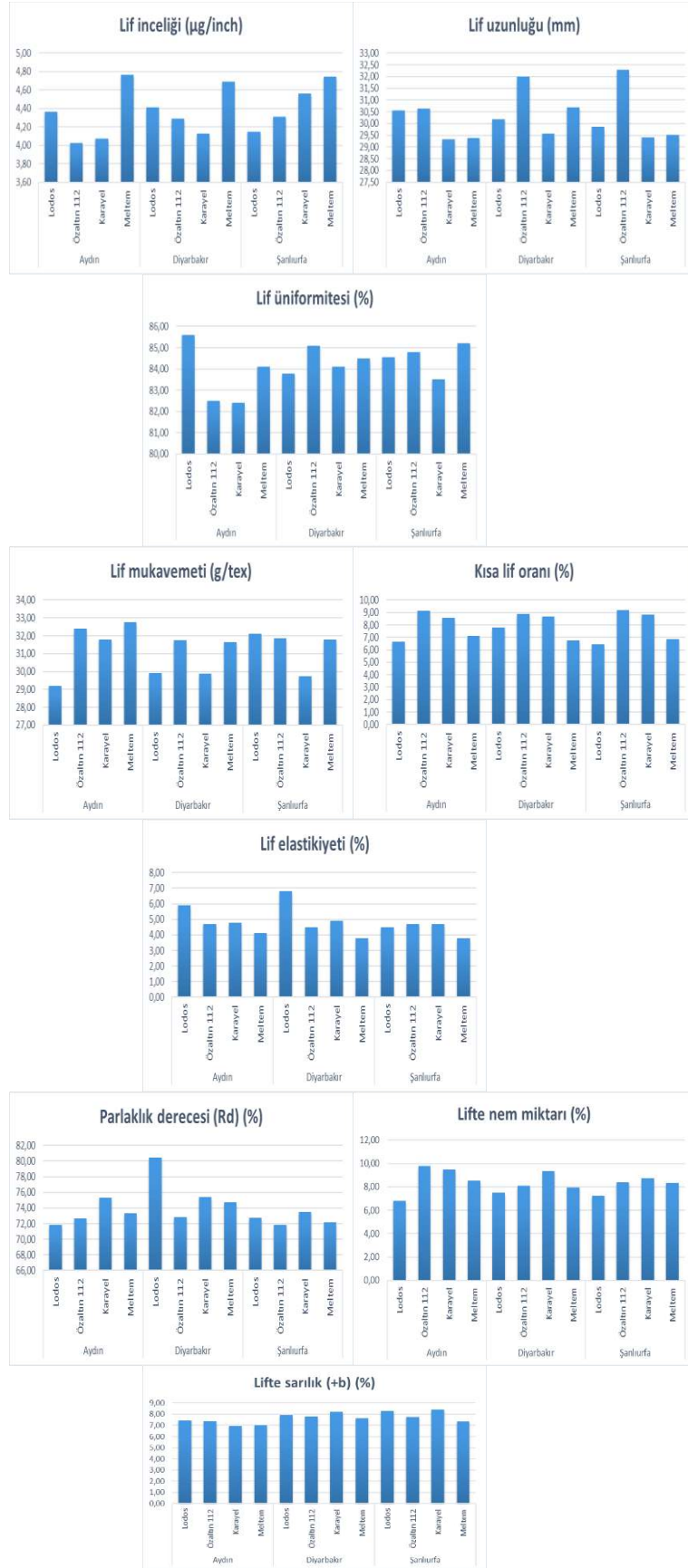
i) Çizelge 3. Pamukta lokasyon, genotip ve lokasyon x genotip interaksiyonu lif örneklerinin teknolojik özelliklerine ait ortalama HVI değerleri ve LSD (0.05) grupları

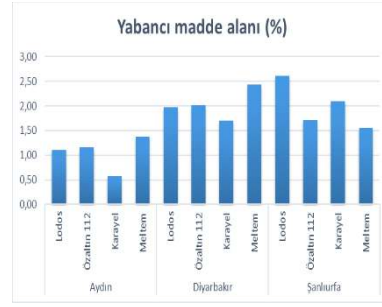
Lokasyon	Genotip	IEI %	LI µg/inch * ; **	LU mm * ; **	LUN % * ; **	LM g/tex * ; **	KLO % * ; **
Aydın	Lodos	142.67	4.37 c	30.55 bc	85.60 a	29.20 c	6,63 de
	Özaltın 112	141.67	4.02 e	30.64 b	82.50 c	32.40 a	9,13 a
	Karayel	138.33	4.07 e	29.34 d	82.40 c	31.80 ab	8,57 b
	Meltem	142.00	4.76 a	29.38 d	84.10 ab	32.77 a	7,10 d
	Ortalama	141.17	4.31 C	29.98 B	83.65 B	31.54 A	7,86
Diyarbakır	Lodos	138.00	4.41 bc	30.19 bcd	83.77 abc	29.90 bc	7,77 c
	Özaltın 112	144.33	4.29 cd	31.98 a	85.10 a	31.73 ab	8,87 ab
	Karayel	141.67	4.13 e	29.56 cd	84.10 ab	29.87 c	8,67 ab
	Meltem	144.33	4.69 a	30.68 b	84.50 ab	31.64 ab	6,73 de
	Ortalama	142.08	4.38 B	30.60 A	84.37 A	30.78 B	8,01
Şanlıurfa	Lodos	141.67	4.15 de	29.86 bcd	84.57 ab	32.10 ab	6,43 e
	Özaltın 112	140.33	4.31 cd	32.29 a	84.80 ab	31.87 ab	9,20 a
	Karayel	141.33	4.56 b	29.41 d	83.50 bc	29.73 c	8,83 ab
	Meltem	148.00	4.74 a	29.51 d	85.20 a	31.80 ab	6,87 de
	Ortalama	142.83	4.44 A	30.27 AB	84.52 A	31.38 AB	7,83
Genotip	Lodos	140.78	4.31 B	30.20 B	84.64 A	30.40 B	6,94 C
	Özaltın 112	142.11	4.21 C	31.64 A	84.13 A	32.00 A	9,07 A
	Karayel	140.44	4.25 BC	29.43 C	83.33 B	30.47 B	8,69 B
	Meltem	144.78	4.73 A	29.86 B	84.60 A	32.07 A	6,90 C
	Ortalama	142.03	4.38	30.28	84.18	31.23	7,90
Lokasyon için LSD (0.05)		5,63	0.06	0.37	0.66	0.71	0.24
Lokasyon x Çeşit için LSD (0.05)		19,52	0.20	1.27	2.29	2.46	0.83
Çeşit için LSD (0.05)		6,51	0.07	0.42	0.76	0.82	0.28
CV (%)		4,69	1.53	1.43	0.93	2.70	3.56

IEI: İplik Eğirme İstikrar İndeksi, LI: Lif İnceliği, LU: Lif Uzunluğu, LUN: Lif Üniformitesi, LM: Lif Mukavemeti, KLO: Kısa Lif Oranı

*: Aynı sütundaki, küçük harfle ifade edilen ve farklı harflerle gösterilen ortalama, $P \leq 0.05$ hata sınırları içinde LSD testine göre istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

**: Aynı sütundaki, büyük harfle ifade edilen ve farklı harflerle gösterilen ortalama, $P \leq 0.05$ hata sınırları içinde LSD testine göre istatistiksel olarak birbirinden farklıdır





Şekil 1. Pamukta lokasyon (Aydın, Diyarbakır ve Şanlıurfa), genotip (Lodos, Özaltın 112 ve Karayel çeşitleri ve Meltem hattı) ve lokasyon x genotip interaksiyonu lif örneklerinin teknolojik özelliklerine ekileri

Çizelge 3 ve Şekil 1’de görüldüğü üzere; **iplik eğirme istikrar indeksi** bakımından lokasyon, genotip ve lokasyon x genotip interaksiyonu ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemsiz bulunmuştur. Amerikan upland pamukları iplik eğirme indeksi bakımından lokasyonlara ait değerler % 141.17 ile 142.83 arasında, genotiplere ait değerler % 140.44-144.78 arasında, lokasyon x genotip interaksiyonuna ait değerler ise % 138.00 ile 148.00 arasında değişmiştir.

Lif inceliği bakımından lokasyon, genotip ve lokasyon x genotip interaksiyonu ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak çok önemli bulunmuştur ($P < 0.01$). Lif inceliği bakımından lokasyonlara ait değerler 4.31 ile 4.44 $\mu\text{g}/\text{inch}$ arasında değişmiştir. Buna göre en yüksek ortalama grubu Şanlıurfa (4.44 $\mu\text{g}/\text{inch}$)’dan temin edilen Amerikan upland pamuğunda bulunurken, en düşük değer Aydın (4.31 $\mu\text{g}/\text{inch}$)’dan temin edilen Amerikan upland pamuğunda ölçülmüştür. Alhalabi 2007 [6], lif inceliği bakımından Ege bölgesi pamuklarının Gap pamuklarından daha ince olduğunu bildirmiştir, bu sonuç bulgularla uyum içerisindedir. Lif inceliği bakımından genotiplere ait değerler 4.21 ile 4.73 $\mu\text{g}/\text{inch}$ arasında değişmiştir. Buna göre en yüksek ortalama grubu 4.73 $\mu\text{g}/\text{inch}$ ile Meltem hattı’nda bulunurken, en düşük değer 4.21 $\mu\text{g}/\text{inch}$ ile Özaltın 112 çeşidi’nden temin edilen Amerikan upland pamuğundan ölçülmüştür. Lif inceliği bakımından lokasyon x genotip interaksiyonlarına ait değerler 4.02 ile 4.76 $\mu\text{g}/\text{inch}$ arasında değişmiştir. Buna göre en yüksek ortalama grubu, Aydın x Meltem, Şanlıurfa x Meltem ve Diyarbakır x Meltem interaksiyonlarında (sırasıyla, 4.76, 4.74 ve 4.69 $\mu\text{g}/\text{inch}$) bulunmuştur. En düşük değer Aydın x Özaltın 112, Aydın x Karayel ve Diyarbakır x Karayel interaksiyonları (sırasıyla, 4.02, 4.07 ve 4.13 $\mu\text{g}/\text{inch}$)’ndan temin edilen Amerikan upland pamuklarında ölçülmüştür.

Lif uzunluğu bakımından lokasyon, genotip ve lokasyon x genotip interaksiyonu ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak çok önemli bulunmuştur ($P < 0.01$). Lif uzunluğu bakımından lokasyonlara ait değerler 29.98 ile 30.60 mm arasında değişmiştir. Buna göre en yüksek ortalama grubu 30.60 mm ile Diyarbakır’dan temin edilen Amerikan upland pamuğunda bulunurken, en düşük değer 29.98 mm ile Aydın’dan temin edilen Amerikan upland pamuğunda ölçülmüştür. Şahin 2001 [7], lif uzunluğu bakımından GAP bölgesi pamuklarının Ege pamuklarından daha uzun olduğunu bildirmiştir, bu sonuç bulgularla uyum içerisindedir.

Lif uzunluğu bakımından genotiplere ait değerler 29.43 ile 31.64 mm arasında değişmiştir. Buna göre en yüksek ortalama grubu 31.64 mm ile Özaltın 112 çeşidi’nde bulunurken, en düşük değer 29.43 mm ile Karayel çeşidi’nden temin edilen Amerikan upland pamuğundan ölçülmüştür. Lif uzunluğu bakımından lokasyon x genotip interaksiyonlarına ait değerler 29.34 ile 32.29 mm arasında değişmiştir. Buna göre en

yüksek ortalama grubu Şanlıurfa x Özaltın 112 (32.29 mm) ve Diyarbakır x Özaltın 112 interaksiyonları (31.98 mm)'nda bulunmuştur. En düşük değer Aydın x Karayel, Aydın x Meltem, Şanlıurfa x Karayel ve Şanlıurfa x Meltem genotipleri (sırasıyla, 29.34, 29.38, 29.41 ve 29.51 mm)'nden temin edilen Amerikan upland pamuğundan ölçülmüştür.

Lif üniformitesi bakımından genotip ve lokasyon x genotip interaksyonu ortalamaları arasındaki fark istatistiki olarak çok önemli bulunurken ($P<0.01$), lokasyonda ortalamalar arasındaki fark önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. Lif üniformitesi bakımından lokasyonlara ait değerler % 83.65 ile 84.52 arasında değişmiştir. Buna göre en yüksek ortalama grubu Şanlıurfa (% 84.52) ve Diyarbakır (% 84.37)'dan temin edilen Amerikan upland pamuğunda bulunurken, en düşük değer % 83.65 ile Aydın'dan temin edilen Amerikan upland pamuğunda ölçülmüştür. Lif üniformitesi bakımından genotiplere ait değerler % 83.34 ile 84.64 arasında değişmiştir. Buna göre en yüksek ortalama grubu Lodos, Meltem ve Özaltın 112 genotipleri (sırasıyla, % 84.64, 84.60 ve 84.13)'nde bulunurken, en düşük değer % 83.33 ile Karayel çeşidi'nden temin edilen Amerikan upland pamuğundan ölçülmüştür. Lif üniformitesi bakımından lokasyon x genotip interaksiyonlarına ait değerler % 82.4 ile 85.60 arasında değişmiştir. Buna göre en yüksek ortalama grubu Aydın x Lodos, Şanlıurfa x Meltem ve Diyarbakır x Özaltın 112 interaksiyonları (sırasıyla, % 85.60, 85.20 ve 85.10)'nda bulunmuştur. En düşük değer Aydın x Karayel (%82.40) ve Aydın x Özaltın 112 interaksiyonları (% 82.50)'ndan temin edilen Amerikan upland pamuğundan ölçülmüştür.

Lif mukavemeti bakımından genotip ve lokasyon x genotip interaksyonu ortalamaları arasındaki fark istatistiki olarak çok önemli bulunurken ($P<0.01$), lokasyonda ortalamalar arasındaki fark önemsiz bulunmuştur. Lif mukavemeti bakımından lokasyonlara ait değerler 30.78 ile 31.54 g/tex arasında değişmiştir. Buna göre en yüksek ortalama grubu 31.54 g/tex ile Aydın'dan temin edilen Amerikan upland pamuğunda bulunurken, en düşük değer 30.78 g/tex ile Diyarbakır'dan temin edilen Amerikan upland pamuğunda ölçülmüştür. Alhalabi 2007 [6] ve Göktepe ve ark. 2000 [8], lif mukavemeti bakımından Ege bölgesi pamuklarının GAP yöresi pamuklarından daha mukavim olduğunu bildirmiştir, bu sonuç bulgularla uyum içerisindedir. Lif mukavemeti bakımından genotiplere ait değerler 30.40 ile 32.07 g/tex arasında değişmiştir. Buna göre en yüksek ortalama grubu Meltem (32.07 g/tex) ve Özaltın 112 genotipleri (32.00 g/tex)'nde bulunurken, en düşük değer Lodos (30.40 g/tex) ve Karayel çeşitleri (30.47 g/tex)'nden temin edilen Amerikan upland pamuğundan ölçülmüştür. Lif mukavemeti bakımından lokasyon x genotip interaksiyonlarına ait değerler 29.20 ile 32.77 g/tex arasında değişmiştir. Buna göre en yüksek ortalama grubu Aydın x Meltem (32.77 g/tex) ve Aydın x Özaltın 112 interaksiyonları (32.4 g/tex)'nda bulunmuştur. En düşük değer Aydın x Lodos, Şanlıurfa x Karayel ve Diyarbakır x Karayel interaksiyonları (sırasıyla, 29.20, 29.73 ve 29.87 g/tex)'ndan temin edilen Amerikan upland pamuğundan ölçülmüştür.

Kısa lif oranı bakımından genotip ve lokasyon x genotip interaksyonu ortalamaları arasındaki fark istatistiki olarak çok önemli bulunurken ($P<0.01$), lokasyonda ortalamalar arasındaki fark önemsiz bulunmuştur. Kısa lif oranı bakımından lokasyonlara ait değerler % 7.83 ile 8.01 arasında değişmiştir. Kısa lif oranı bakımından genotiplere ait değerler % 6.90 ile 9.07 arasında değişmiştir. Buna göre en yüksek ortalama grubu % 9.07 ile Özaltın 112 çeşidi'nde bulunurken, en düşük değer Meltem (% 6.90) ve Lodos genotipleri (% 6.94)'nden temin edilen Amerikan upland pamuğundan ölçülmüştür. Kısa lif oranı bakımından lokasyon x genotip interaksiyonlarına ait değerler % 6.43 ile 9.20 arasında değişmiştir. Buna göre

en yüksek ortalama grubu Şanlıurfa x Özaltın 112 (% 9.20) ve Aydın x Özaltın 112 interaksiyonları (% 9.13)'nda bulunurken, en düşük değer % 6. 43 ile Şanlıurfa x Lodos interaksiyonundan temin edilen Amerikan upland pamuğundan ölçülmüştür.

ii) Çizelge 4. Pamukta lokasyon, genotip ve lokasyon x genotip interaksiyonu lif örneklerinin teknolojik özelliklerine ait ortalama HVI değerleri değerleri ve LSD (0.05) grupları

Lokasyon	Çeşit	LE % * ; **	PD (Rd) % * ; **	LN % * ; **	LS (+b) % * ; **	YMM adet **	YMA % * ; **
Aydın	LODOS	5.90 b	71.80 d	6.80 g	7.43 cde	71.00	1.10 g
	ÖZALTIN 112	4.70 cd	72.70 cd	9.77 a	7.40 cde	95.00	1.16 g
	KARAYEL	4.80 cd	75.30 b	9.50 a	6.93 e	57.00	0.58 h
	MELTEM	4.10 e	73.30 c	8.53 bc	7.03 e	67.00	1.38 fg
	Ortalama	4.88 A	73.28 B	8.65 A	7.20 B	72.50 B	1.06 B
Diyarbakır	LODOS	6.80 a	80.43 a	7.50 efg	7.93 abc	100.00	1.98 bcd
	ÖZALTIN 112	4.50 d	72.80 cd	8.10 cde	7.80 bc	101.33	2.02 bc
	KARAYEL	4.90 c	75.40 b	9.33 a	8.20 ab	78.00	1.71 de
	MELTEM	3.80 f	74.70 b	7.93 def	7.63 cd	75.00	2.43 a
	Ortalama	5.00 A	75.83 A	8.22 B	7.89 A	88.58 A	2.03 A
Şanlıurfa	LODOS	4.50 d	72.73 cd	7.23 fg	8.30 ab	100.00	2.61 a
	ÖZALTIN 112	4.70 cd	71.80 d	8.37 bcd	7.73 c	104.00	1.71 cde
	KARAYEL	4.70 cd	73.50 c	8.73 b	8.40 a	65.00	2.09 b
	MELTEM	3.80 f	72.20 d	8.33 bcd	7.33 de	86.00	1.56 ef
	Ortalama	4.43 B	72.56 C	8.17 B	7.94 A	88.75 A	1.99 A
Genotip	LODOS	5.73 A	74.99 A	7.18 D	7.89 A	90.33 B	1.90 A
	ÖZALTIN 112	4.63 C	72.43 C	8.74 B	7.64 B	100.11 A	1.63 B
	KARAYEL	4.80 B	74.73 A	9.19 A	7.84 AB	66.67 D	1.46 C
	MELTEM	3.90 D	73.40 B	8.27 C	7.33 C	76.00 C	1.79 AB
	Ortalama	4.77	73.89	8.34	7.68	83.28	1.69
Lokasyon için LSD (0.05)		0,14	0,41	0,26	0,18	6,96	0,14
Lokasyon x Çeşit için LSD (0.05)		0,48	1,42	0,89	0,63	24,11	0,48
Çeşit için LSD (0.05)		0,16	0,48	0,30	0,21	8,04	0,16
CV (%)		3,45	0,66	3,64	2,79	9,87	9,58

LE: Lif Elastikiyeti, PD: Parlaklık Derecesi, LN: Lifte Nem Miktarı, LS: Lifte Sarılık, YMM: Yabancı Madde Miktarı, YMA: Yabancı Madde Alanı

*: Aynı sütundaki, küçük harfle ifade edilen ve farklı harflerle gösterilen ortalama, $P \leq 0.05$ hata sınırları içinde LSD testine göre istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

** : Aynı sütundaki, büyük harfle ifade edilen ve farklı harflerle gösterilen ortalama, $P \leq 0.05$ hata sınırları içinde LSD testine göre istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

Lif elastikiyeti bakımından lokasyon, genotip ve lokasyon x genotip interaksiyonu ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur ($P < 0.01$). Lif elastikiyeti bakımından lokasyonlara ait değerler % 4.43 ile 5.00 arasında değişmiştir. Buna göre en yüksek ortalama grubu Diyarbakır (% 5.00) ve Aydın (% 4.87)'ndan temin edilen Amerikan upland pamuğunda bulunurken, en düşük değer % 4.43 ile Şanlıurfa'dan temin edilen Amerikan upland pamuğunda ölçülmüştür. Lif elastikiyeti bakımından genotiplere ait değerler % 3.90 ile 5.73 arasında değişmiştir. Buna göre en yüksek ortalama grubu % 5.73 ile Lodos

çeşidi'inde bulunurken, en düşük değer % 3.90 ile Meltem hattı'ndan temin edilen Amerikan upland pamuğundan ölçülmüştür. Lif elastikiyeti bakımından lokasyon x genotip interaksiyonlarına ait değerler % 3.80 ile 6.80 arasında değişmiştir. Buna göre en yüksek ortalama grubu % 6.680 ile Diyarbakır x Lodos interaksiyonunda bulunurken, en düşük değer % 3.80 ile Şanlıurfa x Meltem ve Diyarbakır x Meltem interaksiyonlarından temin edilen Amerikan upland pamuğundan ölçülmüştür.

Parlaklık derecesi (Rd) bakımından lokasyon, genotip ve lokasyon x genotip interaksiyonu ortalamaları arasındaki fark istatistiki olarak çok önemli bulunmuştur ($P<0.01$). Parlaklık derecesi bakımından lokasyonlara ait değerler % 72.56 ile 75.83 arasında değişmiştir. Buna göre en yüksek ortalama grubu % 75.83 ile Diyarbakır'dan temin edilen Amerikan upland pamuğunda bulunurken, en düşük değer % 72.56 ile Şanlıurfa'dan temin edilen Amerikan upland pamuğunda ölçülmüştür. Parlaklık derecesi bakımından genotiplere ait değerler % 72.43 ile 74.99 arasında değişmiştir. Buna göre en yüksek ortalama grubu Lodos (% 74.99) ve Karayel çeşitleri (% 74.73)'nde bulunurken, en düşük değer % 72.43 ile Özaltın 112 çeşidi'nden temin edilen Amerikan upland pamuğundan ölçülmüştür. Parlaklık derecesi bakımından lokasyon x genotip interaksiyonlarına ait değerler % 71.80 ile 80.43 arasında değişmiştir. Buna göre en yüksek ortalama grubu % 80.43 ile Diyarbakır x Lodos interaksiyonunda bulunurken, en düşük değer Diyarbakır x Lodos, Aydın x Lodos ve Şanlıurfa x Meltem genotipleri (sırasıyla, % 71.80, 71.80 ve 72.20)'nden temin edilen Amerikan upland pamuğundan ölçülmüştür.

Lifte nem miktarı bakımından lokasyon, genotip ve lokasyon x genotip interaksiyonu ortalamaları arasındaki fark istatistiki olarak çok önemli bulunmuştur ($P<0.01$). Lifte nem bakımından lokasyonlara ait değerler % 8.17 ile 8.65 arasında değişmiştir. Buna göre en yüksek ortalama grubu % 8.65 ile Aydın'dan temin edilen Amerikan upland pamuğunda bulunurken, en düşük değer Şanlıurfa (% 8.17) ve Diyarbakır (% 8.22)'dan temin edilen Amerikan upland pamuğunda ölçülmüştür. Lifte nem miktarı bakımından genotiplere ait değerler % 7.18 ile 9.19 arasında değişmiştir. Buna göre en yüksek ortalama grubu % 9.19 ile Karayel çeşidi'nde bulunurken, en düşük değer % 7.18 ile Lodos çeşidi'nden temin edilen Amerikan upland pamuğundan ölçülmüştür. Lifte nem bakımından lokasyon x genotip interaksiyonlarına ait değerler % 6.80 ile 9.77 arasında değişmiştir. Buna göre en yüksek ortalama grubu Aydın x Özaltın 112, Aydın x Karayel ve Diyarbakır x Karayel interaksiyonları (sırasıyla, % 9.77, 9.50 ve 9.33) bulunurken, en düşük değer % 6.80 ile Aydın x Lodos genotipinden temin edilen Amerikan upland pamuğundan ölçülmüştür.

Lifte sarılık (+b) bakımından lokasyon, genotip ve lokasyon x genotip interaksiyonu ortalamaları arasındaki fark istatistiki olarak çok önemli bulunmuştur ($P<0.01$). Lifte sarılık bakımından lokasyonlara ait değerler % 7.20 ile 7.94 arasında değişmiştir. Buna göre en yüksek ortalama grubu Şanlıurfa (% 7.94) ve Diyarbakır (% 7.89)'dan temin edilen Amerikan upland pamuklarında bulunurken, en düşük değer % 7.20 ile Aydın'dan temin edilen Amerikan upland pamuğunda ölçülmüştür. Alhalabi 2007 [6], sarılık derecesi bakımından Gap bölgesi pamuklarının Ege pamuklarından daha parlak olduğunu bildirmiştir, bu sonuç bulgularla uyum içerisindedir. Lifte sarılık bakımından genotiplere ait değerler % 7.33 ile 7.89 arasında değişmiştir. Buna göre en yüksek ortalama grubu % 7.89 ile Lodos çeşidi'nde bulunurken, en düşük değer % 7.33 ile Meltem hattı'ndan temin edilen Amerikan upland pamuğundan ölçülmüştür. Lifte sarılık bakımından lokasyon x genotip interaksiyonlarına ait değerler % 6.93 ile 8.40 arasında değişmiştir. Buna göre en yüksek ortalama grubu % 8.40 ile Şanlıurfa x Karayel interaksiyonunda bulunurken, en düşük değer Aydın x

Karayel (% 6.93) ve Aydın x Meltem interaksiyonları (% 7.03)'ndan temin edilen Amerikan upland pamuğundan ölçülmüştür.

Yabancı madde miktarı bakımından lokasyon ve genotip ortalamaları arasındaki fark istatistiki olarak çok önemli bulunurken ($P < 0.01$), lokasyon x genotip interaksiyonunda ortalamalar arasındaki fark önemsiz bulunmuştur. Yabancı madde miktarı bakımından lokasyonlara ait değerler 72.50 ile 88.75 arasında değişmiştir. Buna göre en yüksek ortalama grubu Şanlıurfa (88.75 adet) ve Diyarbakır (88.58 adet)'dan temin edilen Amerikan upland pamuklarında bulunurken, en düşük değer 72.50 adet ile Aydın'dan temin edilen Amerikan upland pamuğunda ölçülmüştür. Şahin 2001 [7] ve Göktepe ve ark. 2000 [8], yabancı madde miktarı bakımından GAP bölgesi pamuklarının Ege pamuklarından daha fazla olduğunu bildirmiştir, bu sonuç bulgularla uyum içerisindedir. Yabancı madde miktarı bakımından genotiplere ait değerler 76.00 ile 100.11 adet arasında değişmiştir. Buna göre en yüksek ortalama grubu 100.11 adet ile Özaltın 112 çeşidi'nde bulunurken, en düşük değer 66.67 adet ile Karayel çeşidi'nden temin edilen Amerikan upland pamuğundan ölçülmüştür.

Yabancı madde alanı bakımından lokasyon, genotip ve lokasyon x genotip interaksiyonu ortalamaları arasındaki fark istatistiki olarak çok önemli bulunmuştur ($P < 0.01$). Yabancı madde alanı bakımından lokasyonlara ait değerler % 1.06 ile 2.03 arasında değişmiştir. Buna göre en yüksek ortalama grubu Diyarbakır (2.03 %) ve Şanlıurfa (% 1.99)'dan temin edilen Amerikan upland pamuklarında bulunurken, en düşük değer % 1.06 ile Aydın'dan temin edilen Amerikan upland pamuğunda ölçülmüştür. Şahin 2001 [7] ve Göktepe ve ark. 2000 [8], yabancı madde miktarı bakımından GAP bölgesi pamuklarının Ege pamuklarından daha fazla olduğunu bildirmiştir, bu sonuç bulgularla uyum içerisindedir. Yabancı madde miktarı bakımından genotiplere ait değerler % 1.46 ile 1.90 arasında değişmiştir. Buna göre en yüksek ortalama grubu % 1.90 ile Lodos çeşidi'nde bulunurken, en düşük değer % 1.46 ile Karayel çeşidi'nden temin edilen Amerikan upland pamuğundan ölçülmüştür. Yabancı madde miktarı bakımından lokasyon x genotip interaksiyonlarına ait değerler % 0.58 ile 2.61 arasında değişmiştir. Buna göre en yüksek ortalama grubu Şanlıurfa x Lodos (% 2.61) ve Diyarbakır x Meltem interaksiyonları (%2.43)'nda bulunurken, en düşük değer % 0.58 ile Aydın x Karayel interaksiyonundan temin edilen Amerikan upland pamuğundan ölçülmüştür.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmada, farklı lokasyonlardan (Aydın, Diyarbakır ve Şanlıurfa) temin edilen upland grubu pamuk genotiplerinde (Lodos, Özaltın 112 ve Karayel çeşitleri ve Meltem hattı) lif teknolojisi özellikleri bakımından lokasyonlar, genotipler ve lokasyon x genotip interaksiyonları arasındaki farklılıklar ortaya konulmuştur.

Sonuçlara göre,

Lokasyonlarda; Şanlıurfa lokasyonundan temin edilen upland grubu pamuklarının **lif inceliği, lif üniformitesi**, lifte sarılık, yabancı madde miktarı ve yabancı madde alanı gibi incelenen özellikler en yüksek bulunmuştur. Diyarbakır lokasyonundan temin edilen upland grubu pamuklarının **lif uzunluğu, lif üniformitesi, lif elastikiyeti**, parlaklık derecesi, lifte sarılık, yabancı madde miktarı ve yabancı madde alanı gibi incelenen özellikler en yüksek bulunmuştur. Aydın lokasyonundan temin edilen upland grubu pamuklarının **lif mukavemeti, lif elastikiyeti** ve lifte nem miktarı gibi incelenen özellikler en yüksek bulunmuştur. Aydın lokasyonunda lif mukavemeti, lif elastikiyeti, parlaklık derecesi ve lifte nem miktarı dışındaki incelenen tüm özellikler en düşük bulunmuştur.

Genotipler içerisinde; Lodos çeşidinde **lif üniformitesi, lif elastikiyeti,** parlaklık derecesi, lifte sarılık, yabancı madde miktarı ve yabancı madde alanı gibi incelenen özellikler en yüksek bulunmuştur. Özaltın 112 çeşidinde **lif uzunluğu, lif üniformitesi, lif mukavemeti,** kısa lif oranı ve yabancı madde miktarı gibi incelenen özellikler en yüksek bulunmuştur. Karayel çeşidinde parlaklık derecesi ve lifte nem miktarı gibi incelenen özellikler en yüksek bulunmuştur. Meltem hattında ise **lif inceliği, lif üniformitesi ve lif mukavemeti** gibi incelenen özellikler en yüksek bulunmuştur. Karayel çeşidinde lif uzunluğu, lif üniformitesi, lif mukavemeti, yabancı madde miktarı ve yabancı madde alanı gibi incelenen özellikler en düşük bulunmuştur.

Lif uzunluğu açısından 30.60 mm ile Diyarbakır lokasyonu, 31.64 mm ile Özaltın 112 çeşidi, 32.29 ve 31.98 mm ile de Şanlıurfa x Özaltın 112 ve Diyarbakır x Özaltın 112 interaksiyonları en yüksek değeri vermişlerdir. Lif mukavemeti açısından 31.54 g/tex ile Aydın lokasyonu, 32.07 ve 32.00 g/tex ile Meltem ve Özaltın genotipleri, 32.77 ve 32.40 g/tex ile de Aydın x Meltem ve Aydın x Özaltın 112 interaksiyonları en yüksek değeri vermişlerdir.

Çeşitler arasında Özaltın 112 çeşidi ve lokasyon olarak ta Diyarbakır lokasyonu özellikle lif uzunluğu ve lif üniformitesi bakımında daha kaliteli bulunmuştur.

Tekstil sektöründe, özellikle iplik imalinde aynı evsafa ve bol miktarda pamuk lifine duyulan ihtiyaç her geçen gün artmaktadır. Türkiye’de lif pamukta tüketim, üretimin üstünde olduğundan ihtiyaç duyulan miktar yurt dışından ithal edilmektedir. Türkiye’de yetiştirilen pamukların elyaf özelliklerinin yurt dışından temin edilenlere nazaran daha iyi sonuçlar vermesi pamuk yetiştiriciliği açısından son derece önemlidir. Ancak bu çalışmada, Özaltın 112 çeşidi ve Diyarbakır lokasyonu lif pamuğu tavsiye edilmekle birlikte, yabancı madde miktarı iki faktörde de en yüksek bulunmuştur. Bu durum, Türkiye’de pamukta standardizasyonun, kalite kontrolünün ve özellikle kirliliğin (kontaminasyon) önemli bir sorun olmaya devam ettiğinin bir göstergesir. Bu sorunların aşılması da yerli pamuğun piyasa değerinin düşmesi ve Türk lif pamuklarına göre daha az kaliteli olan ithal pamukların tercih edilmesini kaçınılmaz kılmaktadır. Tüketilen pamuğun yaklaşık % 65’inin karşılandığı Türkiye de bu çalışmaların sıklıkla yapılması elzemdir.

KAYNAKLAR

[1] Anonim, 2020a. T.C. Ticaret Bakanlığı Esnaf, Sanatkârlar ve Kooperatifçilik Genel Müdürlüğü, Ankara. 2018 Yılı Pamuk Raporu. Yayınlanma tarihi Nisan 2019. <https://ticaret.gov.tr/data/> (Erişim tarihi: 29.05.2020).

[2] Anonim, 2020b. Dünyada Pamuk. Tarım Orman Bakanlığı Pamuk Bülteni, Aralık 2019, Ankara. <https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/Belgeler/> (Erişim tarihi: 29.05.2020)

[3] Anonim, 2020b. TÜİK Türkiye İstatistik Kurumu 2019 Yılı Lif Pamuk Üretim Miktarı. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Erişim Tarihi: 29.05.2020).

[4]Anonim, 2019c. Tekstil Bilgi Paylaşım Formu, <https://www.kaygisiz.com/index.php/boya-terbiye-2/27-uster-hvi-spektrum>. (Erişim tarihi: 29.05.2020).

[5] Steel, R.G.D., Torrie, J.H. (1980). Principles and procedures of statistics. McGraw-Hill, New York.

[6] Alhalabi K 2007. Suriye ve Türkiye’de Üretilen Pamuk Liflerinin Özelliklerinin ve Eğrilme Yeteneklerinin Karşılaştırılmalı İncelenmesi. Çukurova

İniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 102-104 sy.

[7] Şahin, B., 2001. Türk Pamuklarının Kalite Özellikleri ve İplik Eğirme Limitinin Tespitine Yönelik Teorik Yaklaşım. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 112-121 sy.

[8] Göktepe, F., Göktepe, Ö., Çoruh, A. 2000. “1998-1999 Yılı Türk Pamuklarının Fiziksel Özellikleri, İplik Eğirme İstikrar İndeksi ve Neps Bakımından İncelenmesi”, Tekstil & Teknik Dergisi, 232-236.

**OZONLAMA PROSESLERİNİN HİBRİT UYGULAMALARI İLE
ENDÜSTRİYEL ATIKSULARDAN TEKSTİL BOYALARIN GİDERİMİ**

HYBRID APPLICATIONS OF THE OZONATION PROCESSES WITH ON
THE REMOVAL OF TEXTILE DYES FROM INDUSTRIAL WASTEWATER

Dr. Öğr. Üyesi Murat KIRANŞAN

ORCID NO: 0000-0002-8520-6563

Gümüşhane University

Özet

Ozon bilinen en etkili antimikrobiyal ve deodoranttır. Güneşin ultraviyole ışınları ve yıldırım anında ortaya çıkan elektrik arklarından oluşan Ozon, dünya çapında koruyucu bir kalkan olarak mevcuttur ve canlıları güneşin radyasyon etkisine karşı korur. Yıldırımdan oluşan O_3 havayı temizler. O_3 , üç oksijen atomundan oluşan kararsız bir gazdır. Kararsız bir gaz olan ozon, oksijen molekülü oksijen atomlarına ayrıldığında ve başka bir oksijen molekülü ile birleştirildiğinde oluşur. Ozon elektroliz, fotokimyasal ve radyokimyasal reaksiyonlarla veya oksijenin bulunduğu gazlı ortama elektrik boşalmasıyla elde edilebilir. Sıvı veya gaz halindeki ortamlardaki ozon oksijene dönüşme eğilimindedir. Ozon molekülü termodinamik olarak kararsızdır ve hemen oksijene dönüşür ve güçlü bir elektrofilik madde ile güçlü bir oksitleyicidir ($E^\circ = 2.07 \text{ V}$). İleri oksidasyon prosesleri arasında genellikle Ozon (O_3), fenton, Hidrojen peroksit (H_2O_2), UV, ıslak hava oksidasyonu, sonikasyon ve aşağıdakiler gibi birkaç bağlı işlemi içeren birçok sinerji proseslerinden oluşurlar. Peroksit/Ozon (O_3/H_2O_2), peroksitli ultraviyole ışık (UV/H_2O_2), Peroksit/Ozon ve ultraviyole ışık ($O_3/H_2O_2/UV$), gibi sistemler örnek verilebilir. Mevcut farklı İOP'leri arasında, çamur ve artık ozon üretmeyen çok umut verici ve alternatif atıksu arıtım tekniği olarak ortaya çıkan ozonlama işlemi de su ve oksijene ayrılmaktadır. Ozon molekülü (O_3) güçlü bir oksitleyici özelliğe sahiptir ve organik kirleticilerin ayrışması ve mineralizasyonu için etkili bir şekilde kullanılır. Bununla birlikte, zor ayrışan organik kirleticilerin bağımsız ozonlama sürecinin toksisitesindeki ve bertarafındaki artış, inatçı ve büyük moleküllü endüstriyel atık suların arıtılması için etkili ve sürdürülebilir bir çözüm değildir. Bu nedenle, endüstriyel atıksu arıtımı için hibrit ozonlama işleminin ve moleküler ozon reaktivitesinin başarısını arttırmak için reaksiyon mekanizmasının bir özeti gereklidir. Bu çalışma, iki farklı tekniğin bir kombinasyonunu ve hidroksil radikal (OH^\bullet) oluşumunu arttırmak ve böylece degradasyon verimliliğini arttırmak için bir sinerji etkisi olarak hibrid ozonlamanın ayrıntılı bir incelemesini sunmaktadır.

Anahtar kelimeler: Hidroksil Radikali, Ozon Molekülü, Oksidant, Atıksu Arıtımı, Tekstil Boyalar.

Abstract

Ozone is the most effective antimicrobial and deodorant known. Consisting of the sun's ultraviolet ray and electric arcs that appear at the moment of lightning,

Ozone is the available as a protective shield around the world and protects living things against the radiation effect of the sun. O₃, formed by lightning, cleans the air. O₃ is an unstable gas consisting of three oxygen atoms. Ozone, an unstable gas, is formed when the oxygen molecule is separated into oxygen atoms and combined with another oxygen molecule. Ozone can be obtained by electrolysis, photochemical and radiochemical reactions or by electric discharge into the gaseous environment where oxygen is located. Ozone in liquid or gaseous media tends to convert to oxygen. The ozone molecule is thermodynamically unstable and immediately converts to oxygen and is a powerful electrophilic substance as well as a strong oxidant ($E^0 = 2.07$ V). Advanced oxidation processes usually consist of several synergy processes, including Ozone (O₃), fenton, Hydrogen peroxide (H₂O₂), UV, wet air oxidation, sonication and several bound processes such as the following. Systems such as peroxide/Ozone (O₃/H₂O₂), peroxide ultraviolet light (UV/H₂O₂), Peroxide/Ozone and ultraviolet light (O₃/H₂O₂ /UV) are examples. Among the different AOPs available, the ozonation process, which has emerged as a very promising and alternative wastewater treatment technique that does not produce sludge and residual ozone, also decomposes into water and oxygen. Ozone has a strong oxidizing property and is used effectively for the decomposition and mineralization of organic pollutants. However, the increase in the toxicity and disposal of the independent ozonation process of difficult decompose organic pollutants is not an effective and sustainable solution for the treatment of stubborn and large-molecule industrial wastewater. Therefore, a summary of the reaction mechanism is required to increase the success of the hybrid ozonation process and molecular ozone reactivity for the treatment of industrial wastewater. This study provides a combination of two different techniques and a detailed review of hybrid ozonation as a synergy effect to increase hydroxyl radical formation and thus increase degradation efficiency.

Keywords: Hydroxyl Radical, Ozone Molecule, Oxidant, Wastewater Treatment, Textile Dyes.

1. GİRİŞ

Su, bir yaşamın en temel gereksinimidir ve farklı ev ve sanayi faaliyetlerini gerçekleştirmek için kullanılır. [1]. Son yıllarda, tüm dünya, farmasötik ilaç atıkları, damıtma tesisleri, tekstil, gübre, tabakhane ve madencilik endüstrileri gibi kirletici endüstrilerin hızla gelişmesi, artan yaşam standartları, artan insan popülasyonu ve kentselleşme, tehlikeli kirleticiler içeren toksik ve yeniden kireçli atık suların üretimi nedeniyle su krizleriyle karşı karşıyadır. [2].

Artan kentselleşme ve endüstri, çevre kirliliği için önemli iki temel faktördür. Sanayileşme, endüstriyel atıklar, kontrolsüz kentselleşme ve hızlı nüfus artışı ve ile birlikte elverişli su kaynakları giderek azalmaktadır. Özellikle endüstrinin ve sanayinin gelişmesine bağlı olarak suya olan talebin artması nedeniyle, arıtılmış atık suların tekrar kullanımı ülkelerin su kaynaklarının kontrolü, planlanması ve geliştirilmesinde önemli bir parametre haline gelmiştir. [3].

Biyolojik ve kimyasal olarak atık suların yapısında bulunan ve bozunmayan organik bileşiklerin atık suda az da olsa varlığı, potansiyel kanserojenik özellikleri ve canlı organizmalar için toksik oldukları için halk sağlığında ciddi sorunlara neden olmaktadır. [4]. Bu biyolojik ve kimyasal olarak parçalanamayan ve tehlikeli kirleticiler çevreye öncelikle endüstriler aracılığıyla girmektedir. Bu nedenle endüstriyel atık suların öncelikli olarak arıtılması esastır. [5]. Çevre şartlarında bozunmadan kalabilen toksik organik maddelerin bir takım işlemlerden geçirilerek zararlı atık şekline dönüştürülmesi ekolojik döngü ve denge açısından zararlıdır. İleri oksidasyon prosesleri (İOP) suda mevcut olan organik kirleticileri gidermek amacıyla kullanılan ve prensip olarak hidroksil radikali üretimine dayalı olan yükseltgeme yöntemlerinin genel adıdır. Hidroksil radikalleri oksidasyon reaksiyonlarının gerçekleşmesine, kirletici organik maddenin tamamen parçalanıp mineralizasyona uğramasına, CO₂ ve H₂O gibi zararsız son ürünlerin oluşmasını sağlamaktadırlar. [6].

Aromatik halka içeren boya moleküllerin kimyasal oksidasyona uğramaları sonucu bu aromatik halkalar kırılır. Bu yolla atık sulardaki parçalanmaya uğramayan boyarmaddelerin giderimi sağlanmış olur. En çok bilinen ve en etkili ileri oksidasyon prosesleri ozonlama, ozon-UV (Foto-ozonlama) ya da ozon-H₂O₂ kombinasyonu, Fenton, Foto-Fenton prosesleridir. [7]. Kimyasal oksidasyon yöntemlerinden ozon ile oksidasyon zehirlilik ve birikicilik özelliğine sahip istenmeyen bileşiklerin giderilmesi amacıyla tercih edilmektedir. Ancak kimyasal oksidan olarak kullanılan klor (Cl₂), klordioksit (ClO₂), ozon (O₃), hidrojen peroksit (H₂O₂) ve permanganatın (MnO₄) uygulanması esnasında oluşacak yan ürünler ve oksidasyon kapasiteleri uygulama esnasında sınırlayıcı bir etki yapmaktadırlar. [6]. Klor gazından 1,52 kat daha yüksek oksidasyon potansiyeline sahip ozon gazının oksidasyon potansiyeli 2,07 eV'tur. Bu nedenle organik bileşiklerin çoğunu parçalayabilmekte ve ozon molekülü ile sulu çözeltilerde oluşan OH[•] radikalleri boya moleküllerinin yapısını oluşturan aromatik halkaları açabilmektedir. [8].

Teorik olarak, ozon gazı organik ve inorganik maddeleri en üst oksidasyon kademesine okside edebilmesine rağmen moleküler seçicilik ve bozunma hızları önem taşımaktadır. Ozon oksidasyonu sonucunda açığa çıkan ürünler oksitlenen maddeye göre farklılık göstermektedir. Ozonun seçici reaksiyonu, özellikle biyolojik ayrışmayı güçleştiren molekül yapılarını parçalamaktadır. Meydana gelen reaksiyon ürünleri, ozonla daha fazla okside olmaktadır. [6]. Ozonlama prosesi; su ve atıksu arıtımında kimyasal oksidasyon, renk ve koku oluşturma, istenmeyen bileşiklerin zararsız bileşiklere dönüştürülmesi ve daha sonraki arıtma işlemleri için uygun hale getirilmesi amacıyla da uygulanmaktadır.

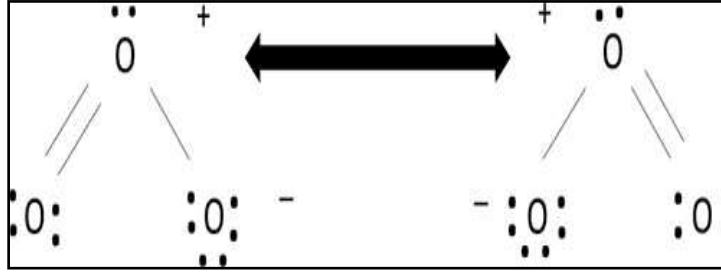
2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Ozon molekülü

Ozon molekülü (O₃) oda sıcaklığında renksiz, kendine özgü kokusu olan bir gazdır. Ayrıca aktif oksijen diye de bilinmektedir. Ozon molekülü (O₃), 1781 yılında içinden elektrik kıvılcımları geçirilen havada oluşan koku nedeniyle Van Marum tarafından fark edilmiş daha sonra 1840 yılında Christian Friedrich Schönbein

tarafından yeniden keşfedilerek ozon (O_3) adı verilmiştir. Marignac, Becquerel ve Fremy tarafından incelenerek yapısı ve Soret'in yaptığı araştırmalar sonucu da formülü bulunmuştur. [9,11].

Ozon molekülü (O_3) bilinen en etkili mikrop öldürücü ve koku gidericidir. Güneşin ultraviyole ışını ve yıldırım anında ortaya çıkan elektrik arkı ile oluşan O_3 , dünyanın etrafında koruyucu kalkan olarak mevcuttur ve canlıları güneşin radyasyon etkisine karşı korur. Yıldırımlar sonucu oluşan O_3 , havayı temizler. Ozon molekülü (O_3) üç oksijen atomundan oluşan stabil olmayan bir gazdır. Molekül yapısı Şekil 1.de gösterilmiştir. [10].



Şekil 1. Ozon molekülünün rezonans yapısı. [10].

Ozon molekülü (O_3), bir tekli bağ ve bir güçlü çiftli bağdan oluşan çok güçlü bir oksitleyici maddedir. Ozonun birbirine dönüşebilen iki rezonans yapısı mevcuttur. Moleküler ozonun elektrofil veya nükleofil olarak bir dipol maddesi olarak reaksiyona girmesi nedeniyle oksitleyici özelliği yüksektir. [10]. (Şekil 1).

Ozon molekülü (O_3), atmosferimizde doğal halde bulunan oldukça önemli bir maddedir. Günümüzde O_3 'ün yapay olarak üretebilmek mümkündür. Ozon (O_3), standart iki atom içeren oksijenden farklı olarak üç atoma sahip oksijenin bir formu şeklindedir. [9]. O_3 , gaz haldeyken mavi, sıvı ve katı haldeyken opak mavi-siyah renktedir. Normal sıcaklık ve basınç altında oldukça kararsız bir gaz olan O_3 , suda kısmen çözünür, keskin bir kokuya sahiptir ve gıdalara uygulanabilen en güçlü dezenfektanlardandır. [9,11]. O_3 (Ozon) yüksek sıcaklıkta kararlıdır; Buna karşılık soğukta dengesizdir, bozunarak oksijen verme eğilimi gösterir.

Ozon molekülü (O_3) ne kadar derişikse, bozunma o kadar kolay olur ve $100^\circ C$ 'ye kadar ısıtmayla bile meydana gelir. [12]. O_3 , oksijen yoğunluğunun 1.5 katı yoğunluğa ve oksijen çözünürlüğünün 12.5 katı çözünürlüğe sahiptir. Standart koşullar altında gaz formunda bulunan Ozon molekülünün (O_3) fiziksel kimyasal özellikleri Çizelge 1. de verilmiştir.

Ozon'un (O_3) çözünürlüğü, büyük ölçüde sıcaklığa ve O_3 'ün kısmi basıncına bağlıdır; bu nedenle O_3 'ün çözünürlüğünün arttırmak için sıcaklık düşürülebilir, havadaki oksijen basıncı artırılabilir ve temas yüzeyi artırılabilir. [13]. Ozon molekülü (O_3) su içerisinde çözüldüğü zaman iki yolla organik bileşiklerle reaksiyona girer. Direkt olarak moleküler O_3 şeklinde veya dolaylı olarak serbest OH^\bullet olarak reaksiyona girer. [14].

Çizelge 1. Ozon molekülünün (O_3) fiziksel, kimyasal ve termodinamik özellikleri. [9,11].

Görünür renk mavi	τ_{\max}	570-610 nm
UV-absorpsiyonu	τ_{\max}	253,7 nm
Oluşum enerjisi	ΔH	144, 42 kJ/mol
Kaynama noktası	Kp	-119,9 °C
Donma noktası	Kd	-192,5 °C
Kritik sıcaklık	Tk	-12,1 °C
Kritik basınç	Pk	53, 54 bar
Kritik hacim	Vk	111 cm ³ /mol
Yoğunluk	D	2,133 g/l
Bağ uzaklığı	A	127,8 pm
Valans açısı	α	116°45

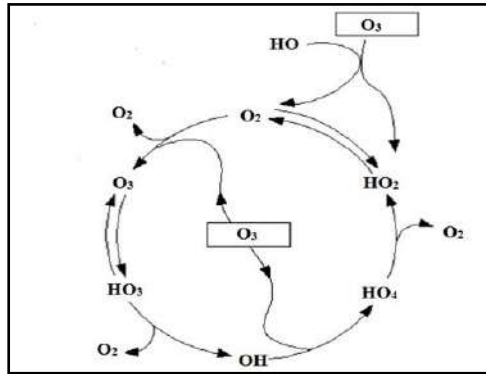
2.2. Ozon üretimi

Ozon molekülünün (O₃) kararsız bir madde olması nedeniyle taşınması ve depolanması mümkün olmamaktadır; bu yüzden O₃'ün kullanılacağı yerde ve anda üretilmesi gerekmektedir. Ozon (O₃) üretiminde en çok kullanılan yöntemler, elektrik akımı ile çalışan O₃ jeneratörleri ve elektrolitik O₃ jeneratörleridir. Bunlardan en çok kullanılan yöntem olan elektrik akımı ile çalışan Ozon jeneratörleridir. [9]. Bunların çalışma prensibi; yüksek konsantrasyon ve miktarda ozon (O₃) üretimi için, kuvvetli bir elektriksel alandan oksijence zengin bir gaz geçirilerek gerçekleştirilir. Yoğun enerji nedeniyle bazı oksijen molekülleri parçalanır ve oluşan oksijen atomları diğer oksijen molekülleriyle birleşerek O₃ molekülünü oluşturur. [15,16].

3. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

3.1. Ozonlama prosesinin mekanizması

Dairesel zincir prosesi uyarınca O₃'ün bozunması sonucunda meydana gelen başlıca türler, Şekil. 2'de sunulmuştur. Söz konusu proses, OH⁻ gibi bir bazın ilavesi veya H₂O₂ verilmesi veya O₃'ün fotolizi aracılığıyla başlamaktadır. [11]. Zincir bozunması mekanizmasının en belirgin özelliği, hidroksil radikallerinin (OH[•])'nin oluşumudur. Hidroksil radikalleri (OH[•]), neredeyse tüm organik maddelerle tepkimeye girebilen çok reaktif bir türdür. [17]. Bazı oksidanların oksidasyon potansiyelleri, Çizelge 2'de verilmiştir. Görüldüğü gibi oksidasyon potansiyeli O₃'den büyük olan tek element, florudur. [18].



Şekil 2. Sudaki O₃'ün OH⁻ iyonu tarafından başlatılan bozunması için dairesele

zincir mekanizması. [9,11].

Yüksek oksidasyon kuvveti, O₃'ün bakterilerin tahribatında tam etkin bir rol oynamasına sebep olur. O₃ gazının dezenfeksiyon etkisi, aynı şartlar altında klor molekülünden 3125 defa daha fazladır. [9,11].

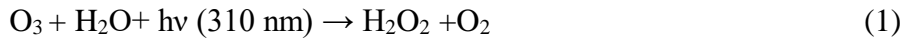
Çizelge 2. Oksidanlar ve oksidasyon potansiyelleri. [9,11].

Oksidant	Oksidasyon Potansiyeli (Volt)
F ₂	3.06
OH	2.80
O ₃	2.07
H ₂ O ₂	1.77
O ₂ H	1.70
HOCl	1.49
Cl ₂	1.39

Ozon molekülünün (O₃) başlıca kullanıldığı alanlar arasında ortamdaki havanın temizlenmesi, suların dezenfeksiyonu, tat, renk, bulanıklık ve koku giderilmesi, ağır metallerin uzaklaştırılması, bakteri ve virüslerin dezenfeksiyonu, gıda depolanması, kırmızı ve beyaz et işleme tesisleri, soğuk hava depoları, gıda endüstrisinde şişe ve yemek kaplarının dezenfeksiyonu, veterinerlik ve hayvancılıkta enfeksiyon giderilmesi, alfa toksin arındırılması gibi alanlar sayılabilir. [9,11].

3.2. Ozon/UV radyasyonu (O₃/UV)

Ozon ve UV radyasyonu ile ileri oksidasyon işlemi, ozon molekülünün fotolizi ile başlatılır. Ozon molekülünün foto depozisyonu, denklem 1 gösterildiği gibi 310 nm'den az UV radyasyonunda hidrojen peroksit ve hidroksil radikal oluşumuna yol açar.



Ozon molekülünün hidrojen peroksit ile daha fazla reaksiyonunun, $6.5 \times 10^{-2} \text{ M}^{-1}\text{s}^{-1}$ hız sabitiyle çok yavaş bir reaksiyon olduğu düşünülmektedir. [10].



Ek olarak, UV radyasyonu ile fotoliz üzerine hidrojen peroksit iki hidroksil radikali üretir. Ayrıca hidrojen peroksit, bir H₃O⁺ ve hidroperoksil anyonu (HO₂⁻) oluşturmak için asit baz denge reaksiyonuna (pK = 11.65) tabi tutulur. [10].



Zincir yayılma reaksiyonunda, hem ozon hem de hidrojen peroksit, hidroksil radikali ile reaksiyona girerek sırasıyla hidroperoksil (HO₂[•]) ve süperoksit radikallerini (O₂^{•-}) $1.1 \times 10^8 \text{ M}^{-1}\text{s}^{-1}$ ve $2.7 \times 10^7 \text{ M}^{-1}\text{s}^{-1}$ hız sabitiyle oluşturur.



Süperoksit radikali, pH = 7.9' da hidroksil iyonu OH⁻ (hız sabiti $1 \times 10^{10} \text{ M}^{-1}\text{s}^{-1}$) vermek üzere (denklem 7) hidroksil radikali ile reaksiyona girer. [10].



Hidroksil radikali hidroksil iyonu ile bile reaksiyona girerek O^{\bullet} (hız sabiti $1.3 \times 10^{10} M^{-1}s^{-1}$) elde edilir. Diğer tarafta süperoksit radikali yine ozon molekülü ile reaksiyona girerek ozonid radikali (O_3^{\bullet}) oluşturur ($k = 1.6 \times 10^9 M^{-1}s^{-1}$). Ozonid (O_3^{\bullet}) radikali H_2O ile reaksiyona girerek hidroksil radikali (OH^{\bullet}) ve hidroksil iyonu (OH^-) verir (hız sabiti: $9.4 \times 10^7 M^{-1}s^{-1}$).



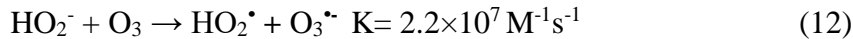
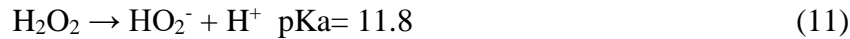
Bu sistem, hidroksil radikallerini (OH^{\bullet}) üretmek veya sonraki reaksiyonlar için kirletici maddeleri oksitlemek için üç bileşen içerir, yani UV radyasyonu, Ozon (O_3) ve hidrojen peroksit (H_2O_2). [10,19].

Böylece deney koşullarına bağlı olarak kirletici ile doğrudan ve dolaylı ozon reaksiyonları mümkündür. Ayrıca UV, O_3 ve H_2O_2 kombinasyonu, genel sonuçlara katkıda bulunan hidroksil radikalleri (OH^{\bullet}) üretebilir. [10,20].

3.3. Ozon/Hidrojen peroksit (O_3/H_2O_2)

Son yıllarda hidrojen peroksit (H_2O_2), farklı endüstriyel atık sulardan inatçı ve bozunması zor kirleticileri uzaklaştırmak için bir oksidant olarak yaygın olarak kullanılmaktadır. [21]. Birleşik O_3/H_2O_2 sistemi, organik kirleticilerin daha iyi uzaklaştırılmasını sağlar, çünkü H_2O_2 , aşağıdaki denklemlerle temsil edilen elektron transfer mekanizması tarafından hidroksil radikallerini oluşturmak için ozon molekülünün (O_3) ayrışmasını hızlandırır. [22].

Ozon/Hidrojen peroksit (O_3/H_2O_2) prosesi, peroksit olarak bilinen ve doğrudan ve dolaylı ozon reaksiyon mekanizmasıyla kirleticinin oksidasyonunu içeren O_3/H_2O_2 işlemidir. Hidrojen peroksit, bir anyon, HO_2^- olarak bulunduğu ozon ile reaksiyona girer. Reaksiyon hızı, başlangıçtaki ozon/hidrojen peroksit konsantrasyonuna bağlıdır. [23].



Ozonun, ozon ve hidrojen peroksit kaybına yol açacak ayrışmamış hidrojen peroksit ile reaksiyonu ihmal edilebilir.



Yukarıdaki denklemde üretilen hidroperoksil radikali HO_2^{\bullet} ve ozonid anyonu O_3^{\bullet} , daha sonra OH^{\bullet} üretmek için dolaylı yolun zincir reaksiyonuna girer. [10].

Toplam reaksiyon, iki ozon molekülünün iki OH ürettiği aşağıdaki şekilde tasvir edilebilir.



H_2O_2 , az miktarda ozonla olsa bile güçlü bir kirletici bozunma özelliğine sahiptir. Hidrojen peroksit sadece reaksiyon hızını arttırmakla kalmaz, aynı zamanda atık su kalitesini de artırır, fakat artık H_2O_2 mikroorganizma ve çevre için zararlıdır. [10].

4. TARTIŞMA SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu derleme, tekstil boyaların giderilmesinde, su ve atık sularda renk giderme ve dezenfeksiyonda hibrid ozonlama işleminin performanslarının ve bazı başarılı uygulamalarının yanı sıra prensipleri, avantajları ve sınırlamaları göstermiştir. Hibrit işlemin birleşik etkisinin bir sonucu olarak yoğun hidroksil radikal üretimi, geniş bir pH aralığında kirleticilerin etkili bir şekilde uzaklaştırılmasını sağlar ve verimli kütle transferine ilişkin son derece geliştirilmiş ozon kullanımı teknolojiyi sürdürülebilir kılar.

Hibrid yöntemler, endüstriler tarafından bertaraf edilen büyük miktardaki atık suyu parçalamak için ekonomik olarak uygulanabilir teknikler olmamasına rağmen atık suyun kısmi bozunması veya atık suyun biyolojik olarak parçalanabilirliğinin artırılması için hibrit ozonlama işleminin kullanılması, böylelikle biyolojik yöntemler kullanılarak ve işlemin ekonomik olarak yapılabilir hale getirilmesi için daha fazla artırılması istenir.

KAYNAKLAR

[1] Liang, S., Can, B.W., Min, J. ve Fang, X.L., (2012), “COD removal and biodegradability enhancement of pharmaceutical wastewater using a multilayer internal electrolysis reactor,” *Asian J. Chem.*, 24:112-116.

[2] Kalra, S.S., Mohan S., Sinha A. ve Singh, G., (2011), “Advance oxidation processes for treatment of textile and dye wastewater: a review,” 2nd International Conference on Environmental Science and Development, IACSIT Press, Singapore.

[3] İyizaman Ö., “Dispers boyama atık suyunun ozonlama ile geri kazanımı ve tekrar kullanımı”, Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bil. Enstitüsü, Bursa, Türkiye, 2014.

[4] Bethatech, D.A., (1995), “Choose appropriate wastewater treatment technologies,” *Chemical Engineering Progress*, 12:32-51.

[5] Sameena, N.M., Prakash, C.G., Atul, N.V., Vishal, W., Sera, D. ve Sandeep. N.M., (2017), “Comparison of coagulation, ozone and ferrate treatment processes for color, COD and toxicity removal from complex textile wastewater,” *Water Science Technology*, <https://doi.org/10.2166/wst.2017.062>.

[6] Başar G., “Bir reaktif boya hammadesi olan 2-naftilamin 3,6,8 trisülfonik asit (k-asit)’in ozonlama prosesi ile oksidasyonunun incelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bil. Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, 2011.

[7] Langlais, B., Reckhow, D.A. ve Brink, D.R., (1991), “Ozone in Water Treatment Application and Engineering,” Lewis Publishers, U.S.

[8] Muthukumar, M. ve Selvakumar, N., (2004), “Studies on the Effect of Inorganic Salts on Decolouration of Acid Dye Effluents by Ozonation,” *Dyes and Pigments*, 62:221-228.

[9] Kabaş Z.Y., “Binalarda oluşan nem kaynaklı yüzeysel bozulmalarda ozonlama yönteminin kullanımının araştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bil. Enstitüsü, Isparta, Türkiye, 2012.

[10] Sameena N. Malik, Prakash C. Ghosh, Atul N. Vaidya ve Sandeep N. Mudliar., (2020), “Hybrid ozonation process for industrial wastewater treatment:

Principles and applications: A review,” *Journal of Water Process Engineering*, 35:101193.

[11] Kıranşan M., “ZnO/montmorillonit nanokompozitin sentezi ve bazı organik kirleticilerin fotokatalitik-ozonlama prosesi ile gideriminde kullanım etkinliğinin incelenmesi”, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bil. Enstitüsü, Erzurum, Türkiye, 2015.

[12] Alver A., “Katalitik ozonlama işlemi ile sulardan dezenfeksiyon yan ürünleri öncülere gideriminin araştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, Aksaray Üniversitesi, Fen Bil. Enstitüsü, Aksaray, Türkiye, 2017.

[13] Ikehata, K., El-Din, M.G. ve Snyder, S.A., (2008), “Ozonation and advanced oxidation treatment of emerging organic pollutants in water and wastewater,” *Science and Engineering*, 30:21-26.

[14] Huang, W.J., Fang, G.C. ve Wang, C.C., (2005), “A nanometer-ZnO catalyst to enhance the ozonation of 2,4,6-trichlorophenol in water,” *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 260:45-51.

[15] Sorlini, S. ve Collivignarelli, C., (2005), “Trihalomethanes formation during chemical oxidation with chlorine, chlorine dioxide and ozone of ten Italian natural waters,” *Desalination*, 176:103-111.

[16] Bedük F., “Sentetik organik kirleticilerin katalitik ozonlamayla kimyasal oksidasyonu”, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bil. Enstitüsü, Konya, Türkiye, 2010.

[17] Glaze, W.H., Kwang, J.W. ve Chapin, D. H., (1987), “Chemistry of water treatment process involving ozone, hydrogen peroxide and ultraviolet radiation,” *Ozone Science and Technology*, 9(4):335-352.

[18] Gogate, P.R. ve Pandit, A.B., (2004), “A review of imperative technologies for wastewater treatment I: oxidation technologies at ambient conditions,” *Advances in Environmental Research*, 8:501-551.

[19] Shang, N., Chen, Y., Ma, H., Lee, C., Chang, C., Yu, Y. ve Lee, C., (2007), “Oxidation of methyl methacrylate from semiconductor wastewater by O₃ and O₃/UV processes,” *Journal of Hazardous Material*, 147:307–312.

[20] Chin, A ve Berube P.R., (2005), “Removal of disinfection by-product precursors with ozone UV advanced oxidation process,” *Water Research*, 39:2136–2144.

[21] Kılıç, M.Y., Yonar, T., ve Kestioglu, K., (2013), “Pilot-scale treatment of olive oil mill wastewater by physico-chemical and advanced oxidation processes,” *Environmental Technology*, 34:1521-1531.

[22] Lester, Y., Avisar, D., ve Mamane, H., (2010), “Photodegradation of the antibiotic sulphamethoxazole in water with UV/H₂O₂ advanced oxidation process,” *Environmental Technology*, 31:175–183.

[23] Lee, M.T. Merle, Rentsch, D., Canonica, S. ve Gunten, U.V., (2016), “Abatement of polychloro1,3-butadienes in aqueous solution by ozone, UV-photolysis, and advanced oxidation processes (O₃/H₂O₂ and UV/H₂O),” *Environ. Sci. Technol.*, 51:497–505.

**KENTSEL ARKEOLOJİK ALANLARIN DENEYİMLENMESİ: BARCELONA
KENTSEL ARKEOLOJİK ALANI VE SULTANAHMET KENTSEL
ARKEOLOJİK ALANI ÖRNEKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ****Sevcan ALTUNDAL**

Dokuz Eylül Üniversitesi

Prof. Dr. Hümevra BİROL

Dokuz Eylül Üniversitesi

Özet

Çok katmanlı yerleşimlerin temel verilerini barındıran kentsel arkeoloji kavramı, kültürel mirasın korunması ve geleceğe aktarılmasında etkin bir role sahiptir. Kentin sahip olduğu kültürel değerlerin çeşitliliğini ve zaman içerisindeki gelişimini sergileyen bu alanlarda, arkeolojik miras yönetimi ön plana çıkmaktadır. Kentsel arkeolojik alanlara yönelik koruma ilkeleri, günümüz teknolojilerinin sunduğu imkânlar ve disiplinler arası etkileşim ortamının da katkısıyla uluslararası alanda yeni gelişmeler kaydetmektedir. Bu alanların yönetim planında toplumsal katılımı destekleyen düzenlemeler ön plana çıkmaktadır. Böylece kentsel arkeolojik alanların sahip olduğu kültürel birikimin bireyler tarafından benimsendiği bir toplumsal bilinç oluşturulmaktadır.

Kentsel arkeolojik alanların planlanması sürecinde alanın bakım, onarım ve sergileme faaliyetlerine ek olarak yapılacak olan tasarım müdahaleleri, mekânın algılanma ve deneyimlenme düzeyini geliştirmektedir. Bu sayede kentsel arkeolojik alanlar, kullanıcıya düşünsel ve davranışsal deneyim imkânı sağlayabilmekte, bütüncül bir koruma yaklaşımı sergileyebilmektedir. Öte yandan, oluştukları ve dönüştükleri dönemlerin dinamiklerince biçimlenmiş olan bu alanlar, kentsel ve mimari karakterleri doğrultusunda farklı müdahale ve tasarım alanları olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bu çalışmada benzer özelliklere sahip iki kentsel arkeolojik alan, farklı kullanıcı deneyimleri üzerinden değerlendirilecektir. Örnek alanı olarak belirlenen Barcelona Tarih Müzesi Alanı ve Sultanahmet Kentsel Arkeolojik Sit Alanı bir dönem Roma İmparatorluğunun kültürel ortamı ile biçimlenmiştir ve sahip olduğu anıtsal yapılarla günümüze kadarki tarihsel süreci izleme imkânı tanımaktadır. Çalışma kapsamında seçilen kentsel arkeolojik alanların, algılanma ve deneyimlenmesine yönelik tasarım yaklaşımları tanımlanacak, farklı kullanıcı kitleleri tarafından deneyimlenmesine yönelik olumlu ve olumsuz yönleri karşılaştırılarak analiz edilecektir.

Anahtar Kelimeler: Kentsel Arkeolojik Alanlar, Kültürel Miras, Deneyim, Barcelona Kentsel Arkeolojik Alanı, Sultanahmet Kentsel Arkeolojik Alanı

EXPERIENCE OF URBAN ARCHEOLOGICAL AREAS: EVALUATION OF
BARCELONA URBAN ARCHEOLOGICAL SITE AND SULTANAHMET
URBAN ARCHEOLOGICAL SITE CASES**Abstract**

The term urban archeology which contains the basic data of multilayered settlements has an active role in preserving cultural heritage and transferring it to the future. Archaeological heritage management comes into forefront in these areas which display the diversity of the city's cultural values and its development over time. Protection principles of urban archaeological sites make new progress with the opportunities offered by today's technologies and contribution of the interdisciplinary interaction environment. Arrangements which support community involvement come to the fore in the management plan of these areas. Thuswise a social consciousness is created in which cultural accumulation in archaeological sites is adopted by individuals.

In the process of planning urban archaeological sites, the design interventions to be made in addition to the maintenance, repair and display activities of the area improve the perception and experience of the space. In this way urban archaeological sites provide the opportunity of intellectual and behavioral experience for the user and can display a holistic protection approach. On the other hand these areas which are formed by the dynamics of the periods in which they were formed and transformed appear as different intervention and design areas in line with their urban architectural characteristics.

In this study, two urban archaeological sites with similar characteristics will be evaluated through different user experiences. The Barcelona History Museum Area and the Sultanahmet Urban Archaeological Site, designated as the sampling area, were shaped by the cultural environment of the Roman Empire for a period of time and with its monumental structures, it provides the opportunity to follow the historical process until today. In the scope of the study, design approaches for perception and experience of selected urban archaeological sites will be defined and analyzed by comparing the positive and negative aspects of the experiences of different groups of users.

Keywords: Urban archaeological sites, cultural heritage, experience, Barcelona urban archaeological site, Sultanahmet urban archaeological site

1. GİRİŞ

Uluslararası platformda 1930’lu yıllarda “neyi korumalıyız?” sorusuyla gündeme gelen koruma anlayışı (Atina Konferansı-1931), 1960’lı yıllara gelindiğinde yasal düzenlemelerle (Venedik Tüzüğü-1964) tekil anıt ölçeğinden tarihi doku ölçeğine genişletilmiştir. Kamacı (2014), korumanın kavramsal gelişimi ve yasal uygulama alanlarını irdelediği çalışmasında bu süreci üç farklı dönemde sınıflandırmıştır; “ 1930-1975 yılları koruma öznesi tanımlama dönemi, 1975-2000 yılları koruma uygulamaları geliştirilmesi dönemi ve 2000’ler ise koruma yaklaşımında yeni hassasiyetler dönemi.” (Özcan, 2017, s. 1). Bu yeni hassasiyetler dönemi, kentsel ölçekte geliştirilmeye ihtiyaç duyulan; kentsel kimlik, koruma bilinci, toplumsal katılım, alan yönetimi ve planlama gibi bütüncül yaklaşımlar içermektedir. Kentsel arkeolojik alanların kentle bütünleştirilmesi de korumada yeni hassasiyetler arasında yer almaktadır (Özcan, 2017).

Kentsel arkeolojinin tarihteki gelişim sürecine bakıldığında, 19. yy’ da Oslo kent merkezinde yeni yapı inşası amacıyla yapılan kazılar karşımıza çıkmaktadır (Sarfati ve Melli, 1999; akt. Alpan, 2005). Bu rastlantısal keşif, Avrupa’da kentsel arkeoloji çalışmalarının başlangıcı sayılabilir fakat kentsel arkeolojik alanların belgelenmesini de kapsayan sistematik çalışmalar, İkinci Dünya Savaşı sonrası döneme denk gelmektedir. 1970’li yıllarda başta İngiltere olmak üzere kentsel arkeoloji alanlarının kent kimliğine kazandırılması ve belgelenmesine yönelik başarılı çalışmalar yürütülmüş ve bu çalışmalar diğer Avrupa ülkelerine örnek olmuştur. Türkiye’de ise kentsel alanın yoğun kullanımı ile son yıllarda artan altyapı çalışmalarıyla birlikte önemli kentsel arkeolojik veriler ortaya çıkmaktadır (Tuna, 2000).

Kentsel arkeolojik verilerin ortaya çıkarılması çalışmaları devam ederken, konuyla ilgili akademik yaklaşımlar da çeşitlenmiştir. Kentsel arkeolojinin literatürde ele alındığı başlıca alanlar; koruma uygulamaları (Bilgin, 1996), alan planlama ve yönetimi (Belge, 2004), yenileme müdahaleleri (Demirtaş ve Esgin, 2006), Uluslararası alanda gelişimi ve Türkiye’ye yansımaları (Aydeniz, 2009), tasarım önerileri (Bayraktar, 2010), sürdürülebilirliği (Tuna ve Erdoğan, 2016), yasal düzenlemeler (Özcan, 2017), mekânsal dönüşüm (Özcan ve Turan, 2018), sunum ve sergileme yöntemleri (Keskin, 2019) olarak çeşitlenmektedir. Kentsel arkeolojik alanlarda toplumsal katılım konusu da son yıllarda üzerinde durulan önemli bir konu haline gelmiştir (Alpan, 2005; Eres, 2013). Toplumsal katılımı esas alan bu çalışmalarda alanın deneyimlenmesi konu edilse de, kentsel arkeolojik alanlardaki deneyim imkânlarının çeşitliliğini temel alan çalışmalar sınırlıdır. Bu çalışmada belirlenen iki örnek alan üzerinden kentsel arkeolojik alanların deneyimlenmesine yönelik değerlendirmelerde bulunulacaktır.

2. YÖNTEM

İki önemli tarihi kent merkezi olan Barselona ve İstanbul, çok katmanlı kentler olma özelliğiyle birlikte yoğun kentsel arkeolojik değerler barındırmaktadır.

Çalışmada belirlenen örnek alanlara ilişkin kentsel arkeoloji ve deneyim kavramlarına yönelik literatür taraması ve karşılaştırmalı yöntem izlenecektir. Karşılaştırmalı yöntem benzerlik ve farklılıkların incelenerek neden-sonuç ilişkisinin kurulmasında önemli bir araçtır. Karşılaştırmalı yöntemin sistematik olarak izlenmesi için, mevcut literatürden faydalanılarak örnek alanların barındırdığı kültürel değerler, tarihi gelişim süreci ve günümüz kullanımı aktarılacaktır. Elde edilen bilgiler ışığında seçilen alanlardaki koruma yaklaşımları, planlama ve tasarım ilkeleri ve deneyim olanakları değerlendirilecektir.

3. KENTSEL ARKEOLOJİ VE DENEYİM İLİŞKİSİ

Sanat ve deneyim üzerine araştırmalar yapan eğitim kuramcısı Dewey (1959), deneyimin önemini 17. yy' a kadar anlaşılmasını, bilimin kesinlikleri karşısında kusurlu bir değerlendirme biçimi olarak görülmesiyle ilişkilendirmektedir. Deneyimin etimolojik yapısı üzerine araştırmalar yapmış olan düşünce tarihçisi ve kültür eleştirmeni Jay, çıkmak anlamına gelen *ex* ve denemek anlamına gelen *periri* (*perience*) kelimelerinin bir araya gelişlerine dikkat çekerek, insanın öğrenme sürecinden değişmiş olarak çıkması anlamına ulaşmaktadır (Jay, 2012; akt. Çoban, 2016). İki yaklaşım arasındaki zaman ve anlam farkından anlaşıldığı üzere, başlangıçta bilimsel açıdan önem verilmeyen deneyim kavramı zamanla öğrenmenin temel yöntemlerinden biri olarak kabul görmüştür. Mekânın deneyimlenmesi üzerine yoğunlaşan Pallasma (2011), deneyimin yalnızca görsel algıyla değil, bedensel ve ruhsal "çok duyulu" bir kavrayışla sağlanması gerektiğini ifade etmektedir. Bu çok duyulu kavrayış ortamının verimli alanlarından biri de tarihi kent merkezleridir. Geçmişle bugünün diyalogunu kent üzerinden okumamızı sağlayan bu alanların korunması ve geleceğe aktarılmasında kentlilik bilincini güçlendiren deneyim olanakları geliştirilmelidir.

Kentsel arkeolojik alanlar, zaman ve kronoloji algısı oluşturma, antik çağdaki günlük yaşantıyı tanıtmaya, yeraltı kalıntılarını muhafaza etme, yerüstü kalıntılarıyla merak hissi uyandırma ve geçmişle bugünü kıyaslama olanaklarıyla kent içerisinde farklılaşan alanlardır (Torres ve Grant, 2011). Hem yerel halkın arkeolojik alanı sahiplenmesi hem de turistik ziyaretlerde alanın sahip olduğu değerleri anlamayı öncelik alan deneyim olanaklarına son yıllarda öncelik verilmektedir (Eres, 2016). Kent içerisinde bir odak noktası olarak ele alındığında ise; işlevsel mekân kurgusuyla, yapısal ölçeğiyle, malzeme kullanımıyla, zamanla geçirdiği fiziksel dönüşümlerle ve tarihsel süreçteki kullanımlarıyla önemli deneyim mekânlarıdır. Kentsel arkeolojik alanların karakteristik özelliklerini algısal bir eyleme dönüştüren araçlardan bazıları; canlandırma (maket ve çizim) tekniği, güzergâh/yol tasarımları, dijital ortamda üç boyutlu modelleme teknolojisi, sanal gerçeklikle tamamlama teknolojisi ve mobil uygulamalardır (Keskin, 2019).



Şekil 1: Antakya müze-otel projesi kesiti (Özcan, 2017)



Şekil 2: Antakya müze-otel projesi uygulama aşaması (Özcan, 2017)



Şekil 3: Tarihi kent merkezinde Roma Çağı kalıntılarının sergilenmesi, Verona (Tuna, 2000)

4. BARCELONA KENTSEL ARKEOLOJİK ALANI

1877 yılından 1930'lu yılların başına kadar, kentle ilgili değerli kalıntıların toplandığı ve sergilendiği sınırlı müze mekânları tanımlanmıştır. Barcelona kentsel arkeolojik alanında 1930'lu yılların başında uygulanan bir ortaçağ saray yapısının Placa del Rei (Kral Meydanı)'na taşınması ve orijinal haliyle bu alana konumlandırılması sürecinde Placa del Rei alanındaki Roma Dönemi kalıntıları ortaya çıkmıştır. Bu kalıntıların ortaya çıkması, kentsel arkeolojik alanın farklı bölgelerinde bulunan diğer Roma Dönemi kalıntılarını da açığa çıkarılmasını sağlamıştır (MUHBA, 2011).

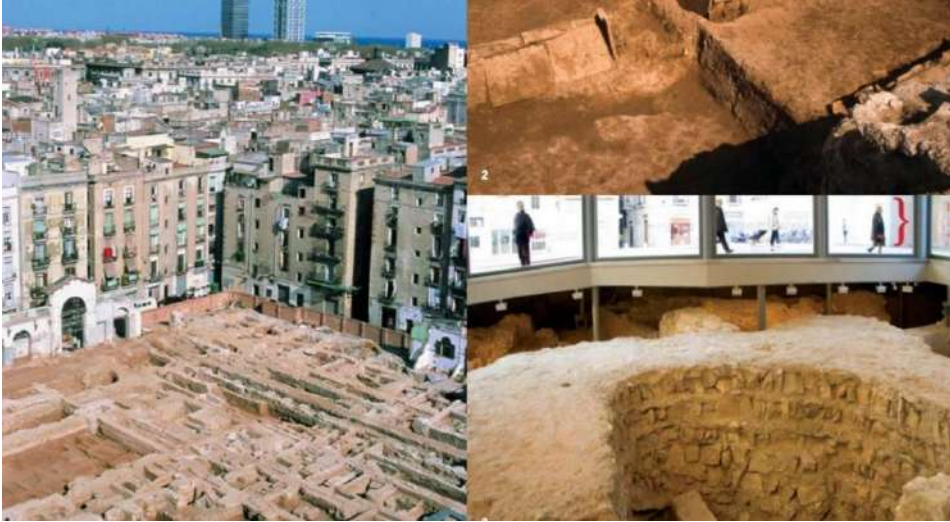
Roma Dönemi sur duvarı iç çeperinde yer alan, antik kent merkezinin etrafında konumlanmış konut alanları 1800'lü yılların başında kısmen terkedilmiş çöküntü alanları halini almıştır. Giderek güvensiz bir hale gelen kent merkezinde, yerel otoritenin de desteğiyle yerli halkın sosyal ve ekonomik yönlerden desteklenerek katılımının sağlandığı bir kent yenileme sürecine 1988 yılında girilmiştir. Bu yenileme sürecinin esas aldığı planın temel ilkeleri; merkezilik, aktivite odakları, esneklik, eğitim ve yenilik merkezleri, yeni konut sunumu, çekim noktaları yaratmak olarak belirlenmiştir (Demirtaş ve Esgin, 2006). Barcelona Ciutat Vella kentsel arkeolojik alanında gerçekleştirilen bu düzenlemeler sonrasında mekânsal katılımcılığa öncelik tanıyan deneyim olanakları artmıştır. Kent tarihi müzesinin

(MUHBA) de desteğiyle sürekli eğitim ve aktivite programları düzenlenerek kent kimliğinin benimsendiği bir ortam oluşturulmuştur.



Şekil 4: Kent tarihinde meydana gelen bir saldırının tarihi kent merkezindeki kentsel boşlukta protesto edilişi (MUHBA Bülten, 2017)

Şekil 5: Şehir Okuma, Tarih Eğitimi (MUHBA Bülten, 2016)



Şekil 6: Santa Catarina Pazarı, yenileme süreci kazı alanı görünümü ve yenileme sonrası sergileme (MUHBA Bülten, 2017)



Şekil 7: Santa Catarina Pazarı, yenileme sonrası pazar işleviyle (Kentin düz ve dalgalı yüzeylere yönelik bir mimari ifade biçimi) (MUHBA Bülten, 2017)

5. SULTANAHMET KENTSEL ARKEOLOJİK ALANI

Sultanahmet Kentsel Arkeolojik Alanı'nı da içerisine alan İstanbul Tarihi Yarımadası gelişim süreci Byzantion kenti ile başlamış, Roma, Bizans ve Osmanlı Dönemlerindeki idari merkez konumundan sonra Türkiye Cumhuriyeti sınırlarında günümüze kadar ulaşmıştır. Dolayısıyla Tarihi Yarımada yoğun kültürel miras çeşitliliğine sahip, çok katmanlı bir kent niteliğindedir. Tarihi Yarımada'da bulunan ve dört bölgeden oluşan 'İstanbul'un Tarihi Alanları' 1985 yılında Dünya Miras Listesi'ne dâhil edilmiştir. Sultanahmet kentsel arkeolojik alanı Tarihi Yarımada'nın doğusunda konumlanmaktadır. Sarayburnu Tepesi üzerindeki Topkapı Sarayı'nı içeren Sur-i Sultani Bölgesi ve Sultanahmet Bölgesi olmak üzere kendi içerisinde iki bölgeye ayrılmaktadır. Doğu sınırını Roma Dönemi kalıntısı olan kent surları oluşturmaktadır. Topkapı Sarayı Müzesi, İstanbul Arkeoloji Müzeleri, Aya İrini Müzesi gibi müzelerin yer aldığı Sur-i Sultani Bölgesi, İstanbul I Numaralı Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kurulu'nun 12 Temmuz 1995 tarih ve 6848 sayılı kararı ile I. derece arkeolojik sit ilan edildi. Sultanahmet Bölgesi ise; sahip olduğu anıtsal eserlerin yanı sıra kısmen konut, kısmen de ticaret ve turizm işlevleri barındırdığından kentsel arkeolojik sit alanı olarak ilan edilmiştir (Tarihi Yarımada Yönetim Planı, 2018).



Şekil 8: Sultanahmet Kentsel Arkeolojik Koruma Alanı Sınırları
<http://www.alanbaskanligi.gov.tr/index.html>

Sultanahmet Kentsel Arkeolojik Alanı'nda hedeflenen koruma ilkelerinde başlıca ele alınan konular; özgün koruma uygulamaları, alan erişilebilirliği, somut ve somut olmayan kültürel değerlerin sürdürülebilirliği, güvenli ortam sağlanması, kültür ve turizme teşvik, yerel kullanıcının barınma, yaşam ve mülkiyet haklarının korunmasıdır.

Sultanahmet kentsel arkeolojik alanında düzenlenen aktiviteler; müze, sergi gezme olanakları dışında oldukça sınırlıdır. Toplumsal katılımın sağlandığı bir düzenli aktivite programı yerine nadiren farklı sivil toplum örgütleri tarafından planlanan etkinlikler gerçekleştirilmektedir.



Şekil 9-10: İstanbul Arkeoloji Müzesinde düzenlenen bir klasik müzik konser etkinliği (Emir, 2017 <https://arkeofili.com/author/basak-emir/page/3/>)

6. DEĞERLENDİRME-SONUÇ

İki örnek alan arasındaki ortak özelliklere bakacak olursak, kültürel miras zenginliği, yıkılma tehlikesi altında olan yapıların varlığı, altyapı sisteminin yetersizliği, kötüye giden ekonomik durum, nüfus yoğunluğu ve güvenlik problemi belirgin olarak gözlemlenmektedir. İncelenen Barselona Ciutat Vella ve İstanbul Sultanahmet kentsel arkeolojik alanlarındaki dönüşüm süreçleri benzer sorunlar neticesinde başlamış olsa da, Ciutat Vella örneği daha sistematik ve hedefler dâhilinde ilerletilmiştir. Bu bölgede elde edilen başarının başlıca nedenleri; alt ve üst ölçekte uyumlu ilerleyen planlama çalışmaları ve katılımcı uygulamanın yerel kentliye önemli imkânlar sunmasıdır (Şahingür, 2005). Fiziksel koşulların profesyonelce iyileştirildiği Ciutat Vella bölgesinde, yerli halk ve turist kent tarihi müzesinin her yıl düzenlediği etkinlik programında kenti deneyimlemeye yönelik anlamlı aktiviteler bulabilmektedir. Tarihi Yarımada da ve Sultanahmet kentsel arkeolojik alanındaki sürecin daha yavaş ilerlemesindeki önemli etkenlerden biri; idari birimler arasındaki aksaklıklardır (Şahingür, 2005). Korumada bütüncül ve katılımcı yaklaşım hedefler arasında yer alsa da henüz tekil ve parçalı bir koruma yöntemi uygulanmaktadır. Bu durumda toplumsal katılıma teşvik edecek kentsel odak noktaları oluşturmak mümkün değildir.

KAYNAKLAR

Alpan, A. (2005). Integration of Urban Archaeological Resources to Everyday Life in the Historic City Centres Tarragona, Verona and Tarsus, Yüksek Lisans Tezi, METU, The Graduate School of Natural and Applied Sciences, Ankara.

Aydeniz, E. N. (2009). Kent Arkeolojisi Kavramının Dünyadaki Gelişimi ve Türkiye'deki Yansımaları, Journal of YaşarUniversity, 4(16), 2501-2524.

Bayraktar, S. (2010). Kentsel Alanda Arkeolojik Park Tasarımı: Küçükyalı ve Saraçhane Arkeolojik Parklarının Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İTÜ, İstanbul.

Belge, B. (2004). Çok Katmanlı Tarihi Kent Merkezlerinin Yönetimi: Kentsel Arkeoloji ve Planlama, Planlama Dergisi, 4, 48-56.

Bilgin, G. A. (1996). Kentin Geleceği İçin Yapılacak Çalışmalara Esas Olarak Kent Arkeolojisi Uygulama Örneklemesi: Bergama, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, ODTÜ, Ankara.

Çoban, A. C. (2016). Mimarlıkta Deneyim Söylemi, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Bilgi Üniversitesi.

Demirtaş, Y. ve Esgin, İ. (2006). Bir kentsel yenileme deneyimi: Barselona. Planlama Dergisi, 155-162.

Dewey, J. (1959). Art as experience. A Putnam Capricorn book. New York: Capricorn Books.

Eres, Z. (2016). Arkeolojik kazı, koruma, sergileme ve toplum ilişkisi-Kırklareli'nde tarih öncesi arkeolojik alanlar üzerinden bir deneyim, İstanbul: Arkeoloji ve Sanat Yayınları, 144, 115-156.

Hazar, D. (2012). Kentsel Planlama ve Tasarım Süreçlerinde Kentsel Kuşak Alanları: İstanbul ve Barselona Kentleri Karşılaştırmalı Değerlendirmesi, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İTÜ, İstanbul.

Jay, M. (2012). Deneyim Şarkıları, Evrensel Tema Üzerine Modern Çeşitlemeler. (Barış Engin Aksoy, Çev.). İstanbul: Metis Yayınları.

Kamacı, E. (2014). 2863 Sayılı KTVKK'nın Uluslararası Yasal Düzenlemeler Bağlamında Değerlendirilmesi, METU Journal of the Faculty of Architecture, 31,2, 1 – 23.

Keskin, Y. (2019). Arkeolojik Alanlarda Bir Sunum Yöntemi Olarak Arkeoparklar, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, DEÜ, İzmir.

MUHBA (2011) 'Barcino/BCN: Guia D'Historia Urbana', Museu D'Historia De Barcelona (Barcelona).

Özcan, E. (2017). Samsun Saathane Meydanı Özelinde Kentsel Arkeolojik Varlıkların Kentle Bütünleştirilmesinin Yasal Boyutuna İlişkin Bir Model Önerisi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, Türkiye.

Özcan, E. ve Turan, S. (2018). Mekansal Dönüşüm Sürecinde Kentsel Arkeolojik Alanların Kentle Bütünleşme Düzeylerinin Avrupa ve Türkiye'deki Örnekler Üzerinden İncelenmesi, Uluslararası Kentleşme ve Çevre Sorunları Sempozyumu: Değişim/Dönüşüm/Özgünlük, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.

Pallasmaa, J. (2011). Tenin Gözleri: Mimarlık ve Duyular. (Aziz Ufuk Kılıç, Çev.). İstanbul: Yapı Endüstri Merkezi.

Sarfati, H. ve Melli, P. (1999). Archaeology and the Town, Report on the Situation of Urban Archaeology in Europe, Council of Europe Publishing.

Şahingür, A. (2005). Kentsel Yenileşme Projelerinin Katılım Boyutu: Ciutat Vella ve Fener Balat Örnekleri, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, MSGSÜ, İstanbul.

Tarihi Yarımada Yönetim Planı, (2018) <http://www.alanbakanligi.gov.tr>

Torres, S. ve Grant N. (2011). Forty years of 'archeology for children'. *Arqueologia Publica: Online Journal in Public Archeology*. (1), s. 29-43.

Tuna, N. (2000). Kentsel Arkeoloji Üzerine, *IDOL: Arkeologlar Derneği Dergisi*, 7, 7-13.

Tuna, A. ve Erdoğan, E. (2016). Arkeolojik Sitlerin Sürdürülebilirliği Kapsamında Arkeolojik Parklar, *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13 (2), 110-122.

**BURSA İLİ BEBEK-ÇOCUK GİYİM SEKTÖRÜNÜN MEVCUT
DURUMUNUN ANALİZİ****Dr. Öğr. Üyesi Öznur Yavan TEMİZKAN**

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi

Arş. Gör. Yunus Emre SÜRME

Bursa Teknik Üniversitesi

Özet

Başta Türkiye olmak üzere, birçok ülkenin dış ticaretinde önemli bir yer tutan tekstil sektörü, insan tüketiminin başında gelen endüstriyel alanlardan biridir. Doğal olarak dünya genelinde nüfusun ve ticaret hacminin hızla artışıyla birlikte tekstil ürünlerine olan talep artmaktadır. Özellikle Bebek-Çocuk konfeksiyon ürünlerinin sektör içindeki payı hızla yükselmektedir. Türkiye’de tekstil sektörünün lokomotif kenti olarak bilinen Bursa’da da bu ürünlere yönelik yapılan üretim faaliyetlerinin ve buna bağlı olarak ihracat hacminin hızla arttığı tespit edilmiştir. Ancak şehirde sektörün bu denli ivme kazanması birçok avantajı beraberinde getirirse de, çeşitli dezavantajlı süreçlerin ortaya çıkmasına da sebep olmuştur. Dolayısıyla sahip olunan güç ve karşılaşılan fırsatlar kadar, zayıf olunan noktalar ve karşılaşılan tehditler de bulunmaktadır. Bu çalışmanın amacı Bursa’da yerleşik olan ve Bebek-Çocuk Giyim sektöründe faaliyet gösteren firmaların mevcut durum (SWOT) analizleri yapılarak, sektörün güçlü ve zayıf yönleri ile tehdit ve fırsatlarının ortaya konulmasıdır. Elde edilen analiz sonuçlarına göre firmaların ağırlıklı olarak ihracata dönük satışları, müşteri çeşitliliği, güvenilirlik algısı, nitelikli ve geniş ürün yelpaze sunma yetkinliği sektörün güçlü yanlarından bazıları olurken; nitelikli eleman eksikliği, vizyoner hedeflerin olmaması, Ar-Ge projeleri yaratamama, firmaların başka firma modellerini kopyalamaya yeltenmesi zayıf yönler olarak tespit edilmiştir. Diğer yandan Bakanlıkça sağlanan devlet destekleri, Avrupa’ya kıyasla düşük üretim maliyetleri, Suriyeli işgücünün Bursa’da bulunması, fırsat olarak değerlendirilen hususların başında gelirken; dövizde meydana gelen ani dalgalanmaları, siyasi krizleri/belirsizlikleri, merdiven altı üretimi, enerji ve ulaşımdaki yüksek fiyat artışlarını tehdit olarak algılanan bazı hususlar olarak saymak mümkündür.

Anahtar Kelimeler: Bebek-Çocuk Giyim Sektörü, SWOT Analizi, Bursa.

**ANALYSIS OF THE CURRENT SITUATION OF THE BABY-KIDS APPAREL
SECTOR IN BURSA****Abstract**

Textile industry, which takes a major part in foreign trade of many countries, Turkey being one of the leading ones, is one of the leading areas for human consumption. It is by nature of this characteristic that demand for textile products is increasing parallel to the increase in the worldwide population and trade volume. Especially share of baby-kid apparel products increases very rapidly in the total.

When analyzed from this aspect, the demand for textile products increases with the rapid increase in the trade volume and population worldwide, and the share of Baby-Kids apparel products in the sector is increasing rapidly. It has been determined that the production activities and export volume of these products have been increasing rapidly in Bursa, which is known as locomotive city of Turkish textile sector. However, despite the many advantages of high degree of momentum gained by the sector, it also brought about many disadvantageous progresses. Therefore, there are weak points and threats encountered as well as the power and opportunities obtained. The purpose of this study is to analyze the current situation (SWOT) of the companies located and operate for Baby-Kids sector in Bursa, and to reveal the strengths and weaknesses, threats and opportunities of the sector. According to the results of analysis obtained; export-oriented sales of companies, customer diversity, perception of reliability, and the ability to offer a wide range of qualified products are some of the strengths of the sector; while lack of qualified personnel and visionary targets, not being able to create R&D projects and attempting to copy their company models were identified as weaknesses. On the other hand; the state incentives provided by the Ministry, low production costs compared to Europe, the presence of the Syrian workforce in Bursa are the main issues as opportunity; while sudden fluctuations in the currency, political crises/uncertainties, high price increases in under-the-counter production, energy and transportation costs can be stated as some of the issues perceived as threats.

Keywords: Baby-Child Apparel Sector, SWOT Analysis, Bursa.

1.GİRİŞ

Teknolojide meydana gelen değişimler, küresel ticarete artan rekabet, yeni ürün yelpazesinin sürekli artışı, iç ve dış piyasalara karşı sürekli uyum sağlanması işletmelerin varlıklarını sürdürebilmeleri için günümüz koşullarında olmazsa olmaz hususlardır. Bunun yanı sıra uzun vadede bir işletmenin büyümesi ve yeni hedefler çerçevesinde üretimini sürdürmesi stratejik açıdan önem arz etmektedir. Zira piyasa şartlarında ve düşük maliyetli üretim süreçlerinin olduğu günümüz dünyasında işletmelerin varlığını sürdürebilmesi bu koşullar altında ilerlemektedir. Bundan dolayı, işletmelerin uzun vadede stratejik ve rekabet üstünlüğü yakalayabilmeleri için hem iç, hem de dış çevre analizlerini dikkatli bir şekilde oluşturmaları gerekmektedir. Bu ise işletmelerin mevcut ve geleceğe dönük durum analizleri yapması akabinde gerçekleştirilebilecek bir süreçtir.

İşletmelerin varlığını sürdürebilmesi için iç ve dış çevre koşullarını bilmeleri önemli bir husustur. Zira işletmelerin kendi içinde buldukları durumu görmesi, bu doğrultuda yeni stratejileri izlemesi seçim ve değerlendirme sürecinde etkili bir araçtır. Özellikle küreselleşen günümüz dünyasında hiç bir işletmenin ulusal ve uluslararası çevreden bağımsız hareket edemeyeceği düşünüldüğünde, bu hususların kayda değer bir önem taşıyacağı konusunda hiç şüphe yoktur.

İşletmelerin stratejik açıdan hedeflerinin belirlenebilmesi ve bu değerlendirmenin nitelikli ve özgün bir şekilde yapılabilmesi için içsel açıdan güçlü

ve zayıf yönlerinin ortaya konulması, dışsal açıdan ise fırsat ve tehditlerinin belirlenmesi şarttır. Böylelikle işletmenin bağlı bulunduğu endüstride mevcut durumu görülebilecek ve bu doğrultuda hedefleri şekillenecektir. Bu yönetim tarzı altında bir işletmenin faaliyet göstermesi, o işletmenin geleceğinin öngörülmesi anlamını taşımaktadır. İşte bu noktada başvurulan en iyi tekniklerden biri SWOT analizidir.[1]. Bu bağlamda, çalışmada SWOT analizi tekniği kullanılarak Bursa ilinde faaliyet gösteren Tekstil/Bebek-Çocuk Giyim Konfeksiyon sektöründeki işletmelerin mevcut durumlarını görmeleri ve bu doğrultuda yeni stratejiler geliştirebilmelerine yardımcı olması açısından bir durum analizi yapılmıştır.

Çalışmada öncelikle Tekstil/Bebek-Çocuk Giyim Konfeksiyon sektörü ile ilgili güncel bilgiler, akabinde çalışmanın temelini oluşturan SWOT analizine yönelik literatür verilmiş, uygulama bölümünde ise çalışma bağlamında örneklem alınan işletmelerin durum analizi yapılarak tüme varımsal analizi gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın son bölümünde ise sonuçlar, üstün/zayıf yönler – fırsat/tehditler tespit edilerek gelecek araştırmalar için önerilerde bulunulmuştur.

2. LİTERATÜR TARAMASI

SWOT analizi ile ilgili literatürde yer alan birçok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmaların bazıları sektörel bazda yapılan çalışmalar olurken, bazıları ise bir bölgeye dönük veya spesifik bir amaca yönelik olarak hazırlanmıştır. Aşağıda yer alan tablo iki kısma ayrılarak incelenmiştir. Bunlardan sol kısımda kalan ve “BURSA” başlığıyla ele alınan kısım Bursa iline dönük yapılan çalışmalarını göstermektedir. Sağ tarafta belirtilen “DİĞER ÇALIŞMALAR” kısmında ise Bursa ili dışında kalan ve Türkiye’deki diğer illere dönük olarak yapılan çalışmalar yer almaktadır.

BURSA			DİĞER ÇALIŞMALAR		
Yazar(lar)	Çalışma Konusu /Analiz Yöntemi	Sonuçlar / Temel Bulgular	Yazar(lar)	Çalışma Konusu /Analiz Yöntemi	Sonuçlar / Temel Bulgular
Çurkan, Tamer ve Çopur (2011)	Dondurulmuş Sebze ve Meyve İhracatı /SWOT	Bursa ilindeki bazı firmaların analiz kapsamına dahil edildiği bu çalışmada, gıda sektörüne yönelik SWOT analizi gerçekleştirilerek sonuç kısmına değinilmeden makale sonlandırılmıştır.	Yumuk, İnan (2005)	Trakya Bölgesi İmalat Sanayi İşletmeleri Kalite Maliyetleri / SWOT	Yoğun rekabetin yaşandığı günümüz koşullarında etkin ve etkili işletmelerin tespit edilmesi çalışmanın temel hedefi olmuştur. Çeşitli öneri ve bulguların yer aldığı çalışmada yüksek kalite ve düşük maliyet konularıyla ilgili süreçlere önem verilmesi gerektiği belirtilmiştir.
Simit, Rizelioğlu ve Arslan (2016)	Türkiye'nin ilk yerli tramvayı: İpekböceği/SWOT	Türkiye'nin ilk yerli tramvayı "İpekböceği"nin ilgili analizinin yapıldığı bu çalışmada, T1 tramvay hattının mevcut açıdan problemler barındırdığı ve bu problemlerin çözümü için ilk aşamada SWOT analizi yapıldığı belirtilmiştir. Çalışma sonunda 6 maddelik sonuç listesi hazırlanmış ve önerilerde bulunulmuştur.	Durgun (2007)	Isparta Turizmi / Anket-SWOT	Bu çalışmada Isparta ilinin turizm sektörüne yönelik yapılan SWOT çalışması ile turizmin alternatif türleri ve mevcut durumu ele alınmıştır. Elde edilen bulgulara göre ilin güçlü yönlerini tarihi, kültürü tabiat varlıkları gibi hususlar oluştururken, zayıf yönlerini ise pazarlama eksikliği, gelişmemiş turizm bilinci gibi hususlar oluşturmuştur. Alternatif turizm türleri fırsat olarak değerlendirilirken, ilin turistik imajının zayıf olması tehdit olarak görülmüştür.
Erken, Atanur ve Tanlıöver (2019)	Bursa Florası / SWOT	Floraya bağlı doğa turizmin faaliyetleri açısından Bursa ilinin potansiyelinin değerlendirildiği bu çalışmada 16 maddelik sonuç listesi hazırlanmış ve önerilerde bulunulmuştur.	Şarkaya İçellioğlu (2014)	İstanbul'un Turizm Potansiyeli / SWOT	Kent turizminin ele alındığı ve İstanbul şehrinin SWOT analiziyle değerlendirildiği bu çalışmada, şehrin turizm potansiyelini arttırmak adına önerilerde bulunulmuştur. Çalışmada şehri ziyaret edenlerin memnun ayrılması gerektiği, altyapı ve planlama konularında kentin istenilen seviyede olmadığı, reklam ve tanıtım faaliyetlerinin artırılması, betonlaşmanın durdurulması, gerektiği gibi sonuçlara yer verilen çalışmada birçok öneride bulunulmuş ve SWOT analizine yer verilmiştir.
Şerbetçi (2019)	Bursa'da mekân kullanımını etkileyen doğal faktörler / SWOT	Mekân kullanımını etkileyen faktörlerin araştırıldığı bu çalışmada, çevre faktörlerinin kente etkisi tespit edilmeye çalışılmıştır. Analiz sonucunda çeşitli semtlerle ilgili verilen teknik bilgiler neticesinde kentsel yayılmanın doğal kaynakları tehdit ettiği tespit edilmiştir. Yazar	Kökten, Karakaya (2017)	Karabük Demir Çelik Sektörü / Anket-SWOT	Karabük ili demir çelik sektöründe faaliyet gösteren işletmelerin analize dâhil edildiği bu çalışmada, sektörün mevcut durumu ortaya konulmuş, geleceğe dönük stratejilerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Yüz yüze görüşme yapılarak anketin uygulandığı bu çalışmada ilin sahip olduğu coğrafi konum, ürünlere talep ve tüketim

		tarafından konuyla ilgili verilen teknik bilgiler akabinde mekânsal kullanımı etkileyen doğal faktörlere dönük SWOT analizi ile değerlendirmeler yapılmıştır.			güçlü yönler ve fırsat olarak değerlendirilirken; altyapının yetersizliği, maliyetli yatırım süreçleri zayıf yönler ve tehdit olarak tespit edilmiştir.
Pirselimoğlu Batman, Çelik Çanga, Sökmen (2019)	Kültürel Peysajları- Cumalıkızık/SWOT	Kültürel peyzaj değerlerinin belirlenmesinin hedeflendiği ve bu değerlerin kırsal turizm üzerindeki etkisinin araştırıldığı bu çalışmada, Cumalıkızıkta var olan festival geleneğinin sürdürülmesi gerektiği, kültürel peyzaj değerlerinin de sürdürülebilirliğini sağlayacak etkili planlamaların yapılması gerekliliği, ulaşım çeşitliliğinin artırılması gibi birçok öneri ile analize konu süreçlerle ilgili değerlendirmeler yapılmıştır.	Kızılaslan, Ünal (2014)	Tokat ili Eko turizm-Kırsal Turizm / SWOT	Tokat ilinin eko turizm ve kırsal turizminin mevcut durumunun belirlenmesine yönelik yapılan bu çalışmada, kentin ekoturizm/kırsal turizme uygun koşullara sahip olduğu belirlenmiştir. Bunun yanı sıra özellikle kırsal bölgede yaşayan vatandaşların yeterli imkânlarla sahip olamamalarından ötürü o bölgede yeterli kalkınmanın olmadığı saptanmıştır. Çalışmada Tokat ili turizminin önemli bir politik araç olarak kullanılması gerektiği belirtilerek, çeşitli değerlendirmeler ve önerilerde bulunulmuştur.
Kara, Kılıç (2019)	Kızık köylerin kırsal turizm açısından analizi / Anket-SWOT	Kızık köylerinin kırsal turizm potansiyelini belirlemek ve bu potansiyelin kentsel rekreasyon açısından nasıl ele alınması gerektiği ve SWOT analizi ile birlikte köylerin turizm potansiyelinin değerlendirildiği çalışmada, kırsal yapıların turizme açıldığı belirtilmiş, açılan bu turizm alanlarının ziyaretçilerin artırılması için reklam vb. tanıtımların yapılması gerektiği belirtilmiş, bu süreçler sürdürülürken Valilik, STK vb. kurumlarla işbirliği içinde bulunulması gerektiği gibi bir çok husus hakkında görüş ve değerlendirme ortaya konulmuştur.	Bağcı, (2017)	Karataş Muğla Bölgesi Mermer Sektörü / Anket-SWOT	Çalışmada Muğla bölgesinde bulunan mermer ocak ve fabrika tesislerinin işleme teknolojileri, pazar durumu ve çalışan dağılımları gibi faktörler ele alınarak SWOT analizi gerçekleştirilmiştir.

3. BURSA BEBEK-ÇOCUK GİYİM SEKTÖRÜNÜN FAALİYETLERİ AÇISINDAN DURUM (SWOT) ANALİZİ

SWOT analizi bir konu ile ilgili gelecekteki süreçlerin planlanmasına ışık tutan ve bir işletmenin, bir bölgenin, bir kurumun karar alma sürecinde kullanılan en etkin yöntemlerden biridir.[2]. Bu analiz türüyle birlikte içsel ve dışsal faktörler çerçevesinde yeni stratejiler belirlenebilmekte, bir sorunu tanımlama veya o soruna yönelik çözümler geliştirilebilmektedir. Bu yönüyle değerlendirildiğinde SWOT analizi, ilgili kurum ve kuruluşlar nezdince ele alınması gereken önemli bir analiz yöntemidir.

SWOT kelimesi İngilizce kelimelerin baş harflerinden oluşan bir kısaltmadır. Bu kısaltmanın İngilizce olarak açılımı ve mevcut özellikleri aşağıdaki gibi ifade edilmektedir.[3].

S (Strength) / Güçlü Yönler: Ele alınan konunun/işletmenin/süreçlerin güçlü ve üstün olan taraflarını ifade etmektedir.

W (Weaknesses) / Zayıf Yönler: Ele alınan konunun/işletmenin/süreçlerin güçsüz ve zayıf yönlerini ifade etmektedir.

O (Opportunities) / Fırsatlar: Ele alınan konunun/işletmenin/süreçlerin sahip olduğu fırsatları ifade eden kavramdır.

T (Threats) / Tehditler: Ele alınan konunun/işletmenin/süreçlerin karşılaşmış olduğu tehditleri ifade etmektedir.

3.1. Çalışmanın Amacı

Teknolojik gelişmelerin hızla ilerlediği günümüz koşullarında rekabet kavramı daha belirgin hale gelmiş ve işletmeler piyasada tutunabilmek adına yeni stratejiler geliştirmeye başlamıştır. Çalışmanın temel analiz yöntemi olan SWOT analizi ile işletmeler kendi mevcut durumlarını analiz ederek geleceğe dönük stratejiler belirleyebilmekte ve bu doğrultuda ilerleyebilmektedir. Bu bakış açısıyla değerlendirildiğinde çalışmanın amacı, SWOT analizi yöntemi kullanılarak Bursa ilinde faaliyetini sürdüren Bebek-Çocuk Giyim sektörü işletmelerinin mevcut durumlarının belirlenmesi, dolayısıyla güçlü/zayıf yönleri ve fırsat/tehditlerinin tespit edilmesidir. Bu amaç ve kullanılan yöntem sayesinde sektörün hangi konumda olduğu belirlenecek ve geleceğe dönük olarak ne gibi çalışmaların yapılabileceği ortaya çıkarılacaktır.

3.2. Çalışmanın Yöntemi

Araştırma Bursa Bebek-Çocuk Giyim sektöründe faaliyet gösteren işletmeler nezdinde gerçekleştirilmiştir. Araştırmada niteliksel yöntem ve tekniklerden olan amaca yönelik örneklem seçimi ile Bursa Bebek-Çocuk Giyim sektöründe faaliyet gösteren, en az 20 çalışanı olan ve ihracat yapan işletmelerin pazarlama, dış ticaret, e-ticaret, dış ilişkiler ve bu alanlara benzer; şirketin hem yurt içi hem de yurt dışı satış süreçlerine hakim uzman, direktör, şef, genel müdür yardımcısı, genel müdür, şirket sahibi vb. alanında yetkin kişilerden oluşan bir kesim ile görüşme gerçekleştirilmiştir. Nitel araştırma tekniği olarak bilinen bu görüşme yöntemi, araştırmayı yapan ve çalışmanın öznesi konumunda bulunan kişi arasında gerçekleştirilen kontrol ve amaca dayalı iletişim kurma yöntemidir. Belirlenen çalışma grubu amaçsal örneklem yöntemlerinden benzeşik örneklem yöntemi ile belirlenmiştir. İşletme temsilcileriyle 15-28 Aralık 2019 tarihinde kendi ofislerinde yapılan görüşmeler, ses kayıt yöntemiyle kayıt altına alınmış ve bu görüşmeler yazıya dökülerek

incelenmiştir. Literatür taraması sonucu elde edilen veriler ışığında 10 temel soru oluşturulmuş ancak görüşmenin ilerleyişi ve verilen cevapların gidişatı bağlamında soru sayısı azaltılmış/arttırılmıştır. Oluşturulmuş sorular, alanında yetkin 9 işletme temsilcisine sorulmuş, alınan bilgiler tekrar edildiğinden yani doyum noktasına ulaşıldığından çalışma burada sonlandırılmıştır. İşletmelerin güncel piyasa koşulları altında yaşadığı süreçler, geleceğe dönük hedefleri ve en önemlisi hangi güçlü/zayıf yönleri sahip oldukları ve ne gibi fırsat/tehditlerle karşılaştıkları SWOT analizi yöntemiyle ortaya çıkarılması amaçlanmıştır.

3.3. Çalışmanın Bulguları

Araştırmaya katılan katılımcılar, işletmelerinin güçlü yanları olarak aşağıdaki maddeleri belirtmişlerdir:

GÜÇLÜ YÖNLER									
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
Müşteri çeşitliliği	X		X	X	X		X		X
Modaya uygun tasarım	X	X							
Esnek ve hızlı üretim yapısı		X						X	X
Güvenilir firma algısı		X	X		X	X	X	X	
İleri düzey Know - How		X			X			X	
Güçlü Ar-Ge ekibi					X				X
Fiziki mekan yeterliliği			X	X					
Geniş ürün portföyü	X		X	X	X	X	X		X
Güçlü sermaye yapısı	X	X	X	X	X				
İnovatif çalışma yetkinliği			X		X				
Müşteri beklentilerini karşılayabilmek	X		X	X	X				X
İhracata dönük satışlar	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Fonksiyonel tedarik zinciri yönetimi ve lojistik süreçleri				X		X			X
Nitelikli işgücü				X	X		X		
Yüksek marka bilinirliği	X	X			X		X		
Endüstri 4.0 ve dijitalleşme farkındalığı				X					
Şirket içi aile birliği				X				X	
Yüksek üretim kapasitesi				X					
Köklü bir firma							X		
Nitelikli ve kaliteli ürün	X		X	X	X				X

Araştırmaya katılan katılımcılar, işletmelerinin zayıf yanları olarak ise aşağıdaki maddeleri belirtmişlerdir:

ZAYIF YÖNLER									
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
Hentüz daha bebe çocuk sektörüne adaptasyon sorunu	X								
Markalaşma sorunu(Bebe-Çocuk alanında)	X						X		
Nitelikli eleman eksikliği	X	X	X			X	X	X	X
Mavi yaka eleman eksikliği		X							
Değişime kapalı bir yapı			X						
Vizyoner bakış eksikliği (Bebe-Çocuk sektörü)	X	X	X			X	X	X	
Sürdürülebilir pazarlama yapılamaması				X					
Modelist/Stilist eksikliği		X	X	X		X		X	
Ar-Ge eksikliği		X		X		X	X	X	
Üretim süreçlerinde odaklanma sorunu	X								
Fiziki mekân yetersizliği					X		X		X
Marka bilinirliği eksikliği / Yurt İçi						X			X
Ürün üretiminde kopyalama yöntemi		X				X	X	X	
Teknolojik materyal yetersizliği		X				X	X	X	

Araştırmaya katılan katılımcılar, işletmelerinin karşılaştığı/karşılaşabileceği fırsatlar olarak ise aşağıdaki maddeleri belirtmişlerdir:

FIRSATLAR									
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
BTSO kapsamında verilen eğitimler	X								
Kamu kurumlarınca verilen destekler (Ur-Ge Projesi / Fuar / SGK Prim vb.)	X		X	X	X	X	X		X
Avrupa'ya kıyasla düşük maliyetler	X	X	X	X	X		X	X	X
Üniversite ile yapılan işbirlikleri			X						
Bursa'nın coğrafi konumu			X	X					X
Suriye'de yaşanan sıkıntılı süreçler		X	X	X	X		X	X	X
Dijital süreçlere dahil olmak				X					
Zincir mağazalarla yapılan işbirlikleri					X				
Kentsel dönüşüm ve restorasyon							X		
Bursa'nın Bebe-Çocuk sektöründe öncü olduğu bilinirliği	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Faizlerde yaşanan düşüşler								X	
ABD'nin Çin'e kota uygulaması									X
İngiltere'nin brexit'ten ayrılışı									X

Araştırmaya katılan katılımcılar, işletmelerinin karşılaştığı/karşılaşabileceği tehditler olarak ise aşağıdaki maddeleri belirtmişlerdir:

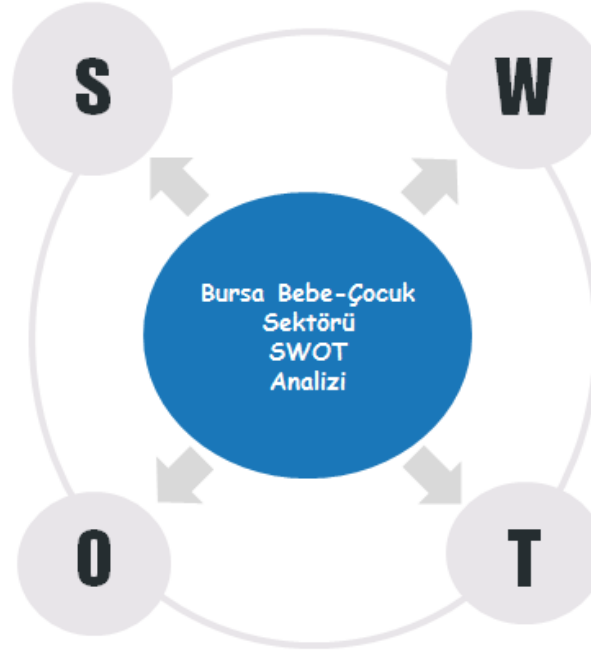
TEHDİTLER									
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
Döviz kurunda meydana gelen dalgalanmalar	X	X	X		X	X	X	X	X
İstanbul'un konumu ve imkânları	X					X	X		
Çin'deki maliyetlerin düşüklüğü	X								
Kredi maliyetlerinin yüksekliği									X
Çin - İpek yolu projesi		X							
Devletin uygulamaya koymuş olduğu zamlar (Doğalgaz, Elektrik, Su vb.)		X	X		X	X	X	X	X
Siyasi belirsizlikler/krizler/anlaşmalar		X	X	X	X	X	X	X	X
Lojistik aksaklıklar (Gümrükte malların bekletilmesi)		X							
Rekabette ayrımcılık/Devletin teşvik bölgelerine uyguladığı ayrıcalık		X							
Toptancıların tehditkâr davranışları			X		X				
Düşük sermaye ile kurulan işletmeler/ Her önüne gelenin dip fiyatlarda üretim (Merdiven altı)		X	X		X	X	X	X	
Dış piyasalarda meydana gelen daralma			X				X		
Küresel firmaların iç piyasayı baltaması			X						X
Sektörün kaygan bir zeminde olması		X	X	X	X	X	X		
Sektöre uygun vasıflı/vasıfsız eleman kıtlığı		X	X	X	X				X
Kayıt dışı istihdam				X					
Şehirde alternatif bölgelerin oluşturulmaması									X

Strengths - Güçlü Yönler

- Firmaların sahip olduğu müşteri çeşitliliği
- Firmaların uluslararası anlamda sağladığı güvenilirlik algısı
- Ağırlıklı olarak ihracata dönük satışlar
- Müşteri beklentilerini karşılama yetkinliği
- Uluslararası anlamda sağlanan marka bilinirliği
- Nitelikli ve çeşitli ürün üretebilme yetkinliği

Opportunities - Fırsatlar

- Kamu kurumlarınca verilen destekler (Ur-Ge Projesi / Fuar / SGK Prim vb.)
- Suriye’de yaşanan siyasi kriz (Suriyeli işgücünü çalıştırmak ve Ortadoğu pazarına hitap edebilmek)
- Bursa'nın Bebe-Çocuk sektöründe merkez olduğu bilinci
- Avrupa’ya kıyasla düşük üretim maliyetleri



Weaknesses - Zayıf Yönler

- Nitelikli eleman eksikliği
- Vizyoner bakış eksikliği
- Modelist eksikliği
- Ar-Ge projelerine gereken önemin verilmemesi
- Ürün üretiminde başka firmaların modellerini kopyalama yöntemi

Threats- Tehditler

- Döviz kurunda meydana gelen dalgalanmalar
- İstanbul'un konumu ve sahip olduğu imkanlar
- Devletin uygulamaya koymuş olduğu zamlar (Doğalgaz, Elektrik, Su vb.)
- Siyasi belirsizlikler/krizler/anlaşmalar
- Düşük sermaye ile kurulan işletmeler / Merdiven altı üretim
- Sektöre uygun vasıflı/vasıfsız eleman kıtlığı

4. SONUÇ

Bu çalışmada Bursa ilinde yerleşik olan ve Bebe-Çocuk giyim sektöründe faaliyet gösteren işletmelere durum (Swot) analizi yapılmış ve sektörün mevcut durumu ele alınmıştır. Çalışmada kullanılan SWOT analizi tekniği, işletmelerin veya kurumların güçlü ve zayıf yönleri ile karşılaştırılması öngörülen tehdit ve fırsatların belirlenmesini amaçlayan bir yöntemdir. Çalışmada öncelikle tekstil sektörünün alt dalı olan Bebe-Çocuk giyim sektörüyle ilgili literatür taraması yapılmış ve akabinde bölümler oluşturulmuştur. Çalışmanın birinci bölümü “Giriş” ile başlamış, ikinci bölümünde literatür taraması yapılmış, üçüncü bölümde ise çalışmanın ana verilerinin yer aldığı ve görüşme yöntemiyle elde edilen birincil veriler ile “Bursa Bebe-Çocuk Giyim Sektörünün Faaliyetleri Açısından Durum (Swot) Analizi” yapılarak “Sonuç” kısmıyla sonlandırılmıştır.

Başta tekstil sektörü olmak üzere Türkiye'nin öncü olduğu birçok sektörde işletmeler maliyetlerini düşürebilmeyi, nitelikli üretim yapabilmeyi ve ürünlerini mümkün olduğunca ihraç etmeyi amaçlamaktadır. Böylelikle gerek sektör nezdinde gerekse sektörde ilişkili olan alanlarda büyüme artacak ve nitelik açısından farklı bir sürece evrilme yaşanacaktır. Bu yönüyle bakıldığında ihracatta belli bir seviyeye ulaşan ve bunun neticesinde iyi bir konumda olan sektör, birçok işletmenin, birçok ülkeye ve farklı yapıdaki pazarlara hitap etmesini sağlayacak ve sonuç olarak uluslararası anlamda bilinirliğini ve yetkinliğini arttıracaktır. Bu durum, sektörün ulaşamadığı ancak ulaşmayı hedeflediği birçok yeni pazar için referans niteliği taşıyacaktır.

Sektörün ivmelenmesinde rol oynayan ve işletmeler tarafından fırsat olarak değerlendirilen önemli hususlardan biri, 2016 yılında BEKSİAD ve BISO'nun ortak girişimiyle başvurusu yapılan ve Ticaret Bakanlığınca onaylanan Bebe-Çocuk UR-GE (Uluslararası Rekabeti Geliştirme) projesidir. Bu proje sayesinde sektör temsilcileri kendi markalarını uluslararası platformlarda sunma fırsatı bulmuş, bu sayede sektörün gelişiminde öncü rol oynamışlardır. Bu ve buna benzer olarak sektörün gelişimine yönelik sağlanan devlet destekleri (iş seyahati desteği, ofis desteği, alım heyeti desteği, ürün tasarımcısı desteği, yurt içi fuar desteği, işletme geliştirme desteği vb.), bir çok işletme için “doping” niteliğindedir denmesi çok da yanlış olmamakla birlikte bu destekler sürecinde yaşanan bürokratik zorluklar da işletmelerin sitem ettiği durumlardan biridir.

Bursa Bebe-Çocuk Giyim sektörü her ne kadar son 10 yılın yükselen sektörü olarak görülse de, bundan sonraki zaman dilimlerinde yükselen ivmesini sürdürülebilmesi ve daha ileri noktalara ulaşabilmesi için mevcut olan sorunları bir an önce çözüme kavuşturarak ülke dışına dönük var olan rekabet edilebilirlik seviyesini koruyabilmesi gerekmektedir. Zira bu olmadığı takdirde sektörün gelişen ve maliyetlerde tasarruf sağlayan ülkelere karşı tutunabilmesi zor görülmektedir. SWOT analiziyle elde edilen veriler ışığında saptanan en önemli sorun “Eğitim” olarak görülmektedir. Devletin başta teknik liseler olmak üzere, meslek yüksekokullarının, sektöre yönelik eleman yetiştirme konusunda hızlı bir şekilde aksiyon alması gerektiği belirtilmekte ve bu kurumların niteliğinin artırılması talep edilmektedir. Özellikle

modelist/stilist sayısının sektörde çok az bulunması ve acilen bu kişilerin yetiştirilmesine yönelik eylem planı oluşturulmasının yanı sıra, vasıfsız eleman istihdamında öncelikli olarak Türk vatandaşlarının seçilmesi ve bu bağlamda devlet kanalıyla ilgili politikaların yürürlüğe sokulmasının önemi gün yüzüne çıkarılmaktadır. Zira üretim yapan işletmelerin gerek maliyet unsuru, gerekse yetkinlik anlamında Suriyeli vatandaşları daha çok tercih ettikleri görülmüştür. Öyle ki sektör temsilcileri Suriyelilerin geri gönderilmesi durumunda sektörün çok büyük sıkıntıyla karşılaşacağını belirtmişlerdir. Bu durum kaygan zeminde yer alan sektörün, Suriyeliler ile ilgili alınacak siyasi bir kararda ağır sonuçlara katlanmasına sebep olabilir.

Katılımcıların tehdit olarak nitelendirdiği ve işletmeleri pek çok yönden zor durumda bırakan hususların başında “Politik ve Ekonomik Süreçler” gelmektedir. Bu durum gerek siyasi krizler/anlaşmalar olarak, gerekse ekonomide meydana gelen ani değişimler olarak gün yüzüne çıkmaktadır. Birçok işletmenin geleceğe dönük planlama yapmasının önünü tıkayan ve/veya nihai olarak işletmenin iflasıyla sonlanmakta olan bu süreç, sektörün kaygan bir yapıda olmasının en önemli yapıtaşıdır. Bunun yanı sıra son yıllarda daha yoğun olarak karşılaşılan vergi artışları; enerji (elektrik, doğalgaz), otoyol ücretleri (köprü, otoban) ve taşımacılıkta meydana gelen zamlar işletmelerin belini büken ve acil önlem alınması gereken bir diğer husustur.

Merdiven altı diye tabir edilen ve herhangi bir tüzel kişiliği olmadan piyasada varlığını sürdüren üretim yerleri bulunmaktadır. Sektörün birçoğunun çözüm bulunmasını istediği bu durum sebebiyle piyasada bulunan ve resmi olarak tüm yükümlülüklerini yerine getiren birçok işletmenin, maliyetler açısından dezavantajlı konuma düştüğü gözlemlenmiştir. Gerek kalite açısından, gerekse rekabet edilebilirlik noktasında sektöre negatif etki eden bu durumun ileriye dönük olarak risk oluşturması çok muhtemeldir.

KAYNAKLAR

[1] E. Gürel, M. Tat, (2017) “Swot Analysis: A Theoretical Review”, Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi, Volume 10, No 51, 995-996.

[2] Açıkoş, S., G.C. Çiftcioglu, O. Uzun, F.E. Nemutlu and F. Ilke (2015). Linkages Among Ecotourism, Landscape and Natural Resource Management, and Livelihood Diversification in the Region of Suğla Lake, Turkey. International Journal of Sustainable Development ve World Ecology, 23(1), 15-27.

[3] E. Gürel, M. Tat, (2017) “Swot Analysis: A Theoretical Review”, Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi, Volume 10, No 51, 995-996.

[4] A. Çurkan, C.E. Tamer and O.U. Çopur, (2012) “Dondurulmuş Meyve - Sebze İhracatının Analizi”, U. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, Volume 26, No 1, 73-82.

[5] K. Erken, G. Atanur and A.A. Tanrıöver, (2018) “Bursa Florasının Doğa Turizmi Potansiyeli”, 4th International Non-Wood Forest Products Symposium.

[6] E.S. Kokten and A. Karakaya, (2017) “SWOT (GZFT) Uygulaması ile Karabük Demir Çelik Sektörünün Analizi”, Published in 5th International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science , Baku – Azerbaijan.

[7] M. Bağcı and M. Karatas, (2017) “Muğla Bölgesi Mermer Sektörünün Swot Analiz Araştırması” Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, Volume 17, No 2, 736-752.

[8] Z. Şerbetçi, (2018) “Bursa Kentinde Mekânın Kullanımını Etkileyen Doğal Faktörlerin İrdelenmesi”, Journal Of World Of Turks, Vol 10, No 2, 207-224.

[9] S. Kara and T. Kılıç, (2019) “Bursa’da Kızık Köylerinin Kırsal Turizm Açısından Analizi”, Oğuz-Türkmen Araştırmaları Dergisi (OTAD), Volume 3, No 1, 131-157.

[10] C.S. İcellioğlu, (2014) “Kent Turizmi Ve Marka Kentler: Turizm Potansiyeli Açısından İstanbul’un Swot Analizi”, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, Sayı: 1, 37-55.

[11] [Z.P. Batman](#), [A.Ç. Canga](#) and [T. Sokmen](#), (2019) “Kültürel Peyzajların Kırsal Turizm İle Kullanım İlişkisinin Değerlendirilmesi: Cumalıkızık-Bursa Örneği”, Bartın Orman Fakültesi Dergisi, Cilt 21, Sayı 1, 1-13.

[12] N. Kızılaslan and T. Unal, (2014) “Tokat İlinin Ekoturizm/Kırsal Turizm Potansiyeli ve SWOT Analizi” Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi, No 9, Sayfa: 45-61.

[13] K.O. Simit, M. Rizelioglu and T. Arslan, (2016) “Türkiye’nin İlk Yerli Tramvayı İpekböceği Hattı Üzerine Bir Analiz”, [Uludağ University Journal of The Faculty of Engineering](#), Volume 21, No 2, 489-498.

[14] G. Yumuk and I.H. Inan, (2005) “Trakya Bölgesindeki İmalat Sanayi İşletmelerinin Kalite Maliyetlerinin SWOT Analizi İle Değerlendirilmesi”, Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, Volume 2, No 2, 177-188.

[15] M. Rizelioglu and T. Arslan, (2016) “Türkiye’nin İlk Yerli Tramvayı İpekböceği Hattı Üzerine Bir Analiz”, [Uludağ University Journal of The Faculty of Engineering](#), Volume 21, No 2, 489-498.

[16] A. Durgun (2007), “İsparta Turizminin Swot Analizi” Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Volume 3, No 5, 93-109.

LA RÉSISTANCE SERT LE SON'DA CANLI ELEKTRONİKLERİN ROLÜ

Öğr. Gör. Dr. Onur DÜLGER

Anadolu Üniversitesi, Devlet Konservatuvarı

Özet

Onur Dülger'in son dönemde bestelediği müziğin çoğu, sese gelişmekte olan bir nesne olarak odaklanmaktadır. Sese bir nesne olarak odaklanmanın bir sonucu olarak, besteci müzik enstrümanlarını incelemekte ve her biri için bir ses grameri oluşturmak için farklı nesnelere ve çalma teknikleri denemekte, böylece her enstrümanın kendine ait olan, koyudan parlağa, gürültüden gürültüsüze, sürekliden perküsiye ve uzun sestene tanecikli yapıya uzanan tam bir ses dünyası oluşturmaktadır. Bu bildiri, Dülger'in, akustik ve elektronik medyanın aynı kompozisyondaki korelasyonunu bulmak için, zengin gürültü bileşenlerine ve karmaşık tınılara sahip enstrüman sesleriyle birlikte canlı elektroniklerin kullanımına yaklaşımını keşfetmeyi amaçlamaktadır. Öte yandan, burada elektroniğin müzikteki işlevini daha iyi gösterebilmek amacıyla, canlı elektroniği oluşturmak için kullanılan max yamasının iç yapısı da incelenmektedir. Bildirinin hedeflerine ulaşmak için, Dülger'in çok karakteristik bir müziği olan klavsen ve canlı elektronik için bestelenmiş *La Résistance Sert Le Son* seçilmiştir. Bu müziğin seçilmesinin nedeni, bu parçanın bestecinin diğer eserleri arasında konumuz açısından en kompakt eseri olması ve Dülger'in canlı elektroniğe yaklaşımını açıkça gösterebileceği varsayımdır. Eseri analiz etmek için uygulanan yöntemler klasik biçimsel ve motifsel analizin yanı sıra, Dülger'in kendi yaptığı ses kategorilerinin incelenmesi ve bunların kompozisyondaki kullanımınıdır. Bundan sonra, akustik kısmın analizinin tüm sonuçları, besteleme sürecindeki yapısal işlevlerini göstermek için gerçek zamanlı ses işlemlerinden çıkan modifiye edilmiş seslerin sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Sonuçlar Dülger'in, canlı elektroniği, akustik enstrüman seslerinin iç yapısını genişletmek, güçlendirmek ve çeşitlendirmek, aynı zamanda ona eşlik etmek ve sadece enstrümandan geliştirilen solo elektronik form parçaları oluşturmak için kullandığını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Klavsen, Canlı Elektronikler, Gelişen Ses Nesnesi, Max Yaması, Gerçek Zamanlı Ses İşlemesi, Biçimsel-Motifselsel Analiz, Ses Kategorileri.

THE ROLE OF LIVE-ELECTRONICS IN LA RÉSISTANCE SERT LE SON

Abstract

Most of Onur Dülger's late music is based on sound as a developing object. As a result of focusing on sound as an object, he is exploring music instruments and trying different objects and playing techniques in order to create a sound grammar for each of them, so that each instrument has its own full sound world, consists of sounds varying from dark to bright, noisy to ordinary, continuous to percussive and prolonging to granular. This paper aims to explore Dülger's approach to usage of live-electronics in combination with instrument's sounds which have rich noise components and complex timbres, in order to find correlation of acoustic and

electronic media in the same composition. On the other hand, it also demonstrates the inner structure of the max-patch used to create the live-electronics, so as to better show function of the electronics in his music. For reaching the goals of the paper, a very characteristic piece of Dülger, *La Résistance Sert Le Son* for harpsichord and live-electronics has been chosen. The reason for choosing this piece is the assumption that this piece is the most compact one among the others and it can demonstrate Dülger's approach to live-electronics explicitly. The methods have been applied to analyze the piece are besides classical formal and motivic analyzes, the examination of Dülger's self-made sound categories, and their utilization in this composition. Henceforth, all the outcomes of the analysis of the acoustic part are compared with the results of modified sounds coming out through real time sound processing in order to demonstrate their structural function in the composing process. The results show that Dülger uses live-electronics to expand, fortify and diversify the inner structure of the sounds of acoustic instrument, also accompany it and to build solo electronic formal parts, which were solely developed from the instrument itself.

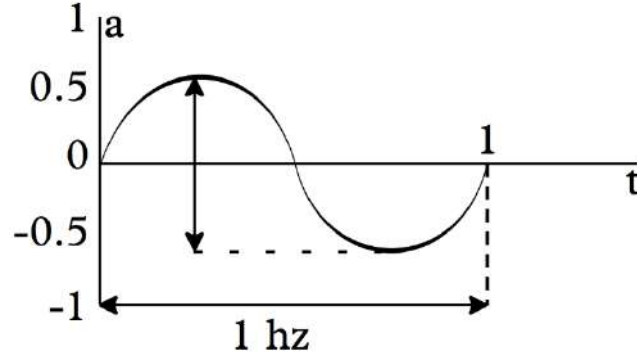
Keywords: Harpsichord, Live-electronics, Developing Sound Object, Max-Patch, Real Time Sound Processing, Formal-Motivic Analysis, Sound Categories.

1. GİRİŞ

20. yüzyılda müzikte kullanılan ses malzemesi değişikliklere uğramaya başlamıştır. Eskiden rüzgar, top atışı, su sesi, çan sesi vb. gibi efekt olarak kullanılan, dolayısıyla ikincil olan gürültüler ve karmaşık sesler zaman içerisinde müziğin ana malzemesi haline gelmeye başlamıştır. Müzikte önceleri ana öge olarak kullanılan ses yükseklikleri ise (do, re, mi gibi), artık ana malzeme olma durumundan uzaklaşmaya başlamışlardır.

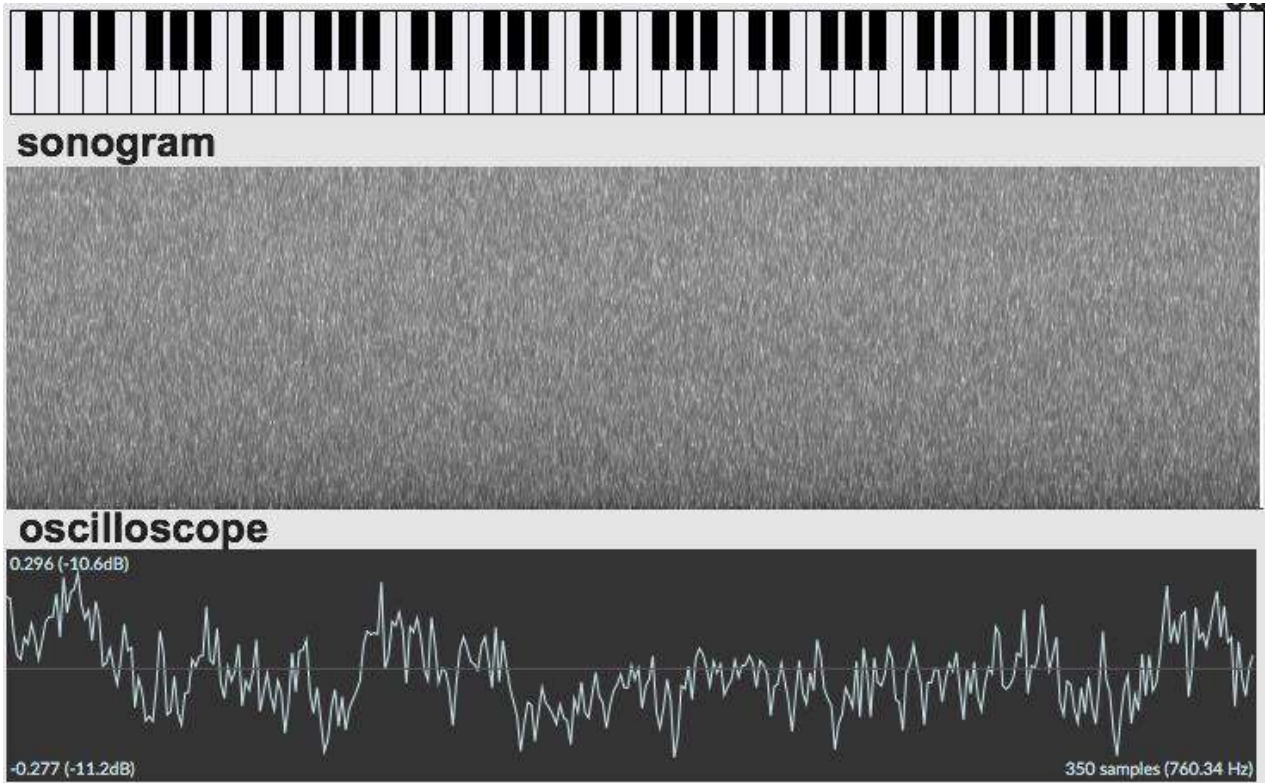
Bu noktada sesin yapısıyla ilgili kısaca bilgi vermek bu yazıyı takip etmekte kolaylık sağlayacak, sesi ve sesin türleri olan ses yüksekliği, karmaşık ses ve gürültüyü kısaca açıklamak faydalı olacaktır.

Ses, katı, sıvı ve gaz ortamlarda yoğunlaşarak ve seyrekleşerek akustik dalgalar olarak yayılan titreşimlerdir. Bu yoğunlaşma ve seyrekleşmenin bir kere gerçekleşmesiyle bir döngü tamamlanmış olur. Bir saniye süresi içindeki döngü sayısına frekans (sıklık) denir ve hz (hertz) ile gösterilir. Bir saniye içinde bir döngü tamamlanıyorsa bu 1hz olarak ifade edilir. Orkestraların akortlarını yaptıkları la sesi 440hz'dir. Bu o sesin bir saniye içinde 440 kere yoğunlaşma ve seyrekleşme döngüsünü tamamladığını gösterir. İnsan kulağı yaklaşık olarak 20hz ila 22000hz arasındaki sesleri duyar. Bu frekansların her biri bir ses yüksekliğidir. Müzikte kullanılan ses yükseklikleri belirli oranlar çerçevesinde oluşturulurlar ve ses yüksekliği veya perde olarak ifade edilirler. Aşağıdaki şekilde t harfi zamanı, a harfi ise sesin gürlüğünü (sesin hacmi, sesin şiddeti) göstermektedir. 1 saniye içinde bir döngü olduğu için bu sesin frekansı 1hz'dir. Sesin gürlüğü ses dalgasının genliği ile ilgilidir. Ses dalgasının genliği ne kadar büyükse, sesin gürlüğü de o kadar fazladır.



Şekil 1: 1hz frekansında, 0,5 genliğinde ses dalgası.

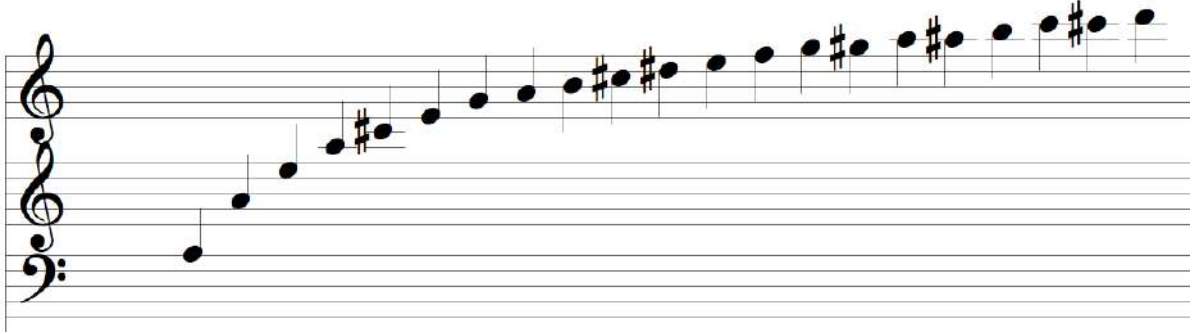
Sesler öncelikle periyodik ve aperiyojik olmak üzere ikiye ayrılır. Aperiyojik sesler davul, trümpet, rüzgar, sesi gibi gürültü sesleridir. Periyodik sesler ise armonik ve inarmonik olmak üzere ikiye ayrılırlar. Armonik sesler enstrümanlardan normal çalım şekliyle elde edilen do, re, mi gibi isimler alan seslerdir. İnarmonik sesler ise zil sesi, çan veya gong sesi gibi ses yüksekliği insan kulağı tarafından tam olarak anlaşılamayan karmaşık doğuşkan yapısındaki seslerdir. Gürültü sesi aşğıdaki sonogramda görüldüğü gibi tüm ses spektrumunu kaplayan ve osiloskopta da görüldüğü üzere aperiyojik yapıda olan, yani tekrar eden ses dalgası figürü bulundurmayan seslerdir.



Şekil 2: Gürültü

Akustik enstrümanlardan duyulan ses yükseklikleri hiç bir zaman tek bir ses yüksekliğinden oluşmaz. Her bir ses yüksekliği doğuşkan denilen yüzlerce parçacıktan oluşur. Bu doğuşkanların her birinin gürlükleri farklı farklıdır. İnsan kulağı bu farklı gürlükteki doğuşkanların toplamını duyar ve aynı ses yüksekliğini çalan enstrümanları birbirlerinden bu

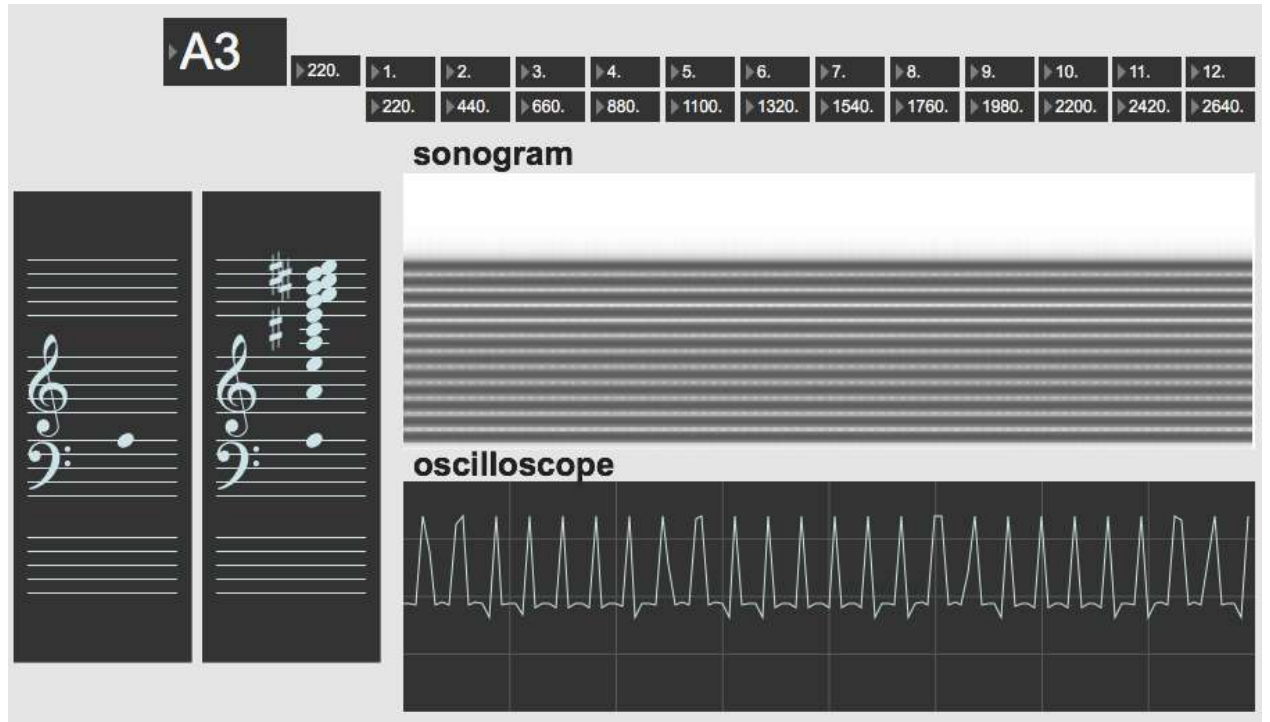
farklı doğuşkan gürlükleri sebebiyle ayırt eder. Aşağıdaki şekilde küçük oktav la sesinin ilk 21 doğuşkanı görmekteyiz.



Şekil 3: La sesi ve 21 doğuşkanı.

Küçük oktav la sesi bilimsel ses yüksekliği notasyonunda C3 olarak ifade edilir. Bu sesin frekans karşılığı 220hz'dir. Yukarıdaki doğuşkanlar bu frekans sayısını sırasıyla 1, 2, 3, 4,21 ile çarparak elde edilmiştir. Bu şekilde sayma sayıları kullanılarak elde edilen seslere armonik sesler denir.

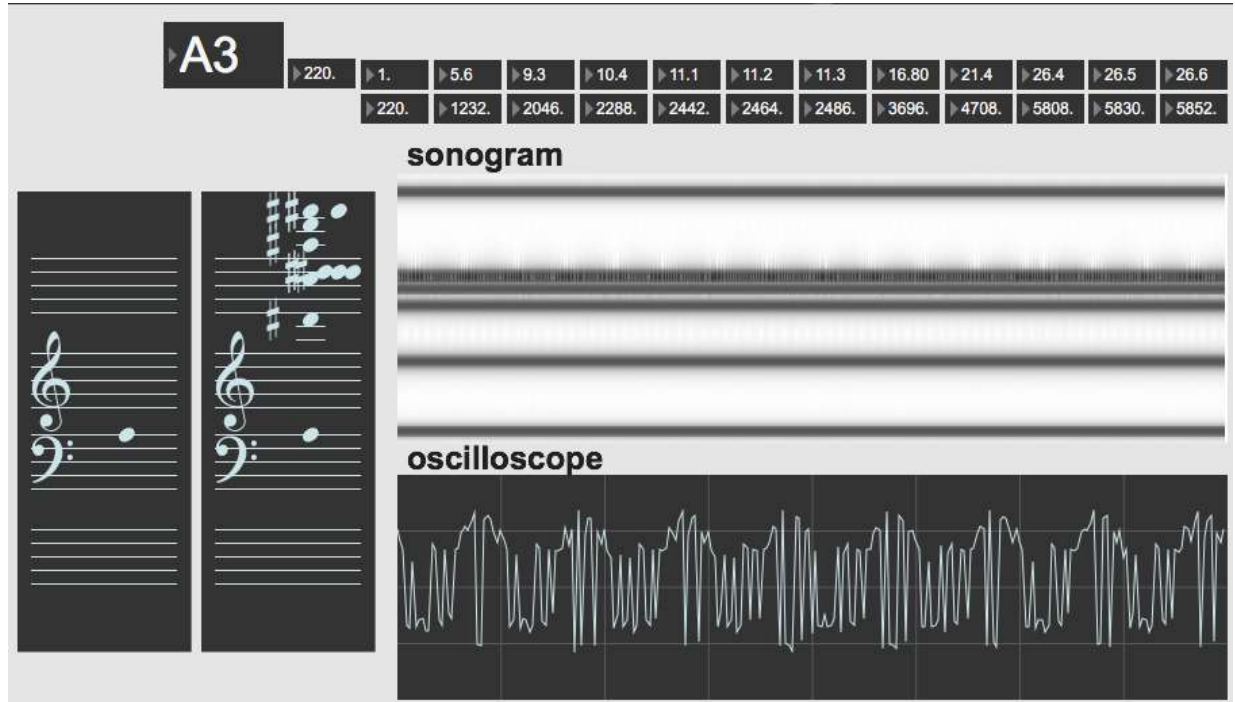
Aşağıdaki örnekte küçük oktav la sesi, doğuşkanları, frekans ve çarpanları ile sonogram ve osiloskoptaki karşılıklarıyla birlikte görülmektedir. Sonogramda görüldüğü üzere her bir ses arasında eşit mesafe bulunmaktadır. Mesafelerin eşit olması bu sesin armonik bir ses olduğunu göstermektedir. Osiloskoptaki figür ise periyodik, yani tekrar eden bir figürdür. Bu sesin gürültü olmadığını gösterir.



Şekil 3: Armonik Ses

İnharmonik seste ise ana sesin çarpanları tam sayılar yerine ondalıklı sayılardan oluşur. Bu çarpanların arasındaki ilişki ne kadar karmaşıklaşırsa sesin inharmoniklik oranı o kadar artar.

Aşağıdaki örnekte yine küçük oktav la sesi ondalık sayılardan oluşan çarpanları görülmektedir. Sonogramda görülen doğuşkanlar arasındaki mesafe eşit değildir. Bu sesin inarmonik olduğunu gösterir. Osiloskoptaki figür yine periyodik bir figürdür.

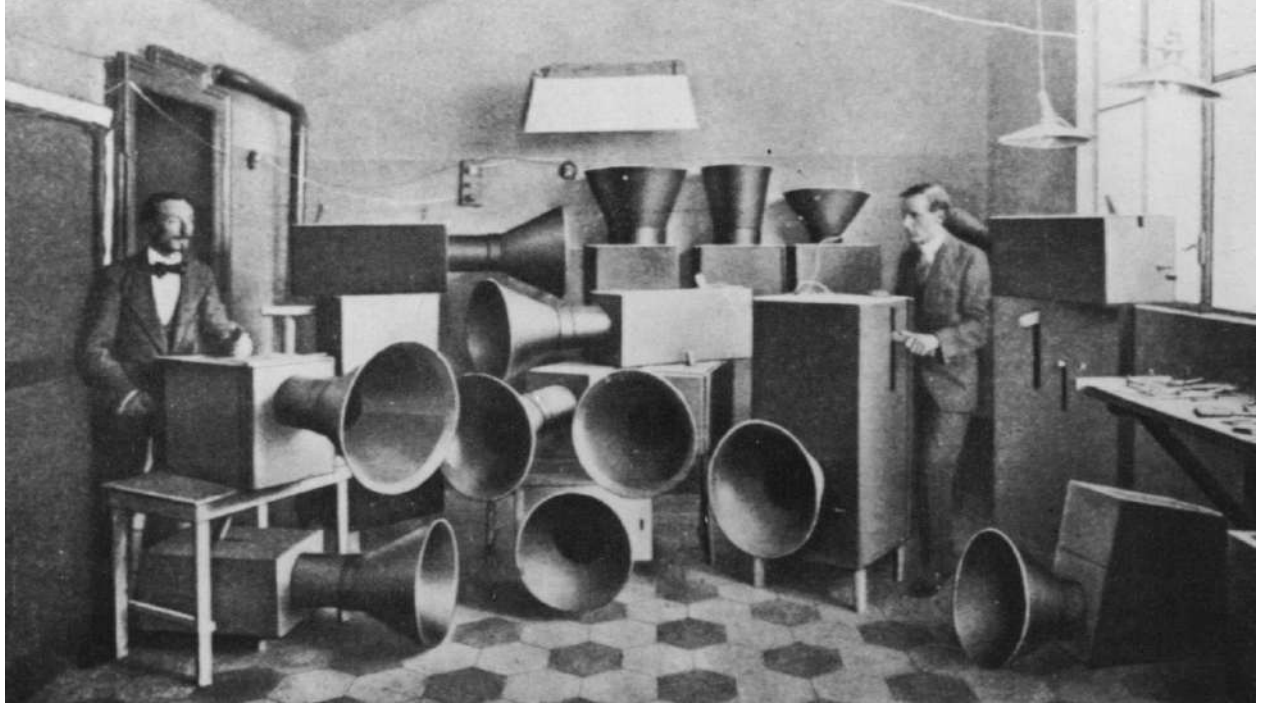


Şekil 4: İnarmonik Ses

20. yüzyılın ortalarına kadar ana malzeme olarak armonik sesler kullanılmış, inarmonik sesler ve gürültü sesleri ise belirli etkiler yaratmak amacıyla ikincil öğeler olarak kalmışlardır.

1913 yılında Luigi Russolo gürültü sanatı isimli fütürist manifestoyu yayınlamıştır. Russolo artık yeni bir çağa girildiğinden ve dolayısıyla eskisi gibi melodiler, armoniler kullanılmayacağından bahsetmiş, sanayileşen dünyada makine sesleri, uçak, buharlı gemi, lokomotif sesi gürültüler dolayısıyla artık bu çeşit gürültü seslerinin müziğin malzemesi olması gerektiğini savunmuştur. Buradan hareketle intonarumori (gürültü yapıcılar) isimli akustik gürültü üretme aletlerini geliştirmiştir. Russolo bu aletten ürettiği seslerden müzik eserleri oluşturmuştur.

Diğer bir önemli nokta ise Russolo'nun gürültü sesleri Gürültü Sanatı isimli manifestosunda ki sınıflandırmasıdır. Russolo burada fütürist orkestra için altı farklı gürültü ailesinden bahsetmektedir. Bu gürültülerin sınıflandırıldığı erken örneklerden biridir.



Resim 1: Russolo ve Intonorumori

20. yüzyılın ortalarında Pierre Schaeffer'in musique concrète'nin, yani somut müziğin ortaya çıkması müzik tarihindeki diğer bir önemli noktadır. Bu müzikte günlük yaşamda duyduğumuz sesler manyetik banda kaydedilmiş, ardından, farklı yerlerinden kesilip birleştirilmiş, ters çevrilmiş, baş aşağı döndürülmüş, yavaş veya hızlı çalınarak transpoze edilmiş ve bu şekilde müzik eserleri oluşturulmuştur. Somut müzik ismi kullanılan malzemenin duyulduğunda kaynağıyla ilişkilendirilmesi dolayısıyla kaynağını çağrıştırmaması sebebiyle verilmiştir.

Buradan hareketle Helmut Lachenmann isimli Alman besteci bu gürültü seslerinin enstrümanlarda da kullanılması gerektiğini düşünmüş ve bugün genişletilmiş çalma teknikleri dediğimiz yeni çalma teknikleri geliştirmiş ve yep yeni bir ses dünyasını eserlerinde kullanmaya başlamış ve bu müziğe musique concrète instrumentale demiştir. Lachenmann'ın kendi kaleme aldığı Varoluşsal Deneyim Olarak Müzik isimli farklı dönemde yazılmış yazılarının birleştirilmesinden oluşan kitabında sesleri sınıflandırdığı Yeni Müziğin Ses Tipleri isimli bir bölüm bulunmaktadır.

Görülmektedir ki, yoğunlukla kullanılmaya başlayan gürültü ses malzemesi ile birlikte besteciler bu malzemeleri tanımlama ve sınıflandırma ihtiyacı duymuşlardır. Bu kuşkusuz ki eserlerini yaratırken kendilerinin faydalanacağı bir temel oluşturmaktadır.

Araştırmaya konu olan la resistance sert le son isimli klavye ve canlı elektronikler için yazılmış olan müzik de enstrüman üzerinde çeşitli deneyler yapılarak elde edilmiş seslerle bestelenmiş bir müziktir. Bu seslerin elde edilmesinin ardından bunlar özelliklerine göre sınıflandırılmış ve müziğin form kesitlerine göre tasnif edilmiştir.

Müziğin diğer bir önemli noktası canlı elektroniklerin kullanımı olacaktır. Canlı elektronik konser sırasında çalınan akustik enstrüman sesinin mikrofonlar aracılığıyla bilgisayara aktarıldığı ve bilgisayardaki programlar aracılığı ile çeşitli efektler, sentezler ve transformasyonlardan geçirilip insan kullandığının fark edemeyeceği bir zaman aralığında hoparlörlerden tekrar verildiği bir yöntemdir. Bu zaman aralığı genelde o kadar küçüktür ki enstrüman ve elektronik eş zamanlı olarak duyulur. Lakin eş zamanlılık her zaman istenen bir durum olmadığından bazı durumlarda gecikme (delay) modülü kullanılır.

2. YÖNTEM

Yazının konu aldığı müzik, la résistance sert le son (ses için direniş) solo klavsen ve canlı elektronikler için 2018 yılında bestelenmiş ve ilk seslendirilişi Klavsenci Sonja Leipold tarafından yine 2018 yılında 1 Mart tarihinde Anadolu Üniversitesi Koral Çalın Salonu'nda gerçekleşmiştir. Eserin program notu şu şekildedir:

“Parça geliştirmekte olan bir nesne olarak sesle ilgilenir. Sonik çeşitlilik, bisiklet tüpü, bardak, cam şişe, patafix, manyetik bant vb. gibi çeşitli nesnelere aracılığıyla elde edilir. Bu sesler, garip bir dünyayı alışılmadık seslerle elde etmenin yanı sıra, kendilerini de geliştirir ve dönüştürürler. Bu müzik sesi bağımsız bir nesne olarak görmektedir. Parçanın adı olan "la resistance sert le son" yani sese hizmet eden direniş, bu fikirden türetilmiştir. Canlı elektronikler hem sürekli ses gelişimini, hem de klavsen sesinden türetilen solo elektronik kısımları oluşturur.”

Program notlarında da bahsi geçen seslerin nasıl sınıflandırıldığı ve form kesitlerine göre nasıl tasnif edildiği bu eserin anlaşılmasında kilit rol oynayacaktır. Burada yöntem olarak öncelikle eserde kullanılan sesler sınıflandırılacak, ardından form kesitlerinde hangi seslerin ne sıklıkta kullanıldıkları belirlenecek ve son olarak canlı elektroniklerin formal yapıya ne şekilde eklendiğine ve kesitlere göre kullanılan ses malzemesiyle hangi şekilde etkileşime girileceğine bakılacaktır.

2.1 ESERDEKİ SES SINIFLANDIRILMASI

Eserde kullanılacak sesler öncelikle klavsenin hangi bölgesinde çalınacaklarına göre ele alınmış, klavsenin içinde (telleri veya gövdesi üzerinde) çalınan sesler ve klavyesinde çalınan sesler olarak ikiye ayrılmıştır. Klavsenin içinde çalınan sesler aşağıdaki tabloda ismi geçen objelerin yardımı ile teller veya enstrümanın gövdesi üzerinde elde edilen seslerdir. Klavsenin klavyesinde çalınan sesler ise enstrümanın içinde tellerin üzerine yerleştirilmiş objelerin klavsenin klavyesi çalınarak titreşime geçirilmesiyle oluşan seslerdir; ki bu objelerin asıl amacı çoğu durumda sesi filtrelemek ve renklendirmektir.

Klavsenin İçinde Çalınan Sesler	Klavsenin Klavyesinin Çalınan Sesler
Folyo, cam şişe ile ovma	Karton
Pena ile köprü arkasında	Pvc sayfa
Tele bağlı teyp bandını çekme	Diyapozon

Ping-pong topunu yüksekten tele bırakma	Metal telefon
Superball'u klavseinin kapağına sürmek	Cam şişe, bardak
Bisiklet lastiğini tellere sürmek	Patafix ile multiphonic
Pena ile telleri çalmak	Cluster (kümeler)
	Ahşap blok rezonansı

Tablo 1: Sesleri Çalınma Konumlarına Göre Sınıflandırma

Bu sesler daha sonra özelliklerine göre sınıflandırılmıştır.

Sürekli Sesler		Tekil Sesler		Suni Sürekli Sesler	Suni Tekil Sesler
Tek Parça	Lastik	Klavsen içi	Pena	Şişe	Teyp pizzicato
	Superball	Klavyede Hazırlanmış	Multifonik	Klavye	Teyp tanecik
Dairesel	Diyapazon		Telefon	Pena	Kısa Lastik
	Cam		Karton	Susturulmuş	Lastik tanecik
	Folyo		Pvc sayfa	Patafix	
Tanecikli	Teyp		Diyapozon		
	Pena		Cam		
	Ping-Pong		Cluster		

Tablo 2: Sesleri Özelliklerine Göre Sınıflandırma

Sesler bu şekilde sınıflandırıldıktan sonra form kesitlerine göre dağıtılmışlardır. Her ne kadar içerik olarak yukarıdaki tabloda görüldüğü gibi ortak özellikler gösteren sesler bulunsa da, bu sesler birbirlerinden rahatlıkla ayırt edilebilirler ve dolayısıyla çok farklı renklere sahiptirler. Seslerin bu karakteristik özelliğinden dolayı seslerin form kesitlerine göre kullanımı, kesitler arasında birlik ve kontrastların oluşmasını sağlayacaktır.

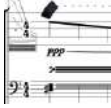
Aşağıdaki örnekte müziğin performans notları görülmektedir. Burada bahsi geçen seslerin nasıl çalınacağı anlatılmaktadır.

Performance Notes

Staves: There are five staves in one line. For each hand first stave indicates playing on the strings and the second on the keyboard. The fifth stave is for the live-electronics.

Registers: All registers, 8+8+4 should be active during the performance!!!

Keys: There are two additional keys: one is for playing on the strings, and the other is for playing on the lid. They are used for indicating the position of the hand inside the harpsichord.



Tube: With the rosined bike's inner tube, indicated pitches are played. Upper stave shows the direction and dynamics of the action, while the lower shows the strings played and the graphic of resulting pitches. While playing overpressure, lowering the speed helps to get the noisy sound character.



Tape: The rosined cassette's magnetic tape is tied to the strings B1, C2, D2, F2. Upper staves shows the position of the tape, which is moving vertically during playing and the rhythm of the action, while the lower stave shows the string which the tape is tied to.



Pressure: The signs are indicating the pressure of the actions with the playing objects: first one is ordinary pressure, second is the half over pressure, and the third is the full over pressure.



Ping-pong balls: Drop the ping-pong balls between the pins and bridge, which are tied to the body of the instrument, in the indicated pitch-area. If indicated so, it is dropped behind the further bridge. There are five different areas, therefore there should be 5 ping-pong balls located to those areas.



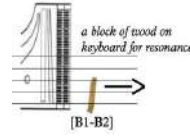
Plectrum: Play with plectrum between the pins and bridge in the lower staves indicated pitch-area.



Damping strings: There are some materials used to damp the strings. These are cartoon, pvc sheet, iphone 5(s), tuning fork, thin-long glass, glass bottle. Some of them are prepared before the piece begins and the others are placed and removed during the piece as indicated in the score.



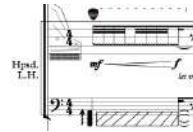
Cluster: Some pitch groups are indicated with square-note-heads. These are used for the clusters. All the chromatic notes are played between lowest and highest pitch given.



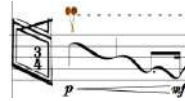
Wood block: Prior to the performance, a specific wood-block is used to press all the chromatic keys on the keyboard in order to make them resonate, while playing inside the instrument. In parenthesis the pitch-area where the wood-block is located, is given. (B1 ist kontra H, B2 ist große H)



Register notation: The scientific pitch notation is used to indicate the pitches.



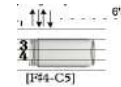
Plectrum on the strings: The indicated pitch-area is played with plectrum on the strings. Lower stave shows action direction. It should vibrate after the action since the played strings are freed by the wood-block to resonate.



Superball: The large superball is played on the lid of the instrument. Curved lines indicate that action has to have curves.



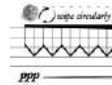
Preparation: the given objects should be located on the given pitch areas. If they are two short for those areas, more of those object should be used to damp the given strings. These objects should be located during the solo live-electronics.



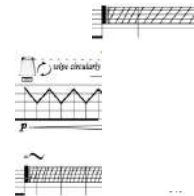
Bottle: push the bottle gently forth so that it moves back and forth by itself on the strings to produce continuous glissandi in both directions alternatingly.



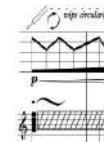
Multiphonics: place the patafix pieces to the multiphonic nodes by the given percent of the given strings.



Thin foil wipe: wipe the thin foil ball on the given pitch area. Make hits by the accents and change the pressure according to indications.



Little thick glass wipe: wipe the little thick glass on the given pitch area. Make hits by the accents and change the pressure according to indications.



Tuning fork wipe: wipe the tuning fork on the given pitch area. Make hits by the accents and change the pressure according to indications.

Örnek 1: la résistance sert le son Performans Notları

2.2 MÜZİĞİN FORMU VE SESLERİN KESİTLERE GÖRE DAĞILIMI

Müzik 3 farklı kesit ve başa dönüş olarak 4. kesitten oluşmaktadır. 1. ve 2. kesitler arasında solo canlı elektronik kesitleri bulunmakta, ayrıca eserin sonunda solo elektronik koda olarak tekrar duyulmaktadır. Müzikte kullanılan seslerin kesitlere göre dağılımları aşağıda görülmektedir.

1.Kesit: A	B	A'	1.Ara Canlı Elektronik
1-Lastik(7-ölçü)	1-Lastik (9-ölçü)	1-Lastik (6-ölçü)	
2-Teyp(12-ölçü)		2-Teyp (6-ölçü),	
3-Ping-pong(3-ölçü)	3-Ping-pong (3-ölçü)	3-Ping-pon.(1-ölçü)	
4-Pena köprü(2-ölçü)	4-Pena köprü (4-ölçü)		
	5-Hazırlanmış Karton(12 ölçü)		
	6-Pena Telde (3-ölçü)		
	7-Hazır.PVC(13 ölçü)		
		8-Superball (5-ölçü)	

2.Kesit C	D	C'	2.Ara Canlı Elektronik
	8-Superball (5-ölçü)		
9-Cam(11-ölçü)		9-Cam(4-ölçü)	
10-Cluster(3ölçü)	10-Cluster (9-ölçü)	10-Cluster (2-ölçü)	
	11-Hazırlanmış metal cam (20ölçü)	11-Hz.me.ca.(1ölçü)	
		12-Diyapoz.(4-ölçü)	

3.Kesit E		4.Kesit A'	3.Kapanış- Canlı Elektronik
		1-Lastik(8-ölçü)	
		2-Teyp(10-ölçü)	
		3-Ping-pong(4-ölçü)	
		8-Superball (4-ölçü)	
		9-Cam(4-ölçü)	
		10-Cluster (1-ölçü)	
13-Multifonik (8 ölçü)			
14-Folyo sürtme (2 ölçü)			
15-Cam sürtme (5 ölçü)			
16-Diyapozon sürtme (3 ölçü)			

Tablo 3: Seslerin Form Kesitlerindeki Kullanımı

Yukarıdaki tabloda görüldüğü üzere 1., 2. ve 4. kesitler arasındaki ortak ses malzemesi 8. Ses olan superball'dur. 1. ve 2. kesit arasında bunun dışında klavyede çalınma ve teller üzerinde hazırlanmış olması bakımından bir çeşit ortak ses grubu altında değerlendirilebilecek 5. ses olan hazırlanmış karton ve 11. ses olan hazırlanmış metal ve cam görülmektedir. Bu sesler tını spektrumu bakımından farklılık gösterebilir de, eserde kullanımları bakımından benzer görevler üstlenmektedirler. Aşağıdaki örnekte sağ taraftaki ölçü birinci kesitteki karton ile hazırlanmış teller için bir örnek teşkil ederken, sol taraftaki cam ile hazırlanmış teller için bir örnek teşkil etmektedir. Müzikte kullanılan seslerin bir çoğunun klavye kullanılmadan çalındığı düşünülürse bu malzemelerin benzerliği daha çok ön plana çıkacaktır.

Örnek 2: Karton ve Camla Hazırlanmış Teller

2. kesitte yeni sesler olarak cam, cluster (küme) ve diyapazonu görüyoruz. Ayrıca 2. kesitte, 1. kesitte yoğunlukla kullanılan lastik ve teyp bandı seslerinin dışında, yine birinci bölümde kullanılan diğer sesler olan ping-pong topu, köprüde çalınan pena sesleri de bulunmamaktadır. Bu iki kesit arasında ortak olan hazırlanmış sesler ve superball sesi birliği sağlarken, ortak olmayan sesler de iki kesit arasındaki karşıtlığı sağlamaktadır.

3. Kesitte tamamen yeni ses materyallerinin kullanılması bu kesiti hem birinci kesite hem de ikinci kesite, genel olarak eserin tümüne kontrast bir hale getirmiştir. Lakin yine de buradaki multifonik seslerinin kullanımı yer yer hazırlanmış tel sesleri ile ilişkilendirilebilir.

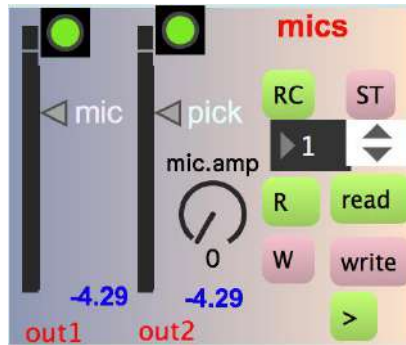
Örnek 4: 1. Kesitteki Pvc Yaprak ve 3. Kesitteki Multifonik Kullanımı

4. kesit is genel anlamda bir başa dönüşür. Lastik, teyp, ping-pong topu ve superball birinci kesitten alınmış ve de materyel kullanımı olarak birinci kesit ile benzerlikler gösterse de ikinci kesit materyellerinden cam ve cluster (küme)'ı da barındırmaktadır.

Örnek 5: 4. Kesitteki Materyal Kullanımı

2.3 CANLI ELEKTRONİĞİN YAPISI

Müzikte kullanılan canlı-elektronikler max/msp nesneye yönelik programlama dili ile gerçekleştirilmiştir. Bu programla dilinde yazılmış her programa yama denir. Bu yamalar her müzik için ayrıca programlanır. Bu müzik için iki mikrofon kullanılmıştır. Bunlardan biri enstrümanın ön tarafında klavyeye yakın, diğeri ise enstrümanın ortasına doğru gövdeden gelen sesleri ve tellerin üzerinde gerçekleşen aktiviteleri kaydetmek için kullanılmıştır. Mikrofonları yamanın sağ üst köşesinde görülmektedir.



Resim 2: Max Yaması Mikrofon girişleri

Yamaya alınan sesler yama içerisinde iki farklı kategoride değerlendirilen modüllere yöneltilmektedir. Bunlar seslerin değiştirilerek çalınan akustik sesle aynı anda duyulduğu efektler ve seslerin belirli bir işlemden geçirilmek üzere performans sırasında kaydedildiği işlem modüleridir.

Efekt modülleri ring-modülatörü, armonizör, rezonatör, deneysel gürültü modülatörü, doğrayıcı ve zarf modülatöründen oluşur.



Resim 3: Efekt Modülleri

Bu efektlere kısaca değinmek bunların sesi ne şekilde değiştirdiği dolayısıyla akustik enstrüman sesleriyle ne şekilde etkileşimde bulduklarının anlaşılmasında katkı sağlayacaktır.

Ring modülatör (ring): Ana sinyali modülasyon sinyali ile çarparak ana sese alttan ve üstten eşit frekans aralığında iki ses daha ekler. Bu ring modülatörün iki modu bulunmaktadır. Biri gelen sesi yazılan modülasyon frekansı ile çarpar, diğeri ise gelen sesin gürülüğünü ölçer ve modülasyon sinyaline çevirir ve böylece enstrümanın gürülüğü modülasyonu yönetir. Bu durumda gürülük arttıkça enstrümanın elektronikten kaynaklı ses rengi de değişir.

Armonizör (harm): Gelen sesi dört farklı aralıkta transpoze eder ve bu aralıklar sürekli değişim halinde olabilirler. Bu transpoze sesler akustik sesle aynı anda duyulabilecekleri gibi, belirlenebilen 4 farklı zaman aralığında da sesleri transpoze edebilirler. Böylece kanonik bir yapı elde edilebilir.

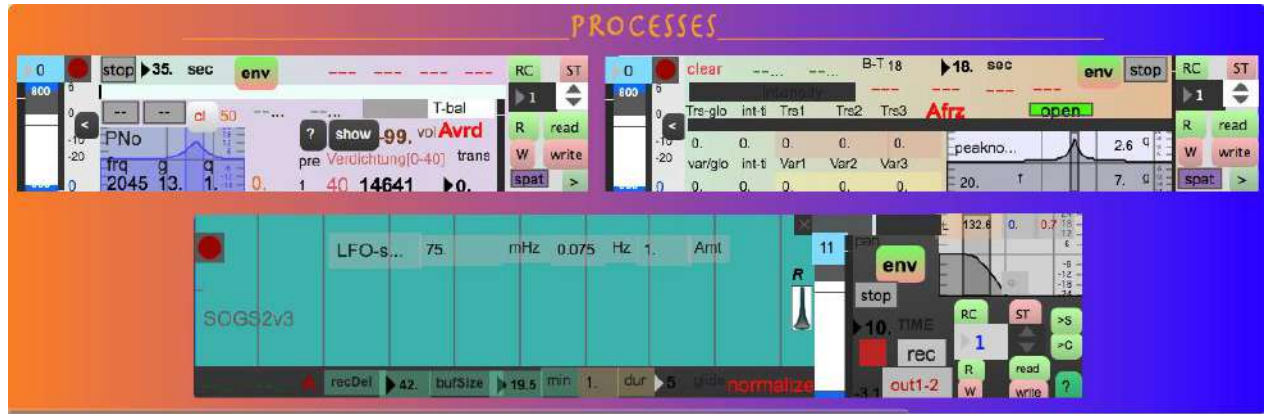
Rezonatör (res): Gelen akustik sesi çeşitli filtreleme yöntemleri ile dört farklı frekansa hassas şekilde çınlatır. Buradaki çınlama kuvveti ve çınlayan ses sayısı ile akustik sesin frekansı ve rezonatörün frekanslarının çakışma oranı arasında doğru bir orantı bulunur.

Deneyisel gürültü (xn): Akustik enstrüman sesinin ses tablosunda (wave table) üretilen ses ile geri besleme ve filtreler ile birlikte 121'den 10 milyara kadar değişen oranda çarpılmasıyla oluşan deneyisel gürültü sesidir.

Doğrayıcı (cop): Akustik sesi ayarlanabilen ve zaman içinde değişebilen zarflarla (envelop) keser ve ritmik değerler yaratır.

Zarf modülatörü (ensig): Enstrümanın sesinin zarfını, osilatör ve gürültü karışımından oluşan ses için kullanır. Böylece enstrüman sesi başka bir sesi de harekete geçirmiş olur.

Yukarıda açıklanan modüller gerçek zamanlı denilen ve sahnede çalınan enstrümanın sesiyle aynı zamanda hoparlörlerden duyuran efekt modülatörleridir. Diğer modül grubu ise solo elektronik kesitlerini ve akustik enstrümana bağımsız olarak eşlik eden modülleri oluşturan işlem (process) modüllerinden oluşur. Bunlar yoğunlaştırıcı, dondurucu ve tanecikleyici işlemcilerinden oluşur.



Resim 4: İşlem Modülleri

Yoğunlaştırıcı (Avrd): Akustik enstrüman sesini ard arda bağlanmış gecikme modülleriyle 0'dan 16000 kata kadar üst üste bindirerek girdi sesini yoğunlaştırır. Yoğunlaştırma derecesi performans sırasında değişim gösterir ve öncede programlanabilir. Bunu dışında yoğunlaştırılmış ses transpoze edilebilmekte ve transpoze edilmemiş yoğunlaştırılmış ses ile aynı anda duyurulabilmektedir. Yoğunlaştırıcının bir diğer özelliği ise mekansallaştırma özelliğidir. Bu sayede bu modülden çıkan ses mekan içinde hareket edebilir. Bu özelliğin duyulabilmesi için en azından salonun köşelerine yerleştirilmiş dört hoparlör gerekmektedir.

Dondurucu (Afrz): Seslerin kaydedildiği, kaydedilen kısmın dondurulduğu, performans sırasında değişebilecek şekilde 3 farklı ses olarak transpoze edildiği, gecikme sistemi ile yoğunlaştırıldığı, filtrelendiği ve yine mekansallaştırma yapılabilen bir modüldür.

Tanecikleyici (Asogs): Bu modülde önce sesi kaydeder. Ancak kaydedilen sesin belirli bir kısmını seçer ve bu kısmın bir kaç kopyasını üst üste bindirerek çalar. Sesin hangi kısmının çalınacağı, çalınan kısmın uzunluğu, çalınan kopyaların sayısı, bu sesin transpozisyonu ve her bir parametrenin varyasyon katsayısı, panlama ile birlikte gerçek zamanda, yani performans sırasında değişebilecek şekilde programlanmıştır.

3.4 CANLI ELEKTRONİĞİN PARÇA İÇİNDEKİ KULLANIMI

Canlı elektronikte kullanılan modüllerin eserdeki ses malzemesiyle ilişkisini göstermek için eserin zamansal olarak değişim çizgilerini gösteren bir tablo hazırlanmıştır. Sütunlar yeni bir birleşim olduğunda değiştiğinden dolayı zamansal olarak birbirlerine eşit değildir.

1.Kesit: A							
Sağ el	Lastik	Teyp ritm	Lastik	Lastik	Ping pong	Teyp ritm	
Sol el	Teyp	Teyp ritm	Teyp ritm	Lastik	Pena köprü		Lastik
E-efekt	Ring	Harm	Ring	Ensig	Harm	Res	Ring
E-işlem		Sog				Sog	

1.Kesit: B						
H. karton	H. karton	H. karton	H. karton	Lastik	H. karton	H. karton
Lastik	Ping-Pena.K	Ping	Lastik		Pena Tel	Pvc
Ring	Res	Harm	Ring	XN	Res	Harm

(devam)				1.Kesit: A'		
Pena-tel	Lastik	Pena. K	Pena- T	Lastik	Lastik- Teyp	Teyp ritm
Pvc	Pvc	Pvc	Pvc	Teyp	Superball	Ping-Lastik
Cop	XN- Harm	Harm	Res	Ring	Harm-Cop	Ensig

1.Ara	2.Kesit: C	2.Kesit: D			2.Kesit: C'
Solo	Cam	H. met-cam	H. met-cam	H. met-cam	Diyapozon
Elektronik	Cluster	Cluster	Superball	Lastik	
	Harm	Harm-Res	Cop		Harm
Vrd-Frz				Sog	Sog

	2.Ara	3.Kesit E			
H. met.cam	Solo Elektronik	Folyo Sürt	Cam Sürt	Diyap. Sürt	Cam Sürt
H. met.cam		multifonik	multifonik	multifonik	Diyap. Sürt
Res		Cop-Res	XN-Res	Ensig-Res	Harm
Sog	Frz-Fvrd-Asog				

4.Kesit A'						3. Kapanış
Lastik		Superball	Lastik	Teyp	Lastik	Lastik
Teyp	Ping.p	Ping. Teyp	Teyp	Teyp	H.Cam	Teyp
Ring	Harm	Harm	Ring	harm	XN	XN-Res
		Sog	Sog	Sog	Sog	Sog-Vrd-FRz
						Solo Elektronik
						Sog-Vrd-FRz

Tablo 4: Seslerin ve Elektronik Modüllerin Form Kesitlerindeki Kullanımı

Yukarıdaki tabloda ilk satır form kesitlerini gösterirken, ikinci satır klavyenin sağ elinin, üçüncü satır ise sol elinin çaldığı sesleri göstermektedir. Dördüncü satır kullanılan efekt modüllerini gösterirken son satır ise işlem modüllerini göstermektedir.

3. BULGULAR

Tablo 4'deki seslerin ve elektronik modüllerin form kesitlerindeki kullanımını gösteren analiz tablosu bu kısımda değerlendirilecektir.

3.1 İŞLEM MODÜLLERİNİN KULLANIMI

Öncelikte solo elektronik kesitler değerlendirildiğinde 1. arada yoğunlaştırıcı (Vrd) ve dondurucu (Frz) kullanıldığı, 2. arada ve 3. arada ise yoğunlaştırıcı (Vrd) ve dondurucuya (Frz) ek olarak tanecikleyicinin (sogs) de kullanıldığı görülmektedir. Her ne kadar bu modül kullanımı bir çeşit birlik sağlasa da kullandıkları ses malzemesinin kendilerinden önceki kesitlerin ses malzemesi olması dolayısıyla kontrastlar da içereceklerdir. Ayrıca modülerin bir çok parametresinin farklı programlanabilir oluşu da bu kontrastın yaratımına katkı sağlayacaktır.

1.Ara	2.Ara	3. Kapanış
Solo Elektronik	Solo Elektronik	Solo Elektronik
Vrd-Frz	Sog-Vrd-Frz	Sog-Vrd-Frz

Tablo 5: Solo Elektronik Modüllerinin Karşılaştırılması

İşlem modüllerinden tanecikleyici (sogs) klavsene eşlik etmek için de kullanılmıştır. Özellikle 1. kesitin A kısmında ve başa dönüş kesiti olan 4. kesitte yoğun bir şekilde sogs modülünün enstrümanla birlikte kullanıldığı görülmektedir. Bunun dışında sogs modülü 2. Kesit D kısmının sonu ve 2 Kesit C' kesitinde eşlik göreviyle kullanılmıştır.

4.Kesit A'						
Lastik		Superball	Lastik	Teyp	Lastik	Lastik
Teyp	Ping.p	Ping. Teyp	Teyp	Teyp	H.Cam	Teyp
Ring	Harm	Harm	Ring	harm	XN	XN-Res
		<u>Sog</u>	<u>Sog</u>	<u>Sog</u>	<u>Sog</u>	<u>Sog-Vrd-FRz</u>

Tablo 6: 4. Kesit A''de Tanecikleyici Kullanımı

3.2 EFEKT MODÜLLERİNİN KULLANIMI

Efekt modülleri ise iki farklı şekilde değerlendirmek mümkündür. Bunlardan ilki form kesitlerindeki efekt modüllerinin kullanımınıdır. Efekt modülleri form kesitlerine göre değerlendirildiğinde bunların seslerde olduğu gibi bir ayrışma değil lakin farklı yapılanmalar içinde kullandıkları görülmektedir.

1. Kesitte tüm efekt modülleri kullanılırken armonizör (harm) ve ring modülatörünün (ring) diğer modülere göre daha fazla kullanıldığı görülmektedir. 2. Kesitte armonizör (harm) ve rezonatör (res) yoğunlukla, doğrayıcı (cop) da yer yer kullanılmış lakin başka bir modül kullanılmamıştır. 3. Kesitte rezonatörün (res)yoğun olarak kullanıldığı lakin armonizör (harm), deneysel gürültü (xn), doğrayıcı (cop) ve zarf modülatörünün (ensig) de kullanıldığını görüyoruz. Son kesitte ise ilk kesitte yoğun olarak armonizör (harm) ve ring modülatörünün (ring) ve az miktarda da deneysel gürültünün kullanıldığı görülmektedir.

1.KESİT

Modül	Sesler						
Ring	Lastik(10)	Teyp (3)	H.Kart(2)				
Harm	H.Pvc(8)	T.ritm (6)	Superb(5)	Pena K(5)	Ping (4)	Lastik(2)	H.Kart(2)
Res	H.Kart(10)	H.Pvc(6)	T.ritm (5)	PenaT(3)	Pena.K(2)	Ping (1)	
XN	Lastik(6)	H.Pvc (1)					
Cop	H.Pvc (4)	Pena T(1)	Lastik(3)	Superb(5)	Teyp(1)		
Ensig	Lastik(6)	T.ritm (4)	Ping (1)				

2.KESİT

Modül	Sesler			
Harm	Cam(15)	Cluster(13)	H.met.c(12)	Diyap(4)
Res	H.met.c(14)	Cluster(12)		
Cop	Superb(5)	H.met.c(5)		

3.KESİT

Modül	Sesler			
Harm	Cam.S(2)	Diyap.S(2)		
Res	Mult(9)	Cam.S(3)	Folyo.S(2)	Diyap.S(2)
XN	Cam.S(3)	Mult(1)		
Cop	Folyo.S(2)	Mult(1)		
Ensig	Diyap.S(2)	Mult(1)		

4.KESİT

Modül	Sesler				
Ring	Lastik(4)	Teyp (3)			
Harm	Ping (4)	Superb(4)	T.ritm (4)	Cam(4)	Teyp (1)
XN	Cluster(1)	Lastik(1)			

Tablo 7: Efekt Modüllerinin Form Kesitlerinde Seslere Göre Dağılımı

Yukarıdaki tabloda her bir kesitteki efekt modülü kullanımı kullanıldıkları ölçü sayıları da parantez içinde verilerek gösterilmiştir. Burada çeşitli gruplaşmalar göze çarpmaktadır.

Efekt modüllerinin diğer bir değerlendirme şekli ise ses tiplerine göre kullanımlarıdır. Her bir ses için farklı kullanımlar bulursa da genel olarak klavye üzerinde çalınan hazırlanmış sesler, tekil sesler, ritmik sesler ve pasajlar için yoğunlukla armonizör ve rezonatör ile kullanılmıştır. Bu sayede armonizör ile tekil seslerin sayısı çoğaltılmış, rezonatör ile de bu tekil seslerin çınlaması dolayısıyla elektronik olarak uzatılması sağlanmıştır.

Uzun ses yapısına sahip olan teyp bandı ve lastik sesleri gibi sesler ise ring modülatörü ve türevleri olarak değerlendirebilecek zarf modülatörü (ensig) ve deneysel gürültü (xn) gibi modüller ile birlikte kullanılmıştır. Bu kullanım ise sesleri

çalındıkları süre boyunca modüle eder bir yapıda olup sürekli bir ses rengi değişimi sağlamaktadır.

4. SONUÇ

Canlı elektronik bu eserde üç farklı görevde kullanılmıştır. Bunlardan biri efekt modüllerinin enstrüman sesini değiştirmek ve dönüştürmek için kullanılmasıdır. Bu modüllerin form kesitlerine özel kullanımı kesitlerin arasındaki kontrast oluşumunu desteklemiştir. Ayrıca seslerin bir çoğunun farklı modüllerle kullanımı da her bir sesin farklı renkler oluşturmasına neden olmuştur. Böylece efekt modülleri hem form kesitlerini belirleyici, hem de içeriği zenginleştirici ve dönüştürücü bir rol oynamıştır.

Canlı elektroniğin bir başka kullanımı ise akustik enstrümana eşlik etmek şeklinde olmuştur. Tanecikleyici (sogs) işlemci modülü bu amaçla hem 1. kesitin A kısmında, hem 4. kesitte hem de 2. kesitin bir kısmında kullanılmıştır. 1. ve 4. kesitteki kullanım başa dönüş hissini kuvvetlendirirken, 2. kesitteki kullanım ise bütünlüğü destekler bir görevdedir. Tanecikleyici akustik enstrümanın sesini kaydedip, onu bestecinin istediği kadar uzatıp, baştan sona, sondan başa çalararak transpoze ederek ve panlayarak kaydettiği enstrümana eşlik eder. Solo partiden kendi kendisine eşlik eden bir yapı oluşturur.

Son olarak canlı elektronik klavsenin çalmadığı solo elektronik ara kesitleri oluşturmak için kullanılmıştır. Burada da elektronik klavsenin performans sırasında çaldığı müziği önceden belirlenen yerlerde kaydetmiş, bu sesleri yine önceden belirlenmiş parametrelerle işleyip ara kesitleri oluşturmuştur. Ara kesitleri oluşturan işlem modüllerinin genel olarak formu belirleyen ve sağlamlaştıran bir görevi bulunmaktadır. Kendileri birer form kesitine dönüşmüşlerdir.

5. KAYNAKÇA

Cipriani, A., Giri, M. (2019). *Electronic music and sound design: Theory and practice with Max 8*. Rome, Italy: ConTempoNet.

Hartmann, W. M. (2013). *Principles of musical acoustics*. New York: Springer.

LACHENMANN, H. (1996), "Klangtypen der Neuen Musik" in *Musik als existentielle Erfahrung: Schriften 1966–1995*, Breitkopf & Härtel, Wiesbaden.

RUSSOLO, L. (1967), *The Art of Noise: (Futurist Manifesto, 1913)* Çev. Robert Filliou. Something Else Press, New York.

SEVSAY, E. (2015) *Orkestrasyon - Çalgılama ve Orkestralama Sanatı, Yapı Kredi Yayınları*, İstanbul.