https://www.utsakcongress.com/dosya.php

UBAK 2021

17 – 18 DECEMBER ONLINE

UBAK

Full Text Book

Tam Metin Kitabı

The 12th International Scientific Research Congress

Science and Engineering

12. Uluslararası Bilimsel Araştırmalar Kongresi

www.ubaksymposium.org

12. Uluslararası Bilimsel Araştırmalar Kongresi

- Fen ve Mühendislik Bilimleri-

the 12th International Scientific Research Congress

- Science and Engineering-

(UBAK)

17 – 18 December 2021

Online / Ankara

-Fen ve Mühendislik Bilimleri-

- Science and Engineering-

- Bildiri Tam Metin Kitabı-

- Proceeding Book -

-

Editor

Doç. Dr. Berrin TOPUZ

asos YAYINLARI

Ankara 2021

YayınYönetmeni / General Publishing Director •
Muhammet ÖZCAN

Editör / Edited by •
Doç. Dr. Berrin TOPUZ

Bu kitapta yayınlanan Bildiri Tam metinleri "Bookcites Kitap Atıf Dizini" tarafından taranmaktadır

KapakTasarım / Cover Design
Bülent POLAT

İçTasarım / Interior
Emre UYSAL

BirinciBasım / First Edition• ©
Aralık 2021 // December 2021-Ankara

ISBN: 978-625-7501-39-2

ASOS YAYINEVİ
1st Edition / 1.baskı: Aralık/December 2021
Address / Adres:ÇaydaçıraMah. HacıÖmerBilginoğlu Cad. No: 67/2-4/MERKEZ/ELAZIĞ

Mail:asos@asosyayinlari.com

Web:www.asosyayinlari.com
İnstagram:https://www.instagram.com/asosyayinevi/
Facebook: https://www.facebook.com/asosyayinevi/
Twitter: https://twitter.com/Asosyayinevi

Ankara 2021

K U R U L L A R

Destek Veren Kurumlar

Çankırı Karatekin Üniversitesi

Onur Kurulu

Prof. Dr. Harun ÇİFTÇİ, Çankırı Karetekin Üniversitesi Rektörü

Düzenleme Kurulu Başkanı

Prof. Dr. Bahri BAYRAM, Atatürk Üniversitesi

DÜZENLEME KURULU

Prof. Dr. Hülya ÇİÇEK, Gaziantep Üniversitesi
Prof. Dr. Ali GÜNDOĞDU, Karadeniz Teknik Üniversitesi
Prof. Dr. Hatice KAYA , Atatürk Üniversitesi
Doç. Dr. Şevki ADEM, Çankırı Karatekin Üniversitesi
Doç. Dr. Hülya BALKAYA, Atatürk Üniversitesi
Doç. Dr. M. Mahir Murat CENGİZ, Atatürk Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Faruk DİLMAÇ, Çankırı Karatekin Üniversitesi
Doç. Dr. Erkan PEHLİVAN, Ankara Üniversitesi
Doç. Dr. Berrin TOPUZ, Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi A. Mutlu YAĞANOĞLU, Atatürk Üniversites

BİLİM KURULU

Doç. Dr. Şevki ADEM, Çankırı Karatekin Üniversitesi
Dr. Öğretim Üyesi Orhan Erdal AKAY, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi
Doç.Dr. Gülçin Beker AKBULUT, Malatya Turgut Özal Üniversitesi
Prof. Dr. Canan BÖLÜKBAŞI AKTAŞ Atatürk Üniversitesi
Prof. Dr. Yerlan ANDEASBAYEV, Zhetysu State University, Kazakhstan
Prof. Dr. Ahmet ATAC, Manisa Celal Bayar Üniversitesi
Doç. Dr. Levent AYDIN, İzmir Katip Çelebi Üniversitesi
Prof. Dr. Bahri BAYRAM, Atatürk Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Nurcan BERBER, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Dr. Öğretim Üyesi Bertan BEYLERGİL, Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi
Dr. Öğretim Üyesi Mehmet Ali BİBERCİ Çankırı Karatekin Üniversitesi
Doç. Dr. Doç. Dr. Huseyin COLAK, Northeastern Illinois University
Dr. Öğretim Üyesi Mutlu ÇEVİK, Munzur Üniversitesi
Prof. Dr. Hülya ÇİÇEK, Gaziantep Üniversitesi
Prof. Dr. İbrahim ÇİFTÇİ, Çankırı Karatekin Üniversitesi
Doç.Dr. Bünyamin DEMİR, Mersin Üniversitesi
Doç. Dr. Nuray DEMİR, Atatürk Üniversitesi
Dr. Öğretim Üyesi Selin Kınalı DEMİRCİ, Amasya Üniversitesi
Doç.Dr. Aslıhan DEMİRDÖVEN, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi
Dr. Öğererim Üyesi Faruk DİLMAÇ, Çankırı Karatekin Üniversitesi
Dr. Öğretim Üyesi Zeynep DUMANOĞLU,
Prof. Dr. Selma ERAT, Mersin Üniversitesi
Prof. Dr. Nurinisa ESENBUĞA, Atatürk Üniversitesi
Doç.Dr. M.Kerim GÜLLAP Atatürk Üniversitesi

Dr. Öğretim Üyesi Serhan HANER, Afyon Kocatepe Üniversitesi
Prof. Dr. Irshad HUSSAİN, The Islamia University of Bahawalpur
Doç. Dr. Rita ISMAİLOVA, Kyrgyz-Turkish Manas University
Prof. Dr. Jose Miguel Molina JORDA, Universidad de Alicante
Prof. Dr. İlyas KANDEMİR, Gebze Teknik Üniversitesi
Doç. Dr. Hüseyin KARACA, Sakarya Üniversitesi
Dr. Öğretim Üyesi Percin KARAKOL, Sağlık Bilimleri Üniversitesi
Dr. Öğretim Üyesi Selim KAYA, Gümüşhane Üniversitesi
Dr. Naseem Ahmad KHAN, The Islamia University of Bahawalpur
Doç. Dr. Rıdvan KOÇYİĞİT Atatürk Üniversitesi
Doç. Dr. Sinan KOPUZLU Atatürk Üniversitesi
Prof. Dr. Metin KÖK, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi
Dr. Parveen KUMAR, Maharishi Markandeshwar (Deemed) University
Doç. Dr. Matanat MEHRABOVA, Azerbaijan National Academy of Sciences, Baku
Prof. Dr. Efendi NASİBOĞLU, Dokuz Eylül Üniversitesi
Prof. Dr. Stephen NEWTON, İmmeritated Professor, Usa
Dr. Öğretim Üyesi Esma ÖZHÜNER Çankırı Karatekin Üniversitesi
Prof. Dr. Taşkın POLAT, Atatürk Üniversitesi
Prof. Dr. Selda Tekin-ÖZAN, Süleyman Demirel Üniversitesi
Dr. Burhanettin OZDEMİR, Prince Sultan University
Dr. Öğretim Üyesi Bilgehan POLATOĞLU, Atatürk Üniversitesi
Doç. Dr. Berrin TOPUZ, Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Dr. Rafiq Abduləli Oğlu RASULOV, Azərbaycan Dövlət Pedoqoji Universiteti
Dr. Öğretim Üyesi Bedrettin SAVAŞ, Kafkas Üniversitesi
Dr. Öğretim Üyesi Selçuk SELİMLİ, Karabük Üniversitesi
Prof. Dr. Oleg SYNYUK, Khmelnitsky National University, Ukreine
Prof. Dr. Akbar TAGHİZADEH, University of Tebriz
Prof. Dr. Erkin TOKPANOV, Zhetysu State University, Kazakhstan
Dr. Öğretim Üyesi Ergun UZLU, Karadeniz Teknik Üniversitesi
Doç. Dr. Hakan YALÇINER, Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi
Prof. Dr. Ahmet YILMAZ, Harran Üniversitesi
Doç. Dr. Övgü Ceyda YELGEL, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi
Prof. Dr. Murat ZENCİRKIRAN, Bursa Uludağ Üniversitesi

SEKRETERYA

Doç. Dr. Adem KAYA
Dr. Esra TÜRE
Arş. Gör. Oğuz Fatih ERGÜN

İÇİNDEKİLER - CONTENTS

K U R U L L A R ..... **IV**

Destek Veren Kurumlar ..... **IV**

Onur Kurulu ..... **IV**

Düzenleme Kurulu Başkanı ..... **IV**

DÜZENLEME KURULU ..... **IV**

BİLİM KURULU ..... **IV**

SEKRETERYA ..... **V**

Hayıt Aromalı Kombu Çayının Biyolojik Aktiviteleri ve Duyusal Özelliklerinin Araştırılması **2**

Akut Sürelerde ve Farklı Dozlarda Sodyum Pirition Uygulanan Sıçanlarda Kan Serumu İnterlökin-1beta(Il-1β) ve İnterlökin-6 (Il-6) Düzeylerindeki Değişim **14**

Production of Methane by Camels and Its Comparison With Other Ruminants **20**

Sıçanlarda Akut Sürelerde Uygulanan Sodyum Pirition'un Ghrelin ve Leptin Hormon Düzeylerine Etkisi **25**

The Effect of Folic Acid And Methionine on Post-Molt Broiler Breeder Hen Feather Score **31**

Effects of Different Levels of Cumin (*Cuminum cyminum*) Compare With Vitamin E on Laying Hens' Biochemical Parameters Of Blood Serum **36**

Stereo Kamera ve Yapay Zeka Tabanlı Derinlik Algılama Sistemi İle İnsan Mesafe Tespiti **40**

Doğal Afetlerin Tetiklediği Teknolojik Kazaların Risk Analizi **48**

Veri Madenciliği Teknikleri Kullanarak Ülkelerin Suç Analizi **63**

Farklı Çözelti Kaynaklarının ZnO Filmlerinin Optik Özellikleri Üzerine Etkisinin Belirlenmesi **74**

Esnek ve Rijit Kaplama Parametrelerinin Üstyapı Türü Seçimi Üzerine Etkileri **85**

Atık Lastik Katkılı Kendiliğinden Yerleşen Betonun Taze ve Sertleşmiş Özellikleri: Bir Derleme **92**

Saha Doğrulaması İçin Asfalt Kaplamaların Su Emme ve Sıkışma Düzeyleri Arasındaki İlişkinin İncelenmesi **100**

Normal Olmayan Dağılımların Varyansı İçin Sağlam Tahmin Edicilere Dayalı Güven Aralığı Yöntemleri **109**

Farklı Tipte Hata Fonksiyonları Kullanan Doğrusal ve Doğrusal Olmayan İlişkileri Birlikte Ele Alan Yeni Bir Yapay Sinir Ağı Modeli **120**

Bootstrap Yeniden Örnekleme Yöntemi **128**

Amasya İli Elektrik Yük Verisinin Üstel Düzleştirme Yöntemleri ile Karşılaştırılmalı Analizi **133**

ZnO/Fe_2O_3 ve Bentonit/ZnO/Fe_2O_3 Nanokompozitleri Üzerinde Rodamin B'nin Fotobozunması 141

Per- ve Polifloroalkil Maddelerin Çevresel Etkilerinin ve Arıtım Yöntemlerinin Araştırılması 151

Hızlı Değerlendirme Yöntemleriyle Mevcut Betonarme Binaların Sismik Performanslarının Belirlenmesi: Erzincan Örneği 162

PVA (Polivinil Alkol) Elyafı İle Bükülmüş Pamuk İpliğinden Üretilen Havlu Kumaşların Su Emicilik Performansı 172

Covid-19 Pandemi Sürecinde "Çok Kriterli Karar Verme" Yöntemleri ile Ventilatör Seçimi 179

Düzenli Depolama Alanlarında Oluşan Çöp Gazının Ekonomik Katkısının Araştırılması, Çorum İli Örneği 189

Düz Panel Fotobiyoreaktör Tasarımı ve Mikroalglerden Yüksek Biyodizel Üretimi ... 196

Raylı Sistem Dağ Kızağının Fren Sistem Çeşitleri 201

Kültürel Mirasta Afet Yönetiminin Kritik Faktörleri Kullanarak Değerlendirilmesi . 208

Mimaride Uyarlanabilirlik Stratejilerinin ve Stratejiler Arası İlişkilerin Ortaya Konması 222

Tekstil Endüstrisinin Çevre Üzerine Etkileri 232

Tele Çalışmanın Türkiye Trafik Yükünü Azaltma Potansiyeli 241

Gemilerde Mevcut Uyku Alarmı Sistemlerinin Yeterliliği 251

Biyoçözücü Olarak Gliserol 258

Oleojellerin Çikolata ve Çikolata Ürünlerinde Kullanımı 266

Kundu Denkleminin Cıvıltılı Soliton Çözümleri 274

***Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae)'nin Bazı Bitkisel Yağlara Olan Yönelimi 282**

Farklı Gelişme Tabiatlı Buğday Çeşitlerinde (*Triticum aestivum* L.) Ekim Zamanı ve Tohum Sıklığının Tane Verimi ve Bazı Verim Öğelerine Etkileri 293

The Impact of in ovo Injection with L- Arginine on Intestinal Histomorphology of Broiler Chickens 305

Evaluating Intestininal Histology of Broilers Received In Ovo Feeding of L-tryptophan 309

The Effect of in-ovo Feeding of Different Ratios of L-methionine to L-lysine on Small Intestine Morphology in day-old Broilers 314

İstanbul Topkapı Sarayı Darphane-i Amire Binalarına Ait Taş Örneklerinde Arkeometrik Analizler 320

Production of Methane by Camels and Its Comparison With Other Ruminants 332

Endüstriyel Kenevir ve Geleceği 336

Effect of Feeding Glucose Solution On Growth Performance, Health Condition, and Blood Metabolites of Ghezel Male Suckling Lambs 344

PFn Halkaları Üzerine 348

The Effect Of Different Levels Of Curcumin Alcoholic Extract And Bacitracin Methylene Disalicylate Supplementation On Performance, Carcass Traits, Some Blood Parameters, Small Intestinal Morphology And Microflora In Japanese Quails 353

Yağmurla Tetiklenen Heyelanların Hidro-Mekanik Davranışının İncelenmesi 361

İklim Değişikliğine Uyum Sürecinde Dirençli Kentler İçin Doğa Tabanlı Çözümler.... 371

TAM METİNLER

PROCEEDINGS

Presentation ID / Sunum No= 79

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0000-0002-9099-7603 / 0000-0002-9047-2874 / 0000-0002-9099-7603

Hayıt Aromalı Kombu Çayının Biyolojik Aktiviteleri ve Duyusal Özelliklerinin Araştırılması

Berfin Eroğlu[1], Eda Delik[1], Dr. Öğretim Üyesi Burcu Emine Tefon Öztürk[1]

[1] *Akdeniz University, Faculty of Science, Biology Department, Antalya, Turkey*

Corresponding author: Burcu Emine Tefon Öztürk

Özet

Kombu çayı, sağlığa faydalı etkileri nedeniyle tüm dünyada insanlar tarafından takdir edilen ve son zamanlarda oldukça popüler hale gelen fermente bir içecektir. Bu içecek asetik asit bakterileri ve mayanın simbiyozunu içeren, tatlandırılmış siyah çayın geleneksel bir fermantasyonudur. Bu çalışmada, Vitex agnus-castus L. (hayıt) bitkisi kullanılarak 21 günlük kombu çayı fermantasyonu gerçekleştirilmiştir. Hayıt aromalı kombu çayı 0, 7, 14 ve 21. günlerde toplam fenolik ve flavonoid madde içeriği, mikrobiyolojik profil, antibakteriyel aktivite, antioksidan ve duyusal özellikler açısından değerlendirilmiştir. Sonuçlarımıza göre, hayıt aromalı kombu çayı geleneksel içeceğe göre daha yüksek antioksidan aktiviteye, toplam flavonoid ve fenolik madde içeriğine sahip olmuştur. Her iki içeceğin de kullanılan bakteri suşlarına karşı antibakteriyel etkinliği, fermantasyon süresi boyunca artmış ve fermantasyon sonunda en yüksek düzeyde olmuştur. Duyusal analizler ise hayıt aromalı kombu çayının tadının iyileştirilebileceğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Antibakteriyel, antioksidan, kombucha, duyusal analiz, *Vitex agnus-castus* L. (hayıt).

Investigation of Biological Activities and Sensory Properties of Chasteberry Flavoured Kombucha

Abstract

Kombucha is a fermented beverage that is appreciated by people all over the world for its beneficial effects on health and has recently become very popular. It is a traditional fermentation of sweetened black tea that contains a symbiosis of acetic acid bacteria and yeast. In this study, a 21-day kombucha fermentation was carried out using the plant Vitex agnus-castus L. (chasteberry). The total phenolic and flavonoid content of chasteberry-flavoured kombucha was

evaluated for microbiological profile, antibacterial activity, antioxidant and sensory properties on days 0, 7, 14 and 21. According to our results chasteberry flavoured kombucha had higher antioxidant activity, total flavonoid content, and phenolic content than the traditional beverage. The antibacterial activity of both beverages against the bacterial strains used increased during the fermentation period and was highest at the end of fermentation. Sensory analysis showed that the taste of kombucha with chasteberry aroma can be improved.

Keywords: Antibacterial, antioxidant, kombucha, sensory analysis, *Vitex agnus-castus* L. (chasteberry).

1.Introduction

Chasteberry belongs to the *Verbenaceae* family and is a shrub native to parts of Asia and the Mediterranean region (Rashmeei et al., 2020). It is widely used as a traditional medicine due to its many benefits to human health (Daniele et al., 2005; Arokiyaraj et al. 2009). This herb has been used for more than 2500 years for the treatment of various ailments. Especially in European region, it is used for gynecological ailments such as menstrual irregularity, uterine bleeding, breast discomfort, fibroids, infertility and acne (Roemheld-Hamm, 2005). Chasteberry has antifungal, antimutagenic, high antioxidant capacity and antibacterial activity (Sahib et al., 2014; Souto et al., 2020). In addition, many of the compounds (vitexin and casticin, etc.) it contains provide the plant with a high anti-inflammatory and lipoxygenase inhibitory capacity (Choudhary et al., 2009; Ogaly et al., 2021).

In recent years, consumption of fermented beverages is one of the rising trends in diet. Kombucha is a popular traditional fermented beverage that is highly appreciated by consumers due to its beneficial effects on health. It is traditionally produced by fermenting sugar and black tea (*Camellia sinensis*) through a symbiotic culture of acetic acid bacteria and osmophilic yeasts (Battikh et al. 2012, Jayabalan et al. 2014). The final product is a slightly sweet and acidic beverage. After kombucha fermentation has started as a result of the metabolic activities of the microorganisms, a cellulosic biofilm layer (SCOBY) is formed on the surface (Chu and Chen 2006, Chakravorty et al. 2016). Fermentation is initiated by inoculating a certain number of microorganisms from the biofilm membrane and the liquid part of the previous culture into the freshly sweetened black tea. This new cultural environment is usually fermented for 7-14 days under aerobic conditions. The main carbon source in the environment is sucrose, which is converted to glucose and fructose by the microorganisms during fermentation (Blanc, 1996).

Aromatic fermentation with different plants is now widely used to enhance the antimicrobial and antioxidant properties of kombucha (Ayed and Hamdi 2015, Ulusoy and Tamer 2019, Vitas et al. 2019). Fermenting kombucha with different herbs depending on the plant used in the bacterial and yeast population allows it to vary (Akarca and Tomar 2018, Değirmencioğlu et al. 2019). Due to its beneficial effects on human health and because it has not been previously used for kombucha fermentation, chasteberry was selected for this purpose. In this study, the microbiological profile, antibacterial and antioxidant activity, total phenolic content, total flavonoid content and sensory properties of kombucha fermented with chasteberry were investigated and compared with traditional kombucha.

.2. Material and Method

2.1 Kombucha Fermentation

In this study, a local isolate (Muratpaşa, Antalya, TURKEY) kombucha was used. Kombucha samples were prepared according to Marsh et al. (2014). Firstly, 1 L of water boiled with 90 g sugar. In the boiling water, 5 g of black tea (Lipton, Turkey) was added and brewed for 3 min. Then the prepared medium was cooled to room temperature and filtered. Chasteberry-flavoured

kombucha drink was prepared by adding 90 g of sugar to 1 L of boiling water, along with 5 g of black tea and chasteberry. While the cultures were prepared, 2% of the kombucha biocellulose layer was added to each glass bottle and 10% from the liquid portion. Fermentation started at room temperature and cultures were stored in shade. The pH, antibacterial and antioxidant activities, total phenolic and flavonoid content, microbiological profiles and sensory characteristics of the samples produced on 0, 7, 14 and 21 days of fermentation were analysed.

2.2 Microbiological Profile Analysis

The microbiological profiles of traditional kombucha and chasteberry flavoured kombucha were analysed on days 0, 7, 14, and 21 of fermentation. For microbiological analysis of the fermented kombucha samples, samples were taken from the fermentation vessels in a homogeneous manner and serial dilutions were prepared with 0.85 NaCl (Sigma Aldrich, USA). Glucose Yeast Extract (GYC) was prepared for counting acetic acid bacteria (Abd El-Salam, 2012). Yeast Extract Glucose Chloramphenicol (YGC) (Merck, Germany) was used for counting yeasts (Coton et al., 2017). De Man Rogasa Sharp Agar (MRS) (Merck, Germany) was used for counting *Lactobacillus* and Plate Count Agar (PCA) (Merck, Germany) was used for determining mesophilic bacterial colonies (Coton et al., 2017). After the serial dilution of the samples was prepared, they were inoculated into the selective medium. After incubating the GYC, PCA and MRS plates at 30°C for five days and the YGC plates at 25°C, the colonies were counted and the colony forming units (CFU/mL) per millilitre were determined according to

$$\text{Eq. 1:} N = \frac{C}{[V \times (n_1 + (0.1 \times n_2))]} \times d \qquad (1)$$

In this equation, d; denotes the most concentrated dilution ratio of two consecutive dilutions, n1; denotes the number of petri dishes prepared with the first dilution, n2; denotes the number of petri dishes prepared with the second dilution, N; denotes the total number of microorganisms per 1 millilitre, V; denotes the volume of solution transferred to the counted petri dishes (mL) C; denotes the total number of counted colonies in the petri dishes (Halkman, 2000).

2.3. *pH measurement*

pH values on days 0, 7, 14 and 21 measured with a digital pH meter (Isolab, Germany).

2.4 Antibacterial Activity and Bacterial Strains

Antibacterial activity was determined by using the disc diffusion method (Bauer 1966). *Klebsiella pneumoniae* (ATCC 13883), *Staphylococcus aureus* (ATCC 29213), *Bacillus cereus* (DSM 22648), *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853), *Staphylococcus epidermidis* (ATCC 12228) and *Escherichia coli* (ATCC 35218) strains were used for the experiments.

Bacteria solution (Merck, Germany) set to 0.5 McFarland in 0.85 NaCl (w/v) and spred on Nutrient Agar (NA) (Merck, Germany) medium. Sterilized kombucha samples 80 µL impregnated on blank antibiotic discs (Bioanalyse, Turkey) and placed on NA. 20 µL of 30 µg/mL ampicillin (Sigma Aldrich, USA) and 20 µL of 30 µg/mL kanamycin (Cayman Chemical, USA) were used as positive controls in the experiments. Petri dishes were incubated at 37°C for 24 hours and the diameters of the zones of inhibition were measured. The experiments were repeated 3 times.

2.5 DPPH radical capture experiment

The ability of fermented kombucha beverages to trap free radicals containing 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) was measured as described by Von Gadow et al. (1997). The liquid portions of the samples of kombucha cultures were collected on the 0th, 7th, 14th, and 21st days and centrifuged at 3200 rpm. Then 0.45 µm pore size filters were used to sterilize samples (GVS, USA) 4 mL of methaolic DPPH solution (Sigma Aldrich, USA) was added onto 100 µL of kombucha samples. The prepared samples were kept in the dark at room temperature for half an hour. The absorbance values were measured by a spectrophotometer (V 5000 Optical Instruments, China) at

516 nm and the radical scavenging capacity it was calculated from the measured samples using the following equation (%) (Hrnjez et al. 2014).

$$[(A(control) – A(sample)) / A(control)] \times 100$$

A(control); absorbance of the blank sample

A(sample); absorbance in the presence of samples

2.6 Total Phenolic Content (TPC)

The described method of Škerget et al. (2005) was used to determine the total phenolic content of the kombucha beverages. FC reagent it was prepared according to the protocol of Singleton and Rossi (1965). 2.5 mL of the 1:10 diluted FC was added to 500 µL of the filtered sample and vortexed. After 2 min. of incubation, 2 mL of 7.5% Na_2CO_3 (Merck Darmstadt, Germany) was added, vortexed for 30 seconds, and stored at 50°C for 5 min. The absorbance was measured at 760 nm and TPC of the samples was calculated as gallic acid equivalent (GAE) in µg/mL.

2.7 Total Flavonoid Content (TFC)

The amount of total flavonoid content of the samples was determined using the aluminium chloride colorimetric method (Dwiputri and Feroniasanti 2019). 500 µL of centrifuged and filter sterilized samples were mixed with 1.5 mL of methanol (Isolab, Germany), 100 µL of 10% $AlCl_3$ (Merck, Germany), 100 µL of 1 M potassium acetate (Merck, Germany), and 2.8 mL of distilled water was added to the mixture and incubated at 25°C for 30 min. The absorbance was measured at 415 nm, the mL TFC of samples was expressed as quercetin equivalent (QE) in µg/mL.

2.8 Sensory Analysis

The blind test was conducted with twenty participants aged between 18 and 40 years, selected from Akdeniz University campus. As these were blind tests, the participants were not informed about the contents of the beverages. Participants rated the drinks on a 5-point hedonic scale in which 1 represents very bad and 5 represents very good. (Altuğ 1993).

2.9 Statistical Analysis

All scores were expressed as mean ± S.D of three independent experiments. All statistical analyses were evaluated with Oneway ANOVA using IBM SPSS 22 software (SPSS, USA). Statistical significance was set at $p < 0.05$.

3. Results and Discussion

3.1 Microbiological Profile Analysis

The total number of aerobic mesophilic bacteria, acetic acid bacteria, yeasts and Lactobacillus on the 0th, 7th, 14th and 21st day of traditional kombucha cultures and chasteberry flavoured kombucha cultures are shown in Table 1. Accordingly, the total number of aerobic mesophilic bacteria, acetic acid bacteria, yeasts and *Lactobacillus* in all samples before fermentation was determined between 1.8×10^3 and 3×10^3 cfu/mL. The cultures showed the highest values on day 14, except for the total mesophilic bacteria. After the day 14, these values decreased. The chasteberry flavoured kombucha sample showed the highest value in total mesophilic bacteria on the 21st day.

Table 1. The number of microorganisms belonging to the 0th, 7th, 14th and 21st days of chasteberry flavoured kombucha and traditional kombucha cultures

	Lactobacillus	**Yeast**	**TMB**	**AAC**
		DAY 0		
K	$3\pm0{,}05\times10^3$	$1{,}8\pm0{,}1\times10^3$	$3\pm0{,}05\times10^3$	$2\pm0{,}001\times10^3$
		DAY 7		
K	$1{,}45\pm0{,}05\times10^7$	$8\pm0\times10^6$	$1{,}15\pm0{,}049\times10^7$	$1{,}05\pm0{,}05\times10^7$
KC	$1{,}85\pm0{,}043\times10^7$	$9{,}05\pm0{,}049\times10^6$	$7{,}50\pm0{,}5\times10^6$	$1{,}05\pm0{,}05\times10^7$
		DAY 14		
K	$1{,}75\pm0{,}05\times10^7$	$1{,}4\pm0{,}05\times10^7$	$1\pm0{,}15\times10^7$	$1{,}6\pm0\times10^7$
KC	$1{,}98\pm0{,}049\times10^7$	$1{,}75\pm0{,}05\times10^7$	$1{,}81\pm0{,}001\times10^7$	$1{,}7\pm0\times10^7$
		DAY 21		
K	$1{,}02\pm0{,}05\times10^7$	$7{,}6\pm0{,}5\times10^6$	$1{,}8\pm0{,}05\times10^6$	$8\pm0{,}5\times10^6$
KC	$1{,}1\pm0{,}1\times10^7$	$1\pm0\times10^7$	$2{,}9\pm0{,}05\times10^7$	$1{,}15\pm0\times10^7$

(TMB= Total mesophilic bacteria, AAC= Acetic acid bacteria, K= Traditional kombucha, KC= Chasteberry flavoured kombucha)

Consequently, the cultures generally showed the highest values on 14th day and these values remained between 10^6-10^7 on the 21st day. In their study, Zhao et al. (2018) found that that the total number of bacteria increased until the 5th day and the yeasts increased until the 7th day, and after these days, the number of microorganisms decreased. In our study, the highest yeast values of traditional kombucha and chasteberry flavoured kombucha were recorded on the 14th day and fluctuated between 10^6 and 10^7 on the 21st day. Similarly, Teoh et al. (2004) in their study showed that the yeast concentration after fermentation ranged between 10^4 and 10^7, but unlike them, the highest levels of cultures were recorded on the 6th day and 8th day. Coton et al. (2017) showed that the concentration of total aerobic bacteria, lactic acid bacteria, yeast and acetic acid bacteria increased over time during the 8-day fermentation of kombucha samples fermented with both green and black tea. In another study similar to ours, acetic acid and yeast concentrations were shown to increase over time after fermentation (Sreeramulu et al. 2000). Cardoso et al. (2020) stated that after 10 days of kombucha fermentation, the number of acetic acid bacteria, lactic acid bacteria, mesophilic bacteria and yeast was 10^5-10^6 cfu/mL. At the same time, they emphasized that this increase in microbial load of kombucha could be due to the amount of sugar and SCOBY used in the preparation of their cultures.

3.2 pH measurement

The pH changes of the cultures as a function of fermentation time are shown in Table 2. Overall, the traditional kombucha was more acidic than the chasteberry flavoured kombucha during the fermentation period. After fermentation, the pH values of the kombucha cultures

decreased over time and on day 21 of fermentation, the traditional kombucha was the culture with the highest acidity (pH 2,5).

Table 2. pH values of kombucha cultures at 0, 7, 14 and 21. days.

Samples	Days			
	0. Day	**7. Day**	**14. Day**	**21. Day**
K	3,1±0	3,0±0	2,7±0	2,5±0
KC	3,2±0	3,1±0	2,9±0	2,6±0

(K= Traditional kombucha, KC= Chasteberry flavoured kombucha)

Similarly, many studies conducted on kombucha have, reported that the pH values of kombucha cultures decrease as a function of fermentation time (Marsh et al. 2014, Jayabalan et al. 2014, Nguyen et al. 2015, Güldane et al. 2017). The pH of the samples is expected to decrease during fermentation due to the conversion of sugars in the environment to organic acid (Ayed et al., 2017).

3.3 Antibacterial Activity and Bacterial Strains

Disc diffusion method was used to examine the antibacterial activity. No zones of inhibition were observed in any of the samples on day 0 and 7 of the study; zones of inhibition were observed on day 14 and 21(Table 3). Traditional kombucha was active against all bacteria except *P. aeruginosa* and *S. aureus* on day 14 of fermentation. On day 14 of fermentation, *S. aureus* is the only strain unaffected by chasteberry flavoured kombucha. On day 21 of fermentation both kombucha cultures were effective against all bacterial strains.

Table 3. Mean zone diameter of antibacterial effects of cultures on days 14 and 21 (in mm).

DAYS	SAMPLES	INHIBITION ZONES					
		EC	**SA**	**PA**	**BC**	**KP**	**SE**
14	**KAN**	16±0,2	14±0,06	7,3±0,06	14±0,06	14,3±0,06	16±0,06
	AMP	6±0	17,3±0,3	9±0,1	7,3±0,06	10,3±0,2	11±0,06
	K	7±0,07	6±0	6±0	7,3±0,06	8,3±0,06	7±0
	KC	8,5±0,2	6±0	9±0,06	9±0,06	8,3±0,06	7,3±0,06
21	**KAN**	17±0	15,3±0,06	8±0,1	18±0,1	20±0	18,3±0,1
	AMP	6±0	18±0,2	8±0,1	11,3±0,06	12±0,06	11±0,06
	K	8±0	10±0,3	10±0,07	8±0	8,3±0,1	8,3±0,06
	KC	9,3±0,06	8±0	9±0,1	8,3±0,06	7±0	8,3±0,06

(The value of 6 in the table indicates that inhibition does not occur because 6 millimetre diameter discs were used in this study. AMP= Ampicillin, KAN= Kanamycin, SA= *S. aureus*, PA= *P. aeruginosa*, SE= *S. epidermidis*, KP= *K. pneumonia*, BC= *B. cereus*, EC= *E. coli*. K= Traditional kombucha, KC= Chasteberry flavoured kombucha)

On the 21st day of fermentation, antibacterial activity was higher in both cultures. In their study, Cardoso et al. (2020) showed that kombucha was not effective against *Salmonella* sp. and *E. coli* at a minimum inhibitory concentration of 250 µL/mL on the 10th day of fermentation, but was effective against *Listeria monocytogenes* and *S. aureus*. However, in this study, while traditional kombucha showed no effect against *S. aureus* and *K. pneumonia* strains on the 14th day of fermentation, it was effective against all strains on the 21st day. In our study, both kombucha

cultures were effective against all bacterial strains on the 21st day of fermentation. However, in their study, Pure and Pure (2016) showed that none of the fermented samples had antibacterial effect on *S. aureus* and *E. coli* on the 21st day of fermentation.

3.4 DPPH radical capture experiment

The DPPH radical scavenging capacities of the samples on the 0th, 7th, 14th and 21st day are shown in Figure 1. The samples showed the highest antioxidant activity on the 7th day of fermentation. Chasteberry flavoured kombucha culture (71%) had the highest antioxidant activity on the 7th day of fermentation. Free radical scavenging activity was also different from the conventional kombucha ($p < 0.05$). On the 14th day of fermentation, the antioxidant activity of both cultures decreased, the antioxidant activity of the traditional kombucha was higher than that of chasteberry flavoured kombucha, but there was no significant difference between them ($p > 0.05$). There was also no significant difference between K (63%) and KC (64%) cultures on the 21st day of fermentation ($p > 0.05$).

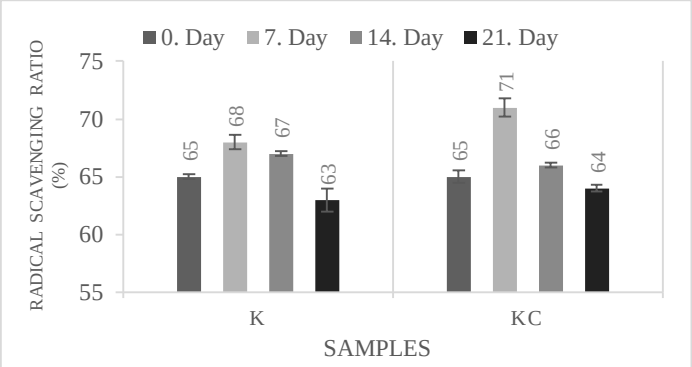


Figure 1: DPPH radical scavenging capacities (%) of fermented beverages on day 0, 7, 14 and 21 (K= Traditional kombucha, KC= Chasteberry flavoured kombucha).

In a study by Chu and Chen (2006), it was shown that antioxidant activity in kombucha prepared with different cultures increased with fermentation, but the increase was significant only in certain samples on the 9th day of fermentation ($p<0.05$). In this study, kombucha samples had the highest antioxidant capacity on the 7th day of fermentation, and after the 14th day, their antioxidant levels began to decrease. Similar to our study, Vitas et al. (2019) observed an increase in antioxidant activity on the 7th day of fermentation and a decrease after the 10th day of fermentation in their study with six different plants. Shahbazi et al. (2018) showed that the antioxidant activity of kombucha with the addition of zahter, green tea and nettle increased until the third day of fermentation and then decreased. In a study, the microbial composition of SCOBY was shown to have a great influence on the composition of kombucha produced (Amarasinghe et al. 2018).

3.5 Total Phenolic Content (TPC)

The total phenolic content of the samples on the 0th, 7th, 14th and 21st days are given in Figure 3. According to our results, the beverages had the highest total phenolic content on the 7th day of fermentation. The chasteberry flavoured kombucha (1656 µg/mL GAE) had the highest total phenolic content before fermentation and was significantly different from the traditional kombucha (1412 µg/mL GAE). Samples from chasteberry flavoured kombucha also had the highest total phenolic content on days 7, 14 and 21 ($p < 0.05$).

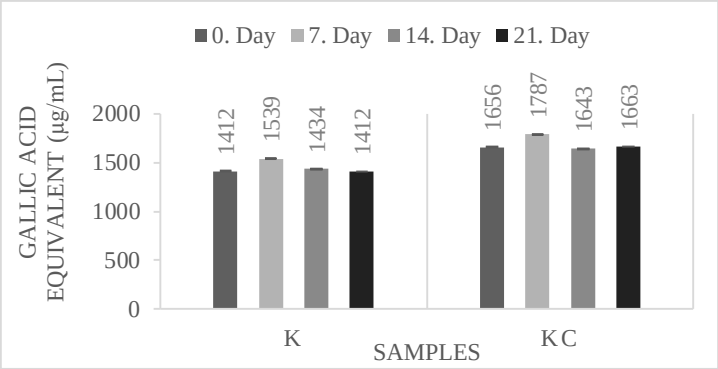


Figure 2: Total phenolic content (µg/mL GAE) of fermented beverages on day 0, 7, 14 and 21 (K= Traditional kombucha, KC= Chasteberry flavoured kombucha).

The total phenolic content of kombucha beverages increased significantly throughout the fermentation period ($p < 0.05$) and peaked on day 7, similar to the antioxidant activity results. In their study, Velicanski et al. (2014) showed that the total phenolic content of traditional kombucha increased significantly after day 7 day of fermentation. Another study showed that the total phenolic content of kombucha beverages continued to increase until day 14 of fermentation (Bhattacharya et al. 2011). However, in our study, the phenolic content of kombucha beverages increased on the 7th day of fermentation, while it generally decreased after the 14th day. Similarly, Ayed et al. (2017), showed that the total phenolic content in kombucha cultures prepared with red grape juice increased until the 6th day of fermentation and decreased from the 10th day of fermentation. Amarasinghe et al. (2018) stated that the decrease in the amount of phenolic compounds in the cultures could be due to the utilisation of the phenolic compounds of kombucha by the microorganisms.

3.6 Total Flavonoid Content (TFC)

The total flavonoid content amounts of the samples on the 0th, 7th, 14th, 21st days are shown in Figure 4. In this study, the total flavonoid content of the kombucha cultures increased until the 14th day of fermentation and the highest values were observed in both kombucha cultures on the 14th day of fermentation. Overall, the flavonoid content was highest in the chasteberry flavoured kombucha during fermentation and was significantly different from the traditional kombucha ($p < 0.05$).

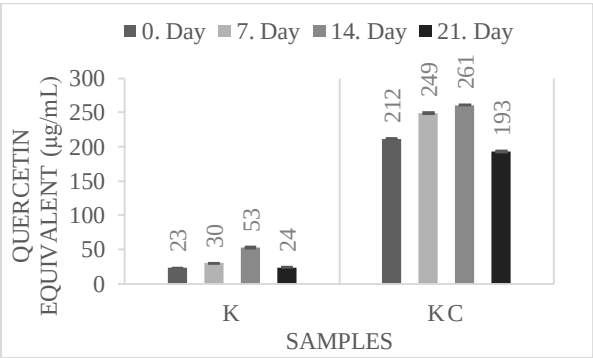


Figure 3. Total flavonoids (µg/mL QE) of fermented beverages on day 0,7,14 and 21 (K= Traditional kombucha, KC= Chasteberry flavoured kombucha).

Flavonoids are important compounds that can inhibition oxidative enzymes, scavenge free radicals, or prevent inflammation (Zhishen et al. 1999). Since chasteberry is the plant with the highest flavonoid content, chasteberry flavoured kombucha was expected to contain a

significant total amount of flavonoid compounds compared to traditional kombucha. Shahbazi et al. (2018) showed that the amount of flavonoids increased significantly in their study with fermented medicinal plants, and suggested that the production of isomers of catechin and epicatechin could cause an increase in the amount of flavonoids. Similarly, Dwiputri and Feroniasanti (2019) observed the highest flavonoid levels in kombucha cultures fermented with butterfly pea on the 20th day of fermentation.

3.7 Sensory Analysis

The kombucha beverages were scored separately on a 5-point hedonic scale for taste, smell, appearance, acidity, and overall quality on the 7th, 14th, and 21st days of fermentation (Figures 4A, 4B and 4C). Overall, traditional kombucha scored higher on days 7 (3.45), 14 (3.05), and 21 (2.65). On the 7th day of fermentation, traditional kombucha was the sample with the highest average score in terms of taste (3.8), smell (2.75) and acidity (3.25). In contrast, chasteberry berry flavoured kombucha scored higher than traditional kombucha only in appearance (3.15) (Figure 4A). On the 14th day of fermentation, the average scores of chasteberry flavoured kombucha were lower than those of traditional kombucha (Figure 4B). On the 21st day of fermentation, the chasteberry flavoured kombucha had the highest mean scores only for smell (2.1) and appearance (2.4) (Figure 4C).

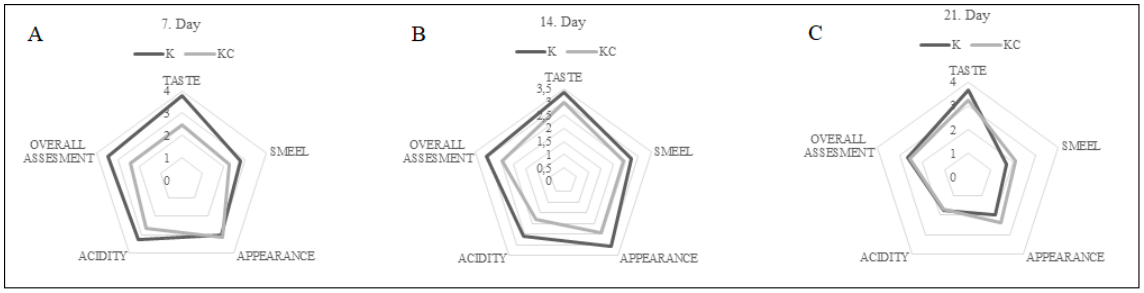


Figure 4: A) Average sensory test results for samples after 7 days of fermentation, **B)** Average sensory test results for samples after 14 days of fermentation, **C)** Sensory test results for samples after 21 day of fermentation.

Traditional kombucha was the beverage of choice in terms of taste. On the other hand, chasteberry flavoured kombucha was not preferred especially in terms of acidity. As the fermentation time increases, kombucha drinks with a pleasant and mild taste take on a sour and vinegary taste (Reiss 1994). Therefore, the drinks on the 14th and 21st days were less preferred by the participants. Lončar et al. (2006) found that the products became sour and unpleasant due to the increase in acidity over time depending on the duration of fermentation in kombucha samples. Ayed et al (2017) in their kombucha study using red grape juice found that the grape juice sample fermented after 6 days obtained higher scores than the grape juice sample fermented after 12 days in terms of colour, smell, acidity, sweetness, taste and overall rating as a result of sensory analysis.

5. Conclusion

Different types of substrates used in the production of new generation probiotic beverages cause changes in the beverage's bioactivity. In this study, the medicinally important chasteberry plant was fermented with kombucha. According to the data, chasteberry is a promising substrate for the development of functional kombucha beverages due to its high content of flavonoids and phenolic substances, as well as its antibacterial effect. However, sensory properties, optimal fermentation time, optimal concentrations of sucrose, black and herbal tea, and the identification of useful ingredients of this beverage are all required.

6. References

Abd El-Salam, S.S., 2012. 16S rRNA gene sequence detection of acetic acid bacteria isolated from tea kombucha. New York Science Journal, 5, 55-61.

Akarca, G., Tomar, O., 2018. Siyah ve Yeşil Çay ile Üretilen Kombucha Çaylarının Antimikrobiyal ve Antioksidatif Özellikleri. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, 14, 96- 101.

Altuğ, T., 1993, Duyusal test teknikleri, 1. Baskı. Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları, İzmir, 56s.

Arokiyaraj, S., Perinbam, K., Agastian, P., & Kumar, R. M. (2009). Phytochemical analysis and antibacterial activity of Vitex agnus-castus. *International Journal of Green Pharmacy (IJGP)*, *3*(2).

Ayed L, Hamdi M (2015) Manufacture of a beverage from cactus pear juice using tea fungus fermentation. Ann Microbiol 65:2293–2299

Ayed, L., Abid, S. B., & Hamdi, M. (2017). Development of a beverage from red grape juice fermented with the Kombucha consortium. *Annals of microbiology*, *67*(1), 111-121.

Battikh, H., Bakhrouf, A., & Ammar, E. (2012). Antimicrobial effect of Kombucha analogues. *LWT-Food Science and Technology*, *47*(1), 71-77.

Bauer, A., 1966. Antibiotic susceptibility testing by a standardized single disc method. American Journal of Clinical Pathology, 45, 149-158.

Blanc, P. J. (1996). Characterization of the tea fungus metabolites. *Biotechnology letters*, *18*(2), 139-142.

Cardoso, R.R., Neto, R.O., dos Santos D'Almeida, C.T., do Nascimento, T.P., Pressete, C.G., Azevedo, L., de Barros, F.A.R., 2020. Kombuchas from green and black teas have different phenolic profile, which impacts their antioxidant capacities, antibacterial and antiproliferative activities. Food Research International, 128, 108782.

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

Choudhary, MI, Jalil, S., Nawaz, SA, Khan, KM ve Tareen, RB (2009). Vitex agnus - castus kaynaklı antienflamatuar ve lipooksijenaz inhibe edici bileşikler. *Fitoterapi Araştırması: Doğal Ürün Türevlerinin Farmakolojik ve Toksikolojik Değerlendirmesine Adanmış Uluslararası Bir Dergi* , *23* (9), 1336-1339.

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

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

Daniele, C., Coon, JT, Pittler, MH ve Ernst, E. (2005). Vitex agnus castus. *İlaç güvenliği* , *28* (4), 319-332.

Değirmencioğlu, N., Yıldız, E., Şahan, Y., Güldaş, M., Gürbüz, O., 2019. Fermentasyon Süresinin Kombu Çayı Mikrobiyotası ve Canlılık Oranları Üzerine Etkileri. Akademik Gıda, 17 (2), 200-211.

Dwiputri MC, Feroniasanti YL (2019) Effect of Fermentation to Total Titrable Acids, Flavonoid and Antioxidant Activity of Butterfly Pea Kombucha. In: Journal of Physics: Conference Series. IOP Publishing, p 012014

Güldane, M., Bayram, M., Topuz, S., Kaya, C., Gök, H.B., Bülbül, M., Koç, M., 2017. Beyaz, siyah ve yeşil çay kullanılarak üretilen kombuchaların bazı özelliklerinin belirlenmesi. Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpasa University (JAFAG), 34 (1), 46-56.

Halkman, KA., Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları, 2 nd edn.. (Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Yayınları, Türkiye, 2000).

Hrnjez D, Vaštag Ž, Milanović S, Vukić V, Iličić M, Popović L, Kanurić K (2014). The biological activity of fermented dairy products obtained by kombucha and conventional starter cultures during storage. journal of functional foods 10:336-345

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

Lončar, E., Djurić, M., Malbaša, R., Kolarov, L. J., Klašnja, M., 2006. Influence of working conditions upon kombucha conducted fermentation of black tea. Food and Bioproducts Processing, 84 (3), 186-192.

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

Nguyen, N.K., Nguyen, P.B., Nguyen, H.T., Le, P.H., 2015. Screening the optimal ratio of symbiosis between isolated yeast and acetic acid bacteria strain from traditional kombucha for high-level production of glucuronic acid. LWT-Food Science and Technology, 64 (2), 1149-1155.

Ogaly, H. A., Alsherbiny, M. A., El Badawy, S. A., Abd-Elsalam, R. M., Li, C. G., & Azouz, A. A. (2021). Gastroprotective effects and metabolomic profiling of Chasteberry fruits against indomethacin-induced gastric injury in rats. *Journal of Functional Foods*, *86*, 104732.

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

Rashmeei, M., Shekarabi, S. P. H., Mehrgan, M. S., & Paknejad, H. (2020). Stimulatory effect of dietary chasteberry (Vitex agnus-castus) extract on immunity, some immune-related gene expression, and resistance against Aeromonas hydrophila infection in goldfish (Carassius auratus). *Fish & Shellfish Immunology*, *107*, 129-136.

Reiss, J., 1994. Influence of different sugars on the metabolism of the tea fungus. Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und-Forschung, 198 (3), 258-261.

Roemheld-Hamm, B. (2005). Chasteberry. *American family physician*, *72*(5), 821-824.

Sahib, H. B., Al-Zubaidy, A. A., Hussain, S. M., & Jassim, G. A. (2014). The anti angiogenic activity of vitex agnus castus leaves extracts. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, *6*(1), 863-869.

Shahbazi, H., Hashemi Gahruie, H., Golmakani, M. T., Eskandari, M. H., & Movahedi, M. (2018). Effect of medicinal plant type and concentration on physicochemical, antioxidant, antimicrobial, and sensorial properties of kombucha. *Food Science & Nutrition*, *6*(8), 2568-2577.

Singleton VL, Rossi JA (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. American Journal of Enology and Viticulture 16:144-158.Škerget M, Kotnik P, Hadolin M, Hraš AR, Simonič M, Knez Ž (2005). Phenols, proanthocyanidins, flavones and flavonols in some plant materials and their antioxidant activities. Food chemistry 89:191-198

Souto, E. B., Durazzo, A., Nazhand, A., Lucarini, M., Zaccardelli, M., Souto, S. B., ... & Santini, A. (2020). Vitex agnus-castus L.: main features and nutraceutical perspectives. *Forests*, *11*(7), 761.

Sreeramulu, G., Zhu, Y., & Knol, W. (2000). Kombucha fermentation and its antimicrobial activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *48*(6), 2589-2594.

Teoh, A.L., Heard, G., Cox, J., 2004. Yeast ecology of Kombucha fermentation. International Journal of Food Microbiology, 95 (2), 119-126.

Ulusoy A, Tamer CE. Determination of suitability of black carrot (Daucus carota L. spp. sativus var. atrorubens Alef.) juice concentrate, cherry laurel (Prunus laurocerasus), blackthorn (Prunus spinosa) and red raspberry (Rubus ideaus) for kombucha beverage production. J FOOD MEAS CHARACT 2019;13(2):1524-36.

Vitas, J., Vukmanović, S., Čakarević, J., Popović, L., & Malbaša, R. (2019). Kombucha fermentation of six medicinal herbs: Chemical profile and biological activity. *Chemical Industry and Chemical Engineering Quarterly*, (00), 34-34.

Von Gadow, A., Joubert, E., & Hansmann, C. F. (1997). Comparison of the antioxidant activity of rooibos tea (Aspalathus linearis) with green, oolong and black tea. *Food chemistry*, *60*(1), 73-77.

Zhao, Z.J., Sui, Y.C., Wu, H.W., Zhou, C.B., Hu, X.C., Zhang, J., 2018. Flavour chemical dynamics during fermentation of kombucha tea. Emirates Journal of Food and Agriculture, 30 (9), 732-741.

Zhishen, J., Mengcheng, T., Jianming, W., 1999. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. Food Chemistry, 64 (4), 555-559.

Presentation ID / Sunum No= 78

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0000-0002-6790-9441 / 0000-0003-2834-0659

Akut Sürelerde ve Farklı Dozlarda Sodyum Pirition Uygulanan Sıçanlarda Kan Serumu İnterlökin-1beta(Il-1β) ve İnterlökin-6 (Il-6) Düzeylerindeki Değişim

Fatma Yazıcı[1], Prof. Dr. Hüseyin Polat[1]

[1]Aksaray Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoteknoloji Bölümü, Aksaray, Türkiye
fatma.yzc.96@outlook.com

Özet

Bu çalışmada farklı sürelerde (24 ve 96 saatlik) sodyum pirition (35 ve 70 mg/kg, ip) ve tuzlu su (salin) (% 0.09 NaCl 0.5 ml/kg, ip) uygulanan Wistar albino sıçanlarda interlökin-1 beta (IL-1β) ve interlökin-6 (IL-6) düzeyleri belirlenmiştir. Araştırma sonucunda, 24 ve 96 saatlik uygulama sonucunda her iki doz grubunda (35 ve 70 mg/kg, ip) kontrol grubuna göre artış istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu belirlenmiştir. Dozlar arasındaki IL-1β ve IL-6 düzeylerindeki değişimin istatistiksel olarak önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Yine araştırma sonucunda 35 ve 70 mg/kg, ip uygulanan sıçanlarda IL-1β ve IL-6 düzeylerinde zamana (24 ve 96 saat) bağlı olarak azalmanın istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu belirlenmiştir. Uygulanan NaPT dozlarının sitotoksik etkisi ile doku hasarı oluşturarak nekroz geliştirmiş ve sonuçta noninfeksiyoz inflamasyona sebep olabileceğini ve uygulama yapılan hayvanlar tarafından immünolojik tepkiler verildiği düşündürdü. Aynı zaman dilimlerindeki dozlar arasındaki IL-1β ve IL-6 düzeylerindeki değişimin ise önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Her iki NaPT dozunun toksik olup aynı tepkilerin aynı etkiye sahip olduğu görülmüştür. IL-1β ve IL-6 düzeylerindeki 96 saat sonra azalmanın intraperitonel NaPT tek doz uygulama sonucunda ilk 24 saatlik dilimde vücuttan atılımı kaynaklı toksisitesinin azalması sonucu olduğunu ve kontrol grubuna göre ölçülen IL-1β ve IL-6 düzeylerinin yüksek olmasının devam eden noninfeksiyoz inflamasyondan kaynaklanmış olabileceğini düşündürdü.

Anahtar Kelimeler: Akut Süre, Sodyum Pirition, İnterlöki-1 Beta, İnterlökin- 6, Sıçan

Change in Blood Serum Interlekin-1beta(Il-1β) and Interlekin-6 (Il-6) Levels in Rats Applied With Sodium Pyritione in Acute Duration and Different Doses

Abstract

In this study, interleukin-1 beta (IL-1β) and interleukin-6 (IL-6) levels were determined in Wistar albino rats treated with sodium pyrithione (35 and 70 mg/kg, ip) and saline (0.09% NaCl

0.5 ml/kg, ip) for different times (24 and 96 hours). As a result of the research, it was determined that the increase in both dose groups (35 and 70 mg/kg, ip) was statistically significant ($p<0.05$) after 24 and 96 hours of administration compared to the control group. The change in IL-1β and IL-6 levels between doses was found to be statistically insignificant. As a result of the research, it was determined that the decrease in IL-1β and IL-6 levels depending on time (24 and 96 hours) in rats administered 35 and 70 mg/kg, ip was statistically significant ($p<0.05$). With the cytotoxic effect of the administered doses of NaPT, tissue damage caused necrosis and it was thought that it could eventually cause noninfectious inflammation and immunological responses were given by the treated animals. It was determined that the change in IL-1β and IL-6 levels between doses in the same time periods was insignificant. Both doses of NaPT were toxic and the same responses were found to have the same effect. It was thought that the decrease in IL-1β and IL-6 levels after 96 hours was the result of the decrease in toxicity caused by its excretion from the body in the first 24 hours as a result of intraperitoneal NaPT single dose administration, and that the higher IL-1β and IL-6 levels measured compared to the control group might be due to ongoing noninfectious inflammation.

Keywords: Acute Duration, Sodium Pyrithione, Interleukin-1 Beta, Interleukin-6, Rat

1. GİRİŞ

Giderek artan endüstriyel gelişim beraberinde birçok sorunu getirmektedir. Bu sorunların en önemlisi toksikolojik çevresel kirleticiler yer almaktadır. Yapılan araştırmalarda bu çevresel kirleticiler çevre ve toplum sağlığı üzerinde önemli ölçüde olumsuz etkileri olduğu bildirilmektedir. Çevresel kirleticiler, fosil yakıtlar, zirai ilaçlar, endüstriyel, kentsel ve tarımsal atıklar olarak alt başlıklara ayrılarak gruplandırılabilir. İnsanlar, oral, inhalasyon ve dermal yolla birçok çevresel kirletici maddeye maruz kaldıklarını göstermektedir. Bu toksik maddelerin birçok fizyolojik etkileri olduğu bilinmektedir. Etkiler arasında nörolojik, endokrinolojik, immünolojik ve metabolizmanın bozulması olarak ortaya çıkmaktadır. Çevresel kirleticiler endokrin sistemi, fizyolojik büyüme üzerinde, strese karşı verilen cevapta, cinsiyet özelliklerinin gelişimi ve üreme yeteneğine ve metabolik hız üzerinde etkileleri bilinmektedir (Stoker vd., 2000; Çetinkaya, 2009; Durmaz ve Giray, 2013; Göktekin ve Barlas, 2008).

Sodyum pirition (NaPT) önemli biyositlerden biri olup antimikrobiyal ve antifungusit ajan olarak madencilik, kozmetik ve yakıt sektörlerinde kullanılmaktadır (Dinning vd., 1998). Substrat taşınmasını inhibe ederek mantar ve bakterileri etkilediği bildirilmektedir (Chandler ve Segel, 1978). Sıçanlarda radyoaktif olarak işaretlenmiş NaPT'nin uygulanması sonucu farklı organlarda biriktiği gösterilmiştir (Ziller, 1977). Yine yapılan çalışmalarda piritionlar (çinko ve sodyum) sitotoksik etki göstererek hücre büyümesini inhibe etiğini bildirilmiştir (Gibson vd., 1985).

Sodyum piritionun sitotoksik olması nedeniyle düşük konsantrasyonlarda tek ya da daha fazla verilen dozlarda farelerde, sıçanlarda ve tavşanlarda arka uzuvlarda dönüşümü olan bir felç oluşturduğu ve dönüşümsüz olarak tapetum luciduma sahip olan hayvanlarda göz hasarı görüldüğü bildirilmektedir (Gibson vd., 1982). Oral yolla uygulaması sıçanlar üzerinde omurilikte motor nöronlarda üzerinde Ca^{+2} artışı olduğu bu nedenle enerji üretimini, hücre iskelet yapısında bozulmayı başlattığı ve sonuç olarak hücre ölümüne neden olduğu gösterilmiştir (Nicotera ve Orrenius, 1998; Knox vd, 2008). Yine yapılan araştırmalarda fizyolojik olarak stres yanıtına neden olarak enerji tüketimine artırdığı (Lamore vd., 2010), DNA hasarının görülmesine, erken hücresel yaşlanma ve ölümüne neden olabileceği bildirilmektedir (Rudolf ve Cervinka, 2011). Bu çalışmada nekrotik doku oluşup inflamasyona neden olabileceği düşünülerek, sodyum pirition uygulanan sıçanlarda IL-1β ve IL-6 düzeyleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. MALZEME VE YÖNTEM

3.1. Deney Hayvanları ve Deney Grupları

Sıçanlar standart kafeslerde serbest beslenme ile sıçanlar özel standart yem ve su verilmiştir. Oda sıcaklığı 21-25 °C tutulmuş ve 12:12 saat aydınlık-karanlık periyodu uygulanılmıştır. Erişkin erkek Wistar albino sıçanlar kulanılmıştır. Vücut ağırlığı 238-287 gram arasında değişen hayvanlar kullanılmıştır. Tüm zaman aralığı ve dozlarında farklı sıçan grupları oluşturuldu.

3.2. Kan Örneklerinin Alınması

Sıçanlara NaPT (35 ve 70 mg/kg, ip) ve salin (%0.09 NaCl 0.5 ml/kg, ip) uygulanması sonucunda tüm gruplardan intrakardiyak yolla (dietileter altında) 2-2.5 ml kan örneği alındı. Kan örnekleri 30 dakika bekletildikten sonra santrifüj edildi ve serumlar ependorf tüplere 300 µL alikotlar oluşturularak -40 ºC derin dondurucuda saklanarak muhafaza altında tutuldu.

3.3. IL-1β ve IL-6 Analizleri

Derin dondurucuda saklanan serumlarda IL-1β ve IL-6 düzeylerini belirlemek için ELISA yöntemli ticari kitler (Fine, Çin) kullanılarak yapılmıştır. Çalışmalar Aksaray Üniversitesi Merkezi Laboratuvarlarında (ASUBTAM) ELISA okuyucu ve yıkayıcı aletler kullanılmıştır.

3.4. Kullanılan Kimyasal Maddeler ve İlaçlar

Sodyum pirition (35 ve 70 mg/kg, ip), Salin (%0.09 NaCl 0.5 ml/kg, ip), Dietileter (İnhalasyon).

3.5. Deney Protokolü

Deneyler esnasında laboratuvar sıcaklığı 21-25 °C arasında tutuldu. NaPT (35 ve 70 mg/kg, ip) ve tuzlu su (%0.09 NaCl 0.5 ml/kg, ip) uygulamaları saat 09:00'da başlanıştır ve takip eden 24 ile 96 saat sonra kan örnekler alınmıştır. Kırıkkale Üniversitesi, Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu tarafından onaylanmış deney protokolü doğrultusunda ve deneyler aynı üniversitenin Hayvan Deneyleri Merkezinde uygulamalar gerçekleştirilmiştir.

3.6. İstatistiksel Analizler

IL-1β ve IL-6 düzeylerine ait elde edilen gözlem değerleri arasında, kontrol, süre ve doz bakımından farklılık olup olmadığını belirlemek için; "Kontrol Grubu x Doz Süresi" ile "Doz 1 ve Doz 2" olmak üzere iki faktörlü (faktöriyel) varyans analizi yapılmıştır. Varyans analizi sonuçlarına göre farklı doz veya süre ortalamalarını belirlemek amacıyla, Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanıldı. Varyans analizleri SPSS 15, Duncan çoklu karşılaştırma testleri ise MSTAT-C istatistik paket programları kullanılarak yapılmıştır.

4. SONUÇ VETARTIŞMA

Yapılan bu araştırmada NaPT (35 ve 70 mg/kg, ip) ve salin (%0.09 NaCl 0.5 ml/kg, ip) uygulanan sıçanlar üzerinde yapılmıştır. Kan serumunda IL-1β ve IL-6 düzeylerine akut sürelerde (24 ve 96 saat) etkileri tespit edilmiştir. Akut sürelerde (24 ve 96 saat) ve dozlarda (35 ve 70 mg/kg, ip) NaPT ve salin (% 0.09 NaCl 0.5 ml/kg, ip) uygulanan sıçanlarda IL-1β düzeyleri tespit edilmiştir (Çizelge 4.1). Çizelgeden de görülebileceği gibi, 24 ve 96 saatlik uygulamadan sonra her iki doz grubunda (35 ve 70 mg/kg, ip) kontrol grubu ile karşılaştırıldığında IL-1β düzeylerindeki artış anlamlıydı ($p<0.05$). Aynı zaman dilimlerindeki dozlar arasındaki IL-1β düzeylerindeki değişimin ise önemsiz olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.1'den görüleceği gibi 35 ve 70 mg/kg, ip uygulanan sıçanlarda aynı dozların farklı zaman dilimlerinde IL-1β düzeylerindeki azalmanın önemli ($p<0.05$) olduğu belirlenmiştir. Farklı sürelerde (24 ve 96 saat) ve dozlarda (35 ve 70 mg/kg, ip) NaPT ve salin (% 0.09 NaCl 0.5 ml/kg, ip) uygulanan sıçanlarda IL-1β düzeyleri tespit edilmiştir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Farklı Dozlarda NaPT Uygulanan Sıçanlarda 24 ve 96 Saatlik IL-1β Düzelerindeki Değişim.

Gruplar	**24 Saat**	**94 Saat**
	IL-6 (pg/ml)	**IL-6 (pg/ml)**
Kontrol	38,22±1,69 b* A**	37,86±1,74 b* A
35 (mg/kg, ip) Sodyum Pirition	67,33±1,07 a A	61,11±0,92 a B
70 (mg/kg, ip) Sodyum Pirition	65,52±1,92 a A	60,13±1,06 a B

*: Aynı sütundaki küçük harfler arasındaki fark anlamlıdır (p<0.05).

**: Aynı satırdaki büyük harfler arasındaki fark anlamlıdır (p<0.05).

Aynı çizelgeden de görülebileceği gibi, 24 ve 96 saatlik uygulamadan sonra her iki doz grubunda (35 ve 70 mg/kg, ip) kontrol grubu ile karşılaştırıldığında IL-1β düzeylerindeki artış anlamlıydı (p<0.05). Aynı zaman dilimlerindeki dozlar arasındaki IL-1β düzeylerindeki değişimin ise önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Yine çizelge 4.1'den görüleceği gibi 35 ve 70 mg/kg, ip uygulanan sıçanlarda aynı dozların farklı zaman dilimlerinde IL-1β düzeylerindeki azalmanın önemli (p<0.05) olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.2'den görüleceği gibi 35 ve 70 mg/kg, ip uygulanan sıçanlarda aynı dozların farklı zaman dilimlerinde IL-6 düzeylerindeki azalmanın önemli (p<0.05) olduğu belirlenmiştir. Farklı sürelerde (24 ve 96 saat) ve dozlarda (35 ve 70 mg/kg, ip) NaPT ve salin (% 0.09 NaCl 0.5 ml/kg, ip) uygulanan sıçanlarda IL-6 düzeyleri tespit edilmiştir (Çizelge 4.2). Aynı çizelgeden de görülebileceği gibi, 24 ve 96 saatlik uygulamadan sonra her iki doz grubunda (35 ve 70 mg/kg, ip) kontrol grubu ile karşılaştırıldığında IL-6 düzeylerindeki artış anlamlıydı (p<0.05). Aynı zaman dilimlerindeki dozlar arasındaki IL-6 düzeylerindeki değişimin ise önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Yine çizelge 4.2'den görüleceği gibi 35 ve 70 mg/kg, ip uygulanan sıçanlarda aynı dozların farklı zaman dilimlerinde IL-6 düzeylerindeki azalmanın önemli (p<0.05) olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.2. Farklı Dozlarda NaPT Uygulanan Sıçanlarda 24 ve 96 Saatlik IL-1β Düzelerindeki Değişim.

Gruplar	**24 Saat**	**94 Saat**
	IL-6 (pg/ml)	**IL-6 (pg/ml)**
Kontrol	38,22±1,69 b* A**	37,86±1,74 b* A
35 (mg/kg, ip) Sodyum Pirition	67,33±1,07 a A	61,11±0,92 a B
70 (mg/kg, ip) Sodyum Pirition	65,52±1,92 a A	60,13±1,06 a B

*: Aynı sütundaki küçük harfler arasındaki fark anlamlıdır (p<0.05).

**: Aynı satırdaki büyük harfler arasındaki fark anlamlıdır (p<0.05).

Pirition olarak kullanılan (sodyum, çinko ve bakır) tuzları formunda kozmetik, anti-septik ürünlerde, madencilikte ve gemi boyalarında yaygın kullanımı bulunmaktadır. Genellikle öldürücü (mantar, yosun) ve antimikrobiyal olarak kulanılan ajan arasıdadır (Luepke ve Preusser, 1978; Bao vd, 2008; Lamore vd, 2010). Yapılan araştırmalarda, farklı organizmalarda nörotoksik, sitotoksik, genotoksik, immünotoksik ve histopatolojik etkileri üzerinde durulmuştur. Farklı dozlarda ve farklı hayvanlar üzerinde NaPT'nin etkisini belirlemeye yönelik yapılan araştırmalarında, sitotoksik, nörotoksik etki, doku hasarı, kas zayıflığı ve ataksi, ciltte tahrişlere, nekroz oluşumuna, DNA hasarına, oksidatif stres, hücre ölümlerine ve hücrelerde erken yaşlanma bulgularına rastlanılmıştır. Her iki NaPT dozunun toksik olup aynı tepkilerin aynı etkiye sahip olduğu görülmüştür. IL-1β ve IL-6 düzeylerindeki 96 saat sonra azalmanın intraperitonel NaPT tek doz uygulama sonucunda ilk 24 saatlik dilimde vücuttan atılımı kaynaklı toksisitesinin azalması sonucu olduğunu ve kontrol grubuna göre ölçülen IL-1β ve IL-6 düzeylerinin yüksek olmasının devam eden noninfeksiyoz inflamasyondan kaynaklanmış olabileceğini düşündürdü. Bu araştırma sonuçları, NaPT toksik dozlarının yeniden belirlenmesine ve oluşturduğu hücresel ve doku hasarlarının (histopatolojik) belirlenmesine yönelik ileri bilimsel araştırmalara ihtiyaç duyulduğunu göstermiştir.

KAYNAKLAR

BAO, V.W., LEUNG, K.M., KWOK, K.W., ZHANG, A.Q., LUİ, G.C. (2008). Synergistic toxic effects of zinc pyrithione and copper to three marine species: Implications on setting appropriate water quality criteria, Marine Pollution Bulletin, 57, 6-12, 616-623.

CHANDLER, C.J., SEGEL, I.H. (1978). Mechanism of the antimicrobial action of pyrithione: effects on membrane transport, ATP levels, and protein synthesis, Antimicrobial agents and chemotherapy, 14, 1, 60-68.

ÇETİNKAYA, S. (2009). Endokrin çevre bozucular ve ergenlik üzerine etkileri, Dicle Tıp Dergisi, 36, 1, 59-66.

DİNNİNG, A. J., AL-ADHAM, I. S. I., AUSTİN, P., CHARLTON, M., COLLİER, P. J. (1998). Pyrithione biocide interactions with bacterial phospholipid head groups. Journal of applied microbiology, 85(1), 132-140.

DURMAZ, E. VE GİRAY, B. (2013). Çevresel bir endokrin bozucu: Bisfenol A ve toksik etkilerinin değerlendirilmesi, Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi, 56: 192-199.

GİBSON, W.B., JEFFCOAT, A.R., TURAN, T.S., WENDT, R.H., HUGHES, P.F., TWİNE, M.E. (1982). Zinc pyridinethione: serum metabolites of zinc pyridinethione in rabbits, rats, monkeys, and dogs after oral dosing, Toxicology and applied pharmacology, 62, 2, 237-250.

GİBSON, W., CHAMBERLAİN, M., PARSONS, J., BRUNSKİLL, J., LEFTWİCH, D., LOCK, S., SAFFORD, R. (1985). The effect and mode of action of zinc pyrithione on cell growth. I. In vitro studies, Food and chemical toxicology: an international journal published for the British Industrial Biological Research Association, 23, 1, 93-102.

GÖKTEKİN, E., BARLAS, N. (2008). Ulusal biyoteknoloji bilgi merkezi. URL Adres: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21783911/ Erişim tarihi: 19.01.2021.

KNOX, R.J., KEEN, K.L., LUCHANSKY, L., TERASAWA, E., FREYER, H., BARBEE, S.J., KACZMAREK, L.K. (2008). Comparative effects of sodium pyrithione evoked intracellular calcium elevation in rodent and primate ventral horn motor neurons, Biochemical and biophysical research communications, 366, 1, 48-53.

LAMORE, S.D., CABELLO, C.M., WONDRAK, G.T. (2010). The topical antimicrobial zinc pyrithione is a heat shock response inducer that causes DNA damage and PARP-dependent energy crisis in human skin cells, Cell Stress and Chaperones, 15, 3, 309-322.

LUEPKE, N., PREUSSER, P. (1978). Antischuppen-Kosmetika-Wirkung und Toxikologie, Aerztl. Kosmetologie, 8, 269.

NİCOTERA, P., ORRENİUS, S. (1998). The role of calcium in apoptosis, Cell calcium, 23, 2-3, 173-180.

RUDOLF, E., CERVİNKA, M. (2011). Stress responses of human dermal fibroblasts exposed to zinc pyrithione, Toxicology letters, 204, 2-3, 164-173.

STOKER, T.E., PARKS, L.G., GREY, L.E., COOPER, R.L. (2000). Ulusal biyoteknoloji bilgi merkezi. URL Adres: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10759431/ Erişim tarihi: 19.01.2021.

ZİLLER, S. (1977). Absorption, excretion and tissue distribution of 2-pyridinethiol-1-oxide, Food and cosmetics toxicology, 15, 1, 49-54.

Presentation ID / Sunum No= 95

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0000-0001-8830-9595

Production of Methane by Camels and Its Comparison With Other Ruminants

Dr. Öğretim Üyesi Hamid Paya[1], Araştırmacı Mehri Montazerharzand[1], Prof. Dr. Akbar Taghizadeh[1], Dr. Valiollah Palangi[2]

[1]Department of Animal Science, Agricultural Faculty, University of Tabriz, Tabriz, Iran.
[2]Department of Animal Science, Agricultural Faculty, Ataturk University, 25240 Erzurum, Turkey.

Corresponding author: Hamid Paya1

Abstract

The purpose of this study was to reveal the effect of ruminal microflora types, especially protozoa, on fiber digestibility and methane production. The study was conducted on camel protozoa and greenhouse gas emissions to illustrate the fact that camels produce less methane and digest better the forage. In order to achieve to the purpose of the study, numerous databases and journals were used. Studies have shown that improving rumen efficacy can help reduce emissions. Protozoa species are different in camels and cause better cell-wall degradation in the rumen and reduced methane production compared to other ruminants. Therefore, it seems that the presence of such protozoa in the rumen may increase forage digestibility by up to 30%. The molecular properties of camel microflora and its comparison with other ruminants, together with their effectiveness, provide information on their diversity. Indepth understanding of the relationship between the different methanogenic species present in the camel rumen is important because of the low methane emission rate compared to other ruminants.

Keywords: Camel, Greenhouse Gases, Methanogenic, Protozoa

Introduction

Climate change is widely considered by politicians and scientists around the world. These changes have been increasing at an alarming rate over the past few decades. The changes are manifested by rising surface temperatures and oceans, rising ocean salinity, ocean acidity, and the melting of the Greenland and Arctic ice sheets. These changes are mainly attributed to human activities resulting from economic growth and population growth. The IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) has shown that the earth has been warmer in the last three decades than in the decades before 1850. The average temperature of the earth and ocean was 0.85 ° C (0.65 to 1.06) higher than the periods 1880 to 2012. Although the change in temperature has not been uniform,

some regions have been cool and some have been warm, but the long-term and global effects of the Earth and the oceans have shown a tendency to rise in temperature.

Ruminants digest fibrous carbohydrates by microbial fermentation. One of the by-products of the fermentation process is methane gas, greenhouse gas (GHG), which indicates energy loss to the host animal. Fossil fuels are the main source of greenhouse gas (GHG) emissions. The gases emitted into the atmosphere are carbon dioxide (CO_2), methane (CH_4) and nitrogen oxide (N_2O). Global CO_2 levels reached 395 ppm in 2013, while emissions were estimated at 38.8 billion tonnes in the same year, the highest in history and 46% higher than in 1990. About 60% of methane emissions are allocated to agriculture, of which about 80% is produced by the livestock digestive tract.

The protozoa in the rumen make up 50% of the microbial mass and are significantly involved in the rumen digestion of ruminants, of which the ciliated type is the most abundant. There are fewer data on camel rumen protruding cilia than other ruminants. Therefore, traditional techniques for studying microorganisms, especially the microbial population of protozoa, do not seem to be effective. Camel anatomy has been the subject of numerous studies, but information about its microbial fluoromy is very rare. It is worth noting that camels are thought to emit less methane than real ruminants (Dittmann et al., 2014; Mannai et al., 2016).

Livestock contribution to greenhouse gas emissions

Livestock contribute to GHG release directly by fermentation and indirectly by converting forests to pastures. Different sources provided different estimates of between 7% and 18% for livestock's share of methane production. Ruminants account for about 18% of the world's total greenhouse gas emissions. The US Environmental Protection Agency (EPA) estimates global methane emissions from the fermentation process for 2010 and 2020 at 2079 and 2344 Mt CO_2-eq per year, respectively, and methane emissions from animal manure at 470 and 523 Mt CO_2, respectively. Fermentation of methane through fermentation is usually expressed as gross energy intake (GEI) with values between 6 and 10%. GHG emissions were proposed based on the amount of digestible energy consumed (DEI) or per unit of livestock product instead of GEI. Expression of GHG release as DEI percentage indicates the potential impact of diet quality and composition. For example, increasing forage digestibility generally reduces GHG emissions from ruminal fermentation per unit of livestock product. Consumption of concentrates, natural compounds such as tannins and saponins, as well as feed NPN, reduces methane emissions during the fermentation process. In addition to the release of GHG by fermentation, the release from the feces is also affected by the composition of the diet, which also depends on the keeping of livestock in pastures or pens. Fermentable organic matter in feces is expected to decrease as the digestibility of dietary ingredients increases, which may reduce methane emissions from manure. A balanced diet ensures efficient use of nutrients and improves animal productivity, thereby reducing GHG emissions per unit of livestock production. In fact, it is an effective and important strategy to reduce emissions (Morgavi et al., 2010).

Comparison of ciliated protozoan populations in camels and ruminants

The population of Entodinium protozoa is predominant in all livestock species. The rumen content of dromedaries is lower in protozoa than in small ruminants. dromedaries may contain some protozoan genes that are highly efficient at cell wall degradation. Methane production in the rumen occurs with the proliferation of a community of microorganisms such as bacteria, protozoa, fungi, and especially methanogenic archaea (Popova et al., 2011). Methanogens make up a smaller population in the rumen (1-4%). The symbiotic relationship between methanogens and protozoa is also well documented. Up to 20% of methanogens belong to protozoa. Metanogenic archaea use volatile fatty acids produced by these protozoa, including acetate and mainly butyrate:

two metabolic pathways for the production of H2 followed by the production of methane. Methane produced by methanogenic archaea attached to ciliated protozoa can account for up to 37% of the total methane produced. Therefore, studying the relationship between archaea and protozoa can provide important information (St-Pierre and Wright, 2012).

Methane emission by camels

According to the IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), the main source of methane emissions is the fermentation process. Camels are considered to be ruminants and are grouped with cattle, buffaloes, sheep and goats. However, due to the lack of information about the feeding and digestion stages of camels, the Tier 1 method has been used and the release has been obtained almost by extrapolating from the main groups of ruminant that seem to have a similar digestive system. In this report, the estimated methane emissions for camels weighing approximately 570 kg were 46 kg of methane per head per year. Methane emission figures for camels were derived from cows emission measurements. This detailed report was based on an extensive search and use of available resources, but found fundamental differences between camels and actual ruminant species that led to the camels using a default value of 46 kg methane / head / year. , Has been ignored (Al Jassim, 2016).

Calorimetric estimates of methane emission by camels from different levels of the diet consisting of barley grain and wheat straw showed that methane emissions of 0.999, 0.285 and 0.842 mg / kg / metabolic weight / day, respectively for the duration of periods of dont consume feed, feeding and rumionation. This methane calorimetric measurement shows the total methane release from the camel. It is important to note that concentrate supplementation is common in camels, but does not reflect the natural nutritional status of this herbivore. Recent estimates of methane emission by humpback camels have been compared with Holstein dairy cows under equal diets and conditions (Guerouali and Laabouri, 2013). Camels and cows were housed separately in a stalls and fed on alfalfa (2 kg / day) and barley grain (3 kg / day) and their diffusion was measured using an open face mask system. The results showed that the rate of methane release by camels was one third of cattle (47.7 vs. 138.7 g per day or 17.4 vs. 50.6 kg per year; 5). On the other hand, measuring the methane release rate by alpaca and sheep using hexafluoride sulfur detection techniques, no difference in methane release (GEI%) between the two species when feeding alfalfa hay (5.7 vs. 4.7) did not show. However, alpaca had higher methane emissions when feeding clover pasture (9.4 vs. 7.5) and lotus (6.4 vs. 2.7). Recently, measurement of methane release using a respiratory chamber with three species of camels (Vicogena pagos, Lama glama, Camellius bactrianus) showed that camels produce less methane in similar diets than ruminants (0.229 vs. 0.415 g / kg per day) (Dittmann et al., 2014). The researchers concluded that this difference is most likely due to the reduced metabolism, feed and digestible fiber consumption of camels. Information on methane emissions by camels is generally limited and further research is needed, especially under normal feeding conditions. In addition, little is known about the diversity and structure of the camel's digestive tract. The study of the population structure of fecal methanogens found in Camelus bactrianus camels kept in two zoos in the United States was performed using 16 S rRNA gene libraries for each zoo. While methanogenic sequences belonging to the bacterial methanobrius genus were predominant in both libraries, they showed significant differences in diversity and structure. Preliminary results show how the methanogen population structure can vary greatly between animals as they are kept in different areas. The authors also suggested that additional studies be performed using alternative techniques such as next-generation sequencing to analyze larger groups of animals under controlled diets to obtain more information on the diversity of methogenes in the monocotyledonous gastrointestinal tract of camels (St-Pierre and Wright, 2014).

There is a difference in methane emissions from camels compared to dairy cows. This difference in methane production between the two species can be attributed to some anatomical and

physiological characteristics of the camel's digestive tract. The amount of methane released by an animal is a good indicator of the amount of diet that has been fermented in the pre-stomach. In cattle, the entire diet is probably fermented in the rumen, while in camels a small portion of the diet is fermented in the pre-stomach and the rest passes through the stomach and is digested in the intestine. It should be noted that the camel pre-stomach consists of three parts instead of four parts in cattle with the presence of omasum-reticulum. Camels provide a higher tracer for the ruminal fluid phase, which allows a large portion of the diet to escape fermentation and be digested in the intestine to produce less methane. Camel grazers are highly selective and seek food particles rich in soluble carbohydrates and proteins, while cows are considered non-selective grazers depending on the size of the grazed feed (Faridi et al., 2017) .

Camels have higher blood sugar (1.5 g / l) than cows (0.5 g / l), and to maintain this high level of glucose in the blood, most of the soluble carbohydrates provided by the diet must escape fermentation. And digested in the intestine. Unlike cattle, the importance of volatile fatty acids (fermentation products) as an energy source for camels is very limited. Compared to cattle, camels spend less time chewing and rumination, but produce more saliva, which is not conducive to methane production. Researchers have shown that the population of pre-gastric bacteria is comparable for the two species, but less protozoa are found in camels, indicating that less methane is produced in camels because the methane-producing bacteria are more prone to protozoa. According to Xwani in 2000, camels have a high buffering capacity digest tract and do not show a metabolic disorder such as acidosis, which is often found in the diets of high-concentrate dairy cows. The researchers measured the characteristics of volatile fatty acids in the rumen of the two species and reported that the ratio of propionate to acetate in camels was higher than in cows receiving the same diet. Limited production of acetate in camels may partly explain the reduction in methane production (Guerouali and Laabouri, 2018).

References

1. Al Jassim, R. Camels and their environment: Impact of the climatic changes. 4th international conference of ISOCARD, Almaty, Kazakhstan.
2. Dittmann, M. T., Runge, U., Lang, R. A., Dario Moser, D., Galeffi, C., Kreuzer, M., Clauss, M. (2014). Methane Emission by Camelids. *PLOS ONE*. 9(4): 1-8.
3. Faridi, F., Sena, D. S., and Sharma, V. (2017). Characterisation of the methanogenic archaeal community in the C1 compartment of the camel (Camelus Dromedarius). *Journal of Camel Practice and Research*. 24(2): 157-163.
4. Guerouali, A. and Laabouri, F. Z. (2013). Estimates of methane emission from the camel (Camelus dromedarius) compared to dairy cattle (Bos taurus). *Advances in Animal Biosciences*. 4: 286.
5. Guerouali, A., and Laabouri, F. Z. (2018). The camel (Camelus dromedarius) produced three times less methane than cattle receiving the same feeding ration. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*. 6(3): 289-293.
6. Jouany, J. P. (2000). La digestion chez les camélidés; comparaison avec les ruminants. *Inra Productions Animales*. 13: 165-176.
7. Kay, R. N. B., Maloiy, G. M. O. (1989). Digestive secretions in camels. *Options Méditerranéennes, série A. Séminaires*. 2: 83-87.
8. Mannai, H., Cinq-Mars, D., Godbout, S., Hogue, R., & Jeanne, T. (2016). Relationship between protozoa, digestibility and methane production in rumen: a molecular comparative approach between ruminants and camels protozoal fauna. *Canadian Society for Bioengineering*. 1-5.
9. Morgavi, D. P., Forano, E., Martin, C., and Newbold, C. J. (2010). Microbial ecosystem and methanogenesis in ruminants. *Animal*. 4(7): 1024-1036.

10. Popova, M., Morgavi, D. P., Doreau, M., and Martin, C. (2011). Production de méthane et interactions microbiennes dans le rumen INRA Prod. *Animal*. 24: 447-460.
11. St-Pierre, B., and Wright, A. D. G. (2012). Molecular analysis of methanogenic archaea in the forestomach of the alpaca (Vicugna pacos). *BMC microbiology*. 12: 1-10.

Presentation ID / Sunum No= 76

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0000-0001-8866-954X / 0000-0003-2834-0659

Sıçanlarda Akut Sürelerde Uygulanan Sodyum Pirition'un Ghrelin ve Leptin Hormon Düzeylerine Etkisi

Mustafa Göktaş[1], Prof. Dr. Hüseyin Polat[1]

[1]Aksaray Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoteknoloji Bölümü, Aksaray, Türkiye
ersinmustafayelda@gmail.com

Özet

Bu çalışmada farklı sürelerde (24 ve 96 saatlik) sodyum pirition (NaPT) (35 ve 70 mg/kg, ip) ve tuzlu su (salin) (% 0.09 NaCl 0.5 ml/kg, ip) uygulanan Wistar albino sıçanlarda Leptin ve Ghrelin düzeyleri belirlenmiştir. Araştırma sonucunda, kontrol grubuna göre uygulanan her iki doz grubunda (35 ve 70 mg/kg, ip) Ghrelin hormon düzeylerindeki azalma ve Leptin hormon düzeylerindeki artış istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu belirlenmiştir. Aynı zaman dilimlerindeki dozlar (35 ve 70 mg/kg, ip) arasındaki Leptin ve Ghrelin hormon düzeylerindeki değişimin ise önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Yine araştırma sonucunda farklı sürelerde uygulanan aynı dozlar (35 ve 70 mg/kg, ip) arasındaki değişimin ise istatistiksel olarak önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Yapılan araştırmalarda NaPT toksikolojik etkileri bilinmektedir. Uygulanan NaPT dozlarının sitotoksik etkisi ile doku hasarı oluşturarak nekroz geliştirmiş ve sonuçta noninfeksiyoz inflamasyona sebep olup ve uygulama yapılan hayvanlar tarafından immünolojik tepkiler (TNF alfa, 1β ve IL-6 gibi) verildiği düşündürdü. Verilen immünolojik tepkilerden TNF alfa salınımının kaşektik etkisi sonucu Gherelin hormon seviyelerinde azalmaya, yine aynı sitokinin immünolojik düzenlemeler için Leptin hormon seviyelerinde artışa neden olabileceğini düşündürdü.

Anahtar Kelimeler: Akut Süre, Sodyum Pirition, Leptin, Ghrelin, Sıçan

The Effect of Sodium Pyrithione in Acute Periods On Ghrelin and Leptin Hormone Levels in Rats

Abstract

In this study, Leptin and Ghrelin levels were determined in Wistar albino rats treated with sodium pyrithione (35 and 70 mg/kg, ip) and saline (0.09% NaCl 0.5 ml/kg, ip) for different times (24 and 96 hours). As a result of the research, it was determined that the decrease in Ghrelin hormone levels and the increase in Leptin hormone levels were statistically significant ($p<0.05$) in both dose groups (35 and 70 mg/kg, ip) administered compared to the control group. It was

determined that the change in Leptin and Ghrelin hormone levels between doses (35 and 70 mg/kg, ip) in the same time periods was insignificant. As a result of the research, it was determined that the change between the same doses (35 and 70 mg/kg, ip) administered at different times was statistically insignificant. The toxicological effects of NaPT are known in the studies. With the cytotoxic effect of the administered NaPT doses, tissue damage was caused by necrosis, resulting in noninfectious inflammation, and it was thought that immunological responses (such as TNF alpha, 1β and IL-6) were given by the treated animals. The cachectic effect of TNF alpha release from immunological responses suggested that Gherelin hormone levels might decrease and that the same cytokine might cause an increase in Leptin hormone levels for immunological regulation.

Keywords: Acute Duration, Sodium Pyrithione, Leptin, Ghrelin, Rat

1. GİRİŞ

Giderek artan endüstriyel gelişim beraberinde birçok sorunu getirmektedir. Bu sorunların en önemlisi toksikolojik çevresel kirleticiler yer almaktadır. Yapılan araştırmalarda bu çevresel kirleticiler çevre ve toplum sağlığı üzerinde önemli ölçüde olumsuz etkileri olduğu bildirilmektedir. Çevresel kirleticiler, fosil yakıtlar, zirai ilaçlar, endüstriyel, kentsel ve tarımsal atıklar olarak alt başlıklara ayrılarak gruplandırılabilir. İnsanlar, oral, inhalasyon ve dermal yolla birçok çevresel kirletici maddeye maruz kaldıklarını göstermektedir. Bu toksik maddelerin birçok fizyolojik etkileri olduğu bilinmektedir. Etkiler arasında nörolojik, endokrinolojik, immünolojik ve metabolizmanın bozulması olarak ortaya çıkmaktadır. Çevresel kirleticiler endokrin sistemi, fizyolojik büyüme üzerinde, strese karşı verilen cevapta, cinsiyet özelliklerinin gelişimi ve üreme yeteneğine ve metabolik hız üzerinde etkileleri bilinmektedir (Stoker vd., 2000; Çetinkaya, 2009; Durmaz ve Giray, 2013; Göktekin ve Barlas, 2008).

Sodyum pirition (NaPT) önemli biyositlerden biri olup antimikrobiyal ve antifungusit ajan olarak madencilik, kozmetik ve yakıt sektörlerinde kullanılmaktadır (Dinning vd., 1998). Substrat taşınmasını inhibe ederek mantar ve bakterileri etkilediği bildirilmektedir (Chandler ve Segel, 1978). Sıçanlarda radyoaktif olarak işaretlenmiş NaPT'nin uygulanması sonucu farklı organlarda biriktiği gösterilmiştir (Ziller, 1977). Yine yapılan çalışmalarda piritionlar (çinko ve sodyum) sitotoksik etki göstererek hücre büyümesini inhibe etiğini bildirilmiştir (Gibson vd., 1985).

Sodyum piritionun sitotoksik olması nedeniyle düşük konsantrasyonlarda tek ya da daha fazla verilen dozlarda farelerde, sıçanlarda ve tavşanlarda arka uzuvlarda dönüşümü olan bir felç oluşturduğu ve dönüşümsüz olarak tapetum luciduma sahip olan hayvanlarda göz hasarı görüldüğü bildirilmektedir (Gibson vd., 1982). Oral yolla uygulaması sıçanlar üzerinde omurilikte motor nöronlarda üzerinde Ca^{+2} artışı olduğu bu nedenle enerji üretimini, hücre iskelet yapısında bozulmayı başlattığı ve sonuç olarak hücre ölümüne neden olduğu gösterilmiştir (Nicotera ve Orrenius, 1998; Knox vd, 2008). Yine yapılan araştırmalarda fizyolojik olarak stres yanıtına neden olarak enerji tüketimine artırdığı (Lamore vd., 2010), DNA hasarının görülmesine, erken hücresel yaşlanma ve ölümüne neden olabileceği bildirilmektedir (Rudolf ve Cervinka, 2011). Bu çalışmada nekrotik doku oluşup inflamasyona neden olabileceği düşünülerek, sodyum pirition uygulanan sıçanlarda Leptin ve Ghrelin düzeyleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. MALZEME VE YÖNTEM

3.1. Deney Hayvanları ve Deney Grupları

Sıçanlar standart kafeslerde serbest beslenme ile sıçanlar özel standart yem ve su verilmiştir. Oda sıcaklığı 21-25 °C tutulmuş ve 12:12 saat aydınlık-karanlık periyodu uygulanılmıştır. Erişkin erkek Wistar albino sıçanlar kulanılmıştır. Vücut ağırlığı 238-287 gram

arasında değişen hayvanlar kullanılmıştır. Tüm zaman aralığı ve dozlarında farklı sıçan grupları oluşturuldu.

3.2. Kan Örneklerinin Alınması

Sıçanlara NaPT (35 ve 70 mg/kg, ip) ve salin (%0.09 NaCl 0.5 ml/kg, ip) uygulanması sonucunda tüm gruplardan intrakardiyak yolla (dietileter altında) 2-2.5 ml kan örneği alındı. Kan örnekleri 30 dakika bekletildikten sonra santrifüj edildi ve serumlar ependorf tüplere 300 µL alikotlar oluşturularak -40 ºC derin dondurucuda saklanarak muhafaza altında tutuldu.

3.3. Leptin ve Ghrelin Analizleri

Derin dondurucuda saklanan serumlarda Leptin ve Ghrelin düzeylerini belirlemek için ELISA yöntemli ticari kitler kullanılarak yapılmıştır. Çalışmalar Aksaray Üniversitesi Merkezi Laboratuvarlarında (ASUBTAM) ELISA okuyucu ve yıkayıcı aletler kullanılmıştır.

3.4. Kullanılan Kimyasal Maddeler ve İlaçlar

Sodyum pirition (35 ve 70 mg/kg, ip), Salin (%0.09 NaCl 0.5 ml/kg, ip), Dietileter (İnhalasyon).

3.5. Deney Protokolü

Deneyler esnasında laboratuvar sıcaklığı 21-25 °C arasında tutuldu. NaPT (35 ve 70 mg/kg, ip) ve tuzlu su (%0.09 NaCl 0.5 ml/kg, ip) uygulamaları saat 09:00'da başlanıştır ve takip eden 24 ile 96 saat sonra kan örnekler alınmıştır. Kırıkkale Üniversitesi, Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu tarafından onaylanmış deney protokolü doğrultusunda ve deneyler aynı üniversitenin Hayvan Deneyleri Merkezinde uygulamalar gerçekleştirilmiştir.

3.6. İstatistiksel Analizler

Leptin ve Ghrelin düzeylerine ait elde edilen gözlem değerleri arasında, kontrol, süre ve doz bakımından farklılık olup olmadığını belirlemek için; "Kontrol Grubu x Doz Süresi" ile "Doz 1 ve Doz 2" olmak üzere iki faktörlü (faktöriyel) varyans analizi yapılmıştır. Varyans analizi sonuçlarına göre farklı doz veya süre ortalamalarını belirlemek amacıyla, Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanıldı. Varyans analizleri SPSS 15, Duncan çoklu karşılaştırma testleri ise MSTAT-C istatistik paket programları kullanılarak yapılmıştır.

4. SONUÇ VETARTIŞMA

Yapılan bu araştırmada NaPT (35 ve 70 mg/kg, ip) ve salin (%0.09 NaCl 0.5 ml/kg, ip) uygulanan sıçanlar üzerinde yapılmıştır. Kan serumunda Leptin ve Ghrelin düzeylerine akut sürelerde (24 ve 96 saat) etkileri tespit edilmiştir. Akut sürelerde (24 ve 96 saat) ve dozlarda (35 ve 70 mg/kg, ip) NaPT ve salin (% 0.09 NaCl 0.5 ml/kg, ip) uygulanan sıçanlarda Leptin ve Ghrelin düzeyleri tespit edilmiştir (Çizelge 4.1). Çizelgeden de görülebileceği gibi, 24 ve 96 saatlik uygulamadan sonra her iki doz grubunda (35 ve 70 mg/kg, ip) kontrol grubu ile karşılaştırıldığında Leptin ve Ghrelin düzeylerindeki artış anlamlıydı ($p<0.05$). Aynı zaman dilimlerindeki dozlar arasındaki Leptin ve Ghrelin düzeylerindeki değişimin ise önemsiz olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.1'den görüleceği gibi 35 ve 70 mg/kg, ip uygulanan sıçanlarda aynı dozların farklı zaman dilimlerinde Ghrelin düzeylerindeki azalmanın önemli ($p<0.05$) olduğu belirlenmiştir. Farklı sürelerde (24 ve 96 saat) ve dozlarda (35 ve 70 mg/kg, ip) NaPT ve salin (% 0.09 NaCl 0.5 ml/kg, ip) uygulanan sıçanlarda Ghrelin düzeyleri tespit edilmiştir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Farklı Dozlarda NaPT Uygulanan Sıçanlarda 24 ve 96 Saatlik Ghrelin Düzelerindeki Değişim.

Gruplar	**24 Saat**	**94 Saat**
	Ghrelin (pg/ml)	**Ghrelin (pg/ml)**
Kontrol	1469,25±18,45 a*	1475,44±22,74 a*
35 (mg/kg, ip) Sodyum Pirition	1007,30±26,62 b	1026,77±19,65 b
70 (mg/kg, ip) Sodyum Pirition	986,22±24,45 b	993,55±20,38 b

*: Aynı sütundaki küçük harfler arasındaki fark anlamlıdır ($p<0.05$).

Aynı çizelgeden de görülebileceği gibi, 24 ve 96 saatlik uygulamadan sonra her iki doz grubunda (35 ve 70 mg/kg, ip) kontrol grubu ile karşılaştırıldığında Ghrelin düzeylerindeki azalış anlamlıydı ($p<0.05$). Aynı zaman dilimlerindeki dozlar arasındaki Ghrelin düzeylerindeki değişimin ise önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Yine çizelge 4.1'den görüleceği gibi 35 ve 70 mg/kg, ip uygulanan sıçanlarda aynı dozların farklı zaman dilimlerinde Ghrelin düzeylerindeki değişim önemsiz olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.2'den görüleceği gibi 35 ve 70 mg/kg, ip uygulanan sıçanlarda aynı dozların farklı zaman dilimlerinde Leptin düzeylerindeki artışın önemli ($p<0.05$) olduğu belirlenmiştir. Farklı sürelerde (24 ve 96 saat) ve dozlarda (35 ve 70 mg/kg, ip) NaPT ve salin (% 0.09 NaCl 0.5 ml/kg, ip) uygulanan sıçanlarda Leptin düzeyleri tespit edilmiştir (Çizelge 4.2). Aynı çizelgeden de görülebileceği gibi, 24 ve 96 saatlik uygulamadan sonra her iki doz grubunda (35 ve 70 mg/kg, ip) kontrol grubu ile karşılaştırıldığında Leptin düzeylerindeki artış anlamlıydı ($p<0.05$). Aynı zaman dilimlerindeki dozlar arasındaki düzeylerindeki değişimin ise önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Yine çizelge 4.2'den görüleceği gibi 35 ve 70 mg/kg, ip uygulanan sıçanlarda aynı dozların farklı zaman dilimlerinde Leptin düzeylerindeki artışın önemli ($p<0.05$) olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.2. Farklı Dozlarda NaPT Uygulanan Sıçanlarda 24 ve 96 Saatlik Leptin Düzelerindeki Değişim.

Gruplar	**24 Saat**	**94 Saat**
	Leptin (ng/ml)	**Leptin (ng/ml)**
Kontrol	16,41±0,86 b*	17,06±1,61 b*
35 (mg/kg, ip) Sodyum Pirition	27,36±1,11 a	28,55±0,87 a
70 (mg/kg, ip) Sodyum Pirition	26,52±1,56 a	27,24±1,42 a

*: Aynı sütundaki küçük harfler arasındaki fark anlamlıdır ($p<0.05$).

Pirition olarak kullanılan (sodyum, çinko ve bakır) tuzları formunda kozmetik, anti-septik ürünlerde, madencilikte ve gemi boyalarında yaygın kullanımı bulunmaktadır. Genellikle öldürücü (mantar, yosun) ve antimikrobiyal olarak kulanılan ajan arasıdadır (Luepke ve Preusser, 1978; Bao vd, 2008; Lamore vd, 2010). Yapılan araştırmalarda, farklı organizmalarda nörotoksik, sitotoksik, genotoksik, immünotoksik ve histopatolojik etkileri üzerinde durulmuştur. Farklı dozlarda ve farklı hayvanlar üzerinde NaPT'nin etkisini belirlemeye yönelik yapılan araştırmalarında, sitotoksik, nörotoksik etki, doku hasarı, kas zayıflığı ve ataksi, ciltte tahrişlere, nekroz oluşumuna, DNA hasarına, oksidatif stres, hücre ölümlerine ve hücrelerde erken yaşlanma

bulgularına rastlanılmıştır. Her iki NaPT dozunun toksik olup aynı tepkilerin aynı etkiye sahip olduğu görülmüştür. Uygulanan NaPT dozlarının sitotoksik etkisi ile doku hasarı oluşturarak nekroz geliştirmiş ve sonuçta noninfeksiyoz inflamasyona sebep olup ve uygulama yapılan hayvanlar tarafından immünolojik tepkiler (TNF alfa, 1β ve IL-6 gibi) verildiği düşündürdü. Verilen immünolojik tepkilerden TNF alfa salınımının kaşektik etkisi sonucu Gherelin hormon seviyelerinde azalmaya, yine aynı sitokinin immünolojik düzenlemeler için Leptin hormon seviyelerinde artışa neden olabileceğini düşündürdü. Bu araştırma sonuçları, NaPT toksik dozlarının yeniden belirlenmesine ve oluşturduğu hücresel ve doku hasarlarının (histopatolojik) belirlenmesine yönelik ileri bilimsel araştırmalara ihtiyaç duyulduğunu göstermiştir.

KAYNAKLAR

BAO, V.W., LEUNG, K.M., KWOK, K.W., ZHANG, A.Q., LUİ, G.C. (2008). Synergistic toxic effects of zinc pyrithione and copper to three marine species: Implications on setting appropriate water quality criteria, Marine Pollution Bulletin, 57, 6-12, 616-623.

CHANDLER, C.J., SEGEL, I.H. (1978). Mechanism of the antimicrobial action of pyrithione: effects on membrane transport, ATP levels, and protein synthesis, Antimicrobial agents and chemotherapy, 14, 1, 60-68.

ÇETİNKAYA, S. (2009). Endokrin çevre bozucular ve ergenlik üzerine etkileri, Dicle Tıp Dergisi, 36, 1, 59-66.

DİNNİNG, A. J., AL-ADHAM, I. S. I., AUSTİN, P., CHARLTON, M., COLLİER, P. J. (1998). Pyrithione biocide interactions with bacterial phospholipid head groups. Journal of applied microbiology, 85(1), 132-140.

DURMAZ, E. VE GİRAY, B. (2013). Çevresel bir endokrin bozucu: Bisfenol A ve toksik etkilerinin değerlendirilmesi, Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi, 56: 192-199.

GİBSON, W.B., JEFFCOAT, A.R., TURAN, T.S., WENDT, R.H., HUGHES, P.F., TWİNE, M.E. (1982). Zinc pyridinethione: serum metabolites of zinc pyridinethione in rabbits, rats, monkeys, and dogs after oral dosing, Toxicology and applied pharmacology, 62, 2, 237-250.

GİBSON, W., CHAMBERLAİN, M., PARSONS, J., BRUNSKİLL, J., LEFTWİCH, D., LOCK, S., SAFFORD, R. (1985). The effect and mode of action of zinc pyrithione on cell growth. I. In vitro studies, Food and chemical toxicology: an international journal published for the British Industrial Biological Research Association, 23, 1, 93-102.

GÖKTEKİN, E., BARLAS, N. (2008). Ulusal biyoteknoloji bilgi merkezi. URL Adres: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21783911/ Erişim tarihi: 19.01.2021.

KNOX, R.J., KEEN, K.L., LUCHANSKY, L., TERASAWA, E., FREYER, H., BARBEE, S.J., KACZMAREK, L.K. (2008). Comparative effects of sodium pyrithione evoked intracellular calcium elevation in rodent and primate ventral horn motor neurons, Biochemical and biophysical research communications, 366, 1, 48-53.

LAMORE, S.D., CABELLO, C.M., WONDRAK, G.T. (2010). The topical antimicrobial zinc pyrithione is a heat shock response inducer that causes DNA damage and PARP-dependent energy crisis in human skin cells, Cell Stress and Chaperones, 15, 3, 309-322.

LUEPKE, N., PREUSSER, P. (1978). Antischuppen-Kosmetika-Wirkung und Toxikologie, Aerztl. Kosmetologie, 8, 269.

NİCOTERA, P., ORRENİUS, S. (1998). The role of calcium in apoptosis, Cell calcium, 23, 2-3, 173-180.

RUDOLF, E., CERVİNKA, M. (2011). Stress responses of human dermal fibroblasts exposed to zinc pyrithione, Toxicology letters, 204, 2-3, 164-173.

STOKER, T.E., PARKS, L.G., GREY, L.E., COOPER, R.L. (2000). Ulusal biyoteknoloji bilgi merkezi. URL Adres: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10759431/ Erişim tarihi: 19.01.2021.

ZİLLER, S. (1977). Absorption, excretion and tissue distribution of 2-pyridinethiol-1-oxide, Food and cosmetics toxicology, 15, 1, 49-54.

Presentation ID / Sunum No=

Poster Sunum

ORCID ID:

The Effect of Folic Acid And Methionine on Post-Molt Broiler Breeder Hen Feather Score

Ruhollah Kianfar[1], Hamed Aghazadeh[1], Hossein Janmohammadi [1], Majid Olyaee [1]

Department of Animal Sciences, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran
**(Corresponding author: Ruhollah Kianfar*

Abstract

The objective of this study was to study the effect of Folic Acid and methionine on Post-Molt Broiler Breeder Hen feather score. This experiment was conducted with 320 broiler breeder hens at 72-weeks old. In this experiment, 8 treatments and 4 replications and in each replication, 10 Broiler Breeder hen and one rooster were used in a completely randomized design as a factorial (2 × 4) arrangement. The factors included four different levels of methionine (0.33, 0.39, 0.45, 0.51% of the recommended quantity) and two levels of folic acid (2 and 10 mg/kg). The dietary formulations were developed in accordance with the standard recommended in the Ross 308 catalogue. Birds received a limited amount of food once a day and had unrestricted access to water throughout the experiment. For inspection of feather condition, each focal bird was taken from the pen and all areas carefully examined for damaged, broken and missing feathers and bald patches. Each body part was given a score from 0 (best) to 5 (worst). The results showed that the main effects of different levels of methionine had a significant effect on the broiler breeder hen feather score ($P<0.05$). Among the different levels of methionine, the level of 85% and 130% of methionine had the lowest and highest levels of feather score, respectively. Main effect of folic acid on feather score was significant ($P<0.05$). hens fed diet contain 10mg folic acid compare with 2 mg had better feather condition. The interaction of methionine and folic acid on feather score wasn't significant. Based on the findings of the present study, it is concluded that the use of adequate levels of methionine (0.51%) has improves feathers coverage score.

Keywords: Folic acid, methionine, folic acid, Broiler Breeder hen, feather

Introduction

Feathers contain 92% of crude protein in their dry matter composition (Harms et al., 1979). Amino acid deficiency or any imbalance in them can have a negative effect on overproduction (Harms et al., 1979). The effect of amino acids such as sulfur, valine, lysine and arginine on the growth and development of feathers has been studied (Harmes and Russell, 1996). Sulfur amino acids are more important and necessary for the formation of feathers because the synthesis of feather creatine is mainly dependent on sulfur amino acids (Harms and Russell, 1996). Because the

proportion of sulfur-containing amino acids in epithelial tissue is higher than in muscle tissue, methionine or cysteine deficiency can affect hyperplasia. Methionine and cysteine make up 0.7% and 5.5% of the total amino acid composition, respectively. Therefore, adequate levels of methionine can reduce cannibalism. In other words, increasing methionine nutrition reduces mortality and increases filling quality (Harms and Russell, 1996). Various studies have examined the effect of methionine on feather growth, so that feathering has been better proven with high methionine levels. In a study using two levels of methionine (0.37 and 0.42%) in comparison with the control group, it was found that feeding with different levels of methionine in comparison with the control group, significantly increasedfeather growth (Learbir , 1973). Also, feeding with different amounts of methionine in a strong white type at the time of moulting, caused the return of feathers and improved productivity (Latour et al., 1998). In addition, in another study, the use of dietary lysine and methionine was able to improve feather growth (Lopez and Leeson, 1995). The effect of methionine nutrition on feather quality has also been proven (Lopez and Leeson, 1995). The most common cause of poor cystine deficiency is poor creatine production, which is needed in feathers. Sulfur-containing amino acids (cystine and methionine) are the main constituents of feathers. Creatine synthesis requires important vitamins and mineral cofactors. For example, folic acid (vitamin B9) is needed to convert methionine to the amino acid cysteine, which is important in plum production(Hosseini 2011).. The effect of methionine nutrition on feather quality has also been proven. Methionine and cysteine Deficiency of this amino acid can cause problems such as feather pecking by the bird itself or other birds in the herd and cause cannibalism. Due to the conversion of the amino acid methionine to cystine in the body, the need for these two amino acids is always expressed in combination, and it is assumed that methionine easily meets all the needs of cystine in the body, but with studies It has been shown that this conversion depends on a number of factors, most notably folic acid. With the provision of higher levels of folic acid, the need to add methionine to supply cystine may be reduced. Therefore, the purpose of this experiment is to investigate the effect of folic acid on the need for these sulfurous amino acids.

Material and method

This experiment was conducted with 320 broiler breeders and 12 72-week-old roosters. In this experiment, 8 treatments and 4 replications and in each replication, 10 Broiler Breeder hen and one rooster were used in a completely randomized design as a factorial (2 × 4)aragment. The factors included four different levels of methionine (0.33, 0.39, 0.45, 0.51% of the recommended quantity) and two levels of folic acid (2 and 10 mg/kg). The dietary formulations were developed in accordance with the standard recommended in the Ross 308 catalogue. Birds received a limited amount of food once a day and had unrestricted access to water throughout the experiment. For inspection of feather condition, each focal bird was taken from the pen and rump and back areas carefully examined for damaged, broken and missing feathers and bald patches. Each body part was given a score from 0 (best) to 5 (worst). Score 0: Intact feathers, scor 1: Some feathers scruffy, up to 3 missing feathers, score 2: More damaged feathers, >3 feathers missing, score 3: Bald patch <5 cm diameter or <50% of area, score 4: Bald patch >5 cm diameter or >50% of area score 5: Completely denuded area(Bilci and keeling 1999)

Result and discussion

The results of the main and interaction effects of different levels of methionine and folic acid on the feather score of broiler hens are presented in Table 1 and 2. The results show that the main effects of different levels of methionine had a significant effect on the feather scores of broiler hens ($P < 0.05$). In the whole experimental period, chickens fed with different levels of methionine, 85% and 130% of methionine had the lowest and highest levels of feather coverage, respectively. The results of the main and interaction effects of different levels of methionine and folic acid on the score of broiler hens are presented in Table 1. The results show that the main

effects of different levels of methionine had a significant effect on the scores of broiler hens (P <0.05). In the whole experimental period, chickens fed with different levels of methionine, 85% and 130% of methionine had the lowest and highest levels of full coverage, respectively. Various studies have examined the effect of methionine on feathering, so feathering is better with high methionine levels (Fowler 2016). In a study using two levels of methionine (0.37 and 0.42%) in comparison with the control group, it was found that feeding with different levels of methionine compared to the control group, significantly increased feathering (Larbier, 1973) . Also, feeding with different amounts of methionine in a strong white type at the time of moulting caused the return of feathers and improved feathering (Lartor 1998). In addition, in another study, the use of dietary lysine and methionine was able to improve feather growth (Lopez lesson 1995). The effect of methionine nutrition on feather quality has also been proven (Lopez lesson 1995). Feathers contain 92% of crude protein in their dry matter composition (Harms Russell1996a). Deficiency of amino acids or any kind of imbalance in them can have a negative effect on feather growth (Harms, and Russell1996b). The effect of amino acids such as sulfur amino acid, valine, lysine and arginine on the growth and development of feathers has been studied (Harms Russell1996a). Sulfur amino acids are more important and necessary for the formation of feathers because the synthesis of feather creatine is mainly dependent on sulfur amino acids (Fowler 2016). Because the proportion of sulfur-containing amino acids in epithelial tissue is higher than in muscle tissue, methionine or cysteine deficiency can effect on feather growth (Fowler 2016). Methionine and cysteine make up 0.7% and 5.5% of the total amino acid composition, respectively (Harms Russell1996a). Therefore, adequate levels of methionine can reduce cannibalism. In other words, increasing methionine nutrition reduces mortality and increases feather quality (Harms Russell1996a).

Figure 1- Feather coverage condition Treatment containing 33% methionine + 2 mg folic acid and treatment containing 5.1% methionine + 10 mg folic acid

Table 1- The main effects of different levels of folic acid and methionine on the broiler score of broiler mothers in the post-hatching period

Treatment	0	1	2	3	4	5	Average score
Methionine							
0.33	00/0[b]	0/00[b]	0/00[b]	5/00[b]	23/75[ab]	71/25[a]	**4/66[a]**
0.39	2/50[b]	0/00[b]	2/50[b]	22/50[a]	28/75[a]	46/25[b]	**4/12[b]**
0.45	6/25[b]	10/00[a]	21/25[a]	25/00[a]	21/25[ab]	17/50[c]	**3/01[c]**
0.51	18/75[a]	13/75[a]	23/75[a]	23/75[a]	16/25[b]	3/75[d]	**2/16[d]**
SEM	2/75		2/93	3/91	2/80	2/13	**0/05**
Pr>F	0/03		0/01	0/03	0/03	0/01	**0/01**
folic acid							
2mg	5/62	5/62	12/50	16/87	20/62	39/37[a]	**3/60[a]**
10mg	8/12	6/25	11/25	21/25	24/37	30/00[b]	**3/37[b]**
SEM	1/94		2/07	2/75	1/97	1/50	**0/03**
Pr>F	0/37		0/67	0/27	19	0/02	**0/0001**

Table 2- The interaction effects of different levels of folic acid and methionine on the broiler score of broiler mothers in the post-hatching period

Interaction		0	1	2		4	5	Average score
M	**F a (**							
		0	0	0		15/00	80/00	**4/75**
		0	0	0		32/50	62/50	**4/57**
		0	0	0		32/50	50/00	**4/32**
		5	0	5		25/00	42/50	**3/92**
		7	7	2		17/50	22/50	**3/05**
		5	1	1		25/00	12/50	**2/97**
		1	1	2		17/50	5/00	**2/30**
		2	1	2		15/00	2/50	**2/02**
		1	2	4		3/95	3/01	**0/07**
P-Value					/5670	/4530 / /1820	/5590 / /0200	/1210 / **/1490**

References

Harms, R. and Russell, G. 1996a. A Re-evaluation of the Methionine Requirement of the Commercial Layer. Journal of Applied Animal Research, 9:141-151 .

Harms, R.H. and Russell,G. B. 1996b. A Re-evaluation of the Methionine Requirement of the Commercial Layer. Journal of Applied Animal Research, 9:141-151 .

Larbier, M. 1973. Research on the significance of the free amino acids present in the egg yolk of hen. Ph.D. Thesis. University of Paris VI, France

Lopez, G. and Leeson, S. 1995. Nutrition and broiler breeder performance: A review with emphasis on response to diet protein. Journal of Applied Poultry Research 3: 303311.

Husseiny, O.M., Soliman A. Z., Omara, I. I. and Sherif, H.M. R. 2008. " Evaluation ofdietary methionine, folic acid and cyanocobalamine (B) and their interactions in laying hen performance". International Journal Poultry Science. 7: 461-469.

Bilci B. and keeling LJ.,1999 Changes in feather condition in relation to feather pecking and aggressive behaviour in laying hens. British Poultry Science (1999) 40: 444–451

Fowler J. Feeding issues for broiler breeder feather cover, 2016 Department of Poultry Science, University of Georgia *UGA Cooperative Extension Circular 1096*

Presentation ID / Sunum No=

Poster Sunum

ORCID ID:

Effects of Different Levels of Cumin (*Cuminum cyminum*) Compare With Vitamin E on Laying Hens' Biochemical Parameters Of Blood Serum

Ruhollah Kianfar[1], Arman Amani[1], Hossein Janmohammadi[1], Majid Olyaee [1]

Department of Animal Sciences, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran
Corresponding author: Ruhollah Kianfar

Abstract

This experiment was designed to evaluate the effects of adding different levels of cumin powder on laying hens' biochemical parameters of blood serum. In this experiment, 120 Leghorn laying hens, w-36 strains, at 67 weeks of age, were randomly assigned to 5 treatments with 6 replicates (4 hens per replicate). Experimental diets were: 1_ Control diet 2_ Control + 0.05% Vitamin E 3_ Control + 1% Cumin powder 4_ Control + 2% Cumin powder 5_ Control diet + 3% cumin powder. The experiment was performed for 6 weeks. At the end of the period, 2 birds were selected from each replicate to measure the blood parameters and antioxidant capacity of the birds. The results showed that the amount of Malondialdehyde (MDA) as an index of lipid peroxidation and total antioxidant activity of blood serum was not affected by different experimental diets ($p<0.05$). Cumin consumption by 3% and 2% levels significantly reduced blood glucose compared to the control group and the other groups had no significant effect on blood glucose compared to the control group. Cumin and vitamin E intake in this study significantly reduced blood cholesterol levels compared to the control group ($p<0.05$). Triglyceride levels were significantly higher in the groups fed Cumin, vitamin E. It can be concluded from the results cumin can improve layer hens' health.

Keywords: cumin, layer hen, cholesterol, glucose, MDA, antioxidant

Introduction

In recent years, phytogenic plants and their extracts have been considered as growth and health enhancers. Today, it is known that most of these properties are related to the essential oils and secondary metabolites of these plants. Essential oils increase the production of digestive secretions, stimulate blood flow, have antioxidant properties, reduce the levels of pathogenic bacteria and strengthen the immune system. Among these, cumin has a special place. Cumin (Cuminum cyminum) with the common name cumin belongs to the Umbelliferae family (Amena et al. 2006). Cumin is mostly cultivated for essential oil extraction, the main component of which is cumin aldehyde(Figoli et al. 2006). The use of cumin fruit extract and its plants for animals

improves digestion by stimulating gastric secretions and increasing appetite (Karim et al,1977). Cumin can also lower egg yolk cholesterol by blocking the activity of the enzyme hydroxy-3-methylglutaryl coenzyme A reductase (COA-HMG), which is a regulatory and key enzyme in cholesterol synthesis(Mountzouris et al., 2008). According to the mentioned properties of cumin, the purpose of this experiment is to evaluate the effects of different levels of cumin powder on blood biochemistry and antioxidant status of laying hens in wheat-based diets.

Material and method

In this experiment, 120 Leghorn laying hens, w-36 strains, at 67 weeks of age, were randomly assigned to 5 treatments with 6 replicates (4 hens per replicate). Experimental diets were: 1_ Control diet 2_ Control + 0.05% Vitamin E 3_ Control + 1% Cumin powder 4_ Control + 2% Cumin powder 5_ Control diet + 3% cumin powder. The experiment was performed for 6 weeks. At the end of the period, 2 birds were selected from each replicate to measure the blood parameters and antioxidant capacity of the birds. A control diet based on wheat-soybean meal was balanced according to the recommendations in the Hy-Line w36 strain catalogue. This diet contained 2650kcal AMEn, 15.5% CP, 4.82% Ca. Then different levels of cumin replaced the neutral substance in the diet. Blood was taken from a chicken wing vein using a syringe. After collecting blood from the birds (2 birds per replicate), it was centrifuged at 18 rpm to separate the serum. Measurement of serum biochemical factors of experimental samples was performed using (ral.co) 617-CLima device made in Spain and single point experiment was performed by photometric method. To measure serum triglyceride, a kit with Pars Azmoun brand and catalog number 1500032 made in Iran was used. Basis: Triglyceride is converted by lipase to glycerol and free fatty acids are hydrolyzed glycerol by glycerol kinase in the presence of an ATP molecule to glycerol 3-phosphate. Glycerol 3-phosphate Glycerol 3-phosphate oxidase produces H2O2, which in the presence of peroxidase with 4-aminoantiprene produces a red pigment called Quinoneimine. The resulting dye intensity is proportional to the more concentrated serum glyceride concentration and is measured at 520-520 nm. To measure serum cholesterol, a kit with Pars Azmoun brand and catalog number 1500010 made in Iran was used. The basis of the work is that first the cholesterol esters in the sample are hydrolyzed by the enzyme cholesterol esterase and then free cholesterol is produced by the oxygen molecule due to the action of the enzymes cholesterol oxidase, colosthene-tri-ion and oxygenated water. Oxygenated water reacts in the presence of peroxidase or 4-amino antipyrine and phenol to produce the red color of quinonine. The higher the amount of cholesterol in the sample, the more oxygenated water and consequently more dye is produced. The resulting colour intensity was measured at 37 ° C and the wavelength at 546 nm with a photometer.

Result and discussion

The results of blood sample analysis are given in Table 2. The results showed that the serum glucose level significantly affected by cumin in diet (P <0.05). Blood glucose was decreased by 3% cumin powder level and decreased from 176 to 129 mg / dl, but serum glucose was not different between levels of cumin. Serum glucose level was not affected by vitamin E in diet. Cumin levels and Cumin levels and vitamin E levels had a significant effect on serum cholesterol levels compared to the control group (P <0.05). However, there was no significant difference in cholesterol levels between the groups fed with 1%, 2% and 3% levels of cumin or vitamin E. These four groups reduced cholesterol compared to the control group by 49.7, 43.7, 66.3 and 67.4 mg/dL, respectively. Experimental treatments increased serum triglyceride compared to the control group (P <0.05). The highest serum triglyceride level was related to the level of 3% cumin and the triglyceride level increased by 0.4% in the groups fed diets containing 2%, 1% or vitamin E and in the control group. Addition of different levels of cumin and vitamin E to the diet of laying hens did not significantly change the total serum antioxidant capacity and serum malondialdehyde compared to the control group.

The results of this study are consistent with the report of Karimirad et al. (2013). They reported that different levels of cumin reduced serum glucose. However, Pish-Jang (2011) reported that cumin levels similar to this experiment had no significant effect on blood glucose. Similar with this research, Khalaji et al. (2011) reported that the 200 mg / kg of vitamin E in the diet of laying hens caused significant increase serum glucose. Also, They also reported that different levels of vitamin E had no significant effect on serum cholesterol and triglycerides. Contrary to our findings, other researchers have reported that 200 mg/ kg alpha-tocopherol in the diet of laying hens had no significant effect on cholesterol and triglycerides (Ariana et al. 2011). Vitamin E reduces the oxidation of serum LDL and HDL and their action is by binding lipids to phenolic compounds (Han et al. 2007). Karimirad et al. (2013) reported that the effects of five levels of cumin 0.5, 1, 1.5, 2 and 2.5 were studied in which treatment containing 1.5% cumin and treatment containing 2.5% of cumin had the highest and lowest serum glucose concentrations of quail, respectively. This is consistent with the results of this study, while in the report of Pish-Jang (2011) it was stated that the use of 1%, 2% and 3% levels of black cumin did not have a significant effect on serum glucose, in other words, glucose levels. Blood serum of chickens fed different levels of cumin did not differ significantly from the serum glucose level of the control diet. Also, serum glucose levels of groups fed with different levels of cumin were not significantly different from each other, which contradict the results of this study. The reason for lowering cholesterol when using herbs is that it inhibits the synthesis of farnesyl pyrophosphate (FPP) as a precursor to the synthesis of cholesterol or that the activity of the enzyme 3-hydroxy-3-methylglutaryl enzyme (HMG-CoA) hepatic reductase Prevents and reduces cholesterol synthesis (Elson and Qureshi 1995). Similar to our results, Soheil et al. (2013) showed that black cumin in the diet with a concentration of 5% and 4% had a significant reduction in blood cholesterol. The results of this study are consistent with Karimirad et al. (2013) who reported that different levels of black cumin reduce serum cholesterol, while Pish-Jang (2011) reported that the use of different levels of black cumin Serum cholesterol decreased by 2% and 3%, respectively, but the serum triglyceride levels of chickens fed with different levels of cumin were not significantly different, which is consistent with the results of this study. Khalaji et al. (2011) also reported that plasma cholesterol triglyceride in broilers fed one percent black cumin did not change significantly compared to the control treatment. In a similar study, which used levels of 1%, 2% and 3% cumin in the diet of laying hens, the level of serum malondialdehyde decreased compared to the control treatment and the total antioxidant capacity ratio Was increased in other treatments (Guler et al.,2007). Galobart et al. (2001) reported that supplementation of the diet with vitamin E increased alpha-tocopherol storage and thus inhibited the oxidation reaction chain in transient egg serum. The MDA level in chicken serum did not change significantly.

Table 1: Effect of different levels of cumin on biochemical factors in the blood of laying hens

T	T	C	G	T	MDA(µmol/dl)
C	1.4^{c}	237.7^{a}	176^{a}	199	2.66
Cumin 1%	1.8^{ab}	188.9^{b}	157^{ab}	203	1.7
Cumin 2%	1.8^{ab}	194.9^{b}	136.33^{b}	197.3	1.9
Cumin 3%	1.9^{a}	171.4^{b}	129.33^{b}	197.8	1.8
Vitamin E	1.9^{ab}	169.6^{b}	161.9^{ab}	205	1.8
SEM	0.08	14.28	11.97	6.6	0.2
Pr>F	0.001	0.001	0.02	0.9	0.06

References

Ariana M, Samie A, Edriss M A and Jahanian, R ،2011. Effects of powder and extract form of green tea and marigold, and α-tocopheryl acetate on performance, egg quality and egg yolk cholesterol levels of laying hens in late phase of production. Journal of Medicinal Plants Research, 5(13), 2710-2716.

Figoli, A., Tagarelli, A., Mecchia, A., Trotta, A., Cavaliere, B., Lavecchia, R., and rioli, E. (2006). Enzyme-assisted pervaporative recovery of concentrated bergamot peel oils. Desalination, 199(1-3), 111-112.

Galobart, J., Barroeta, A. C., Baucells, M. D., Codony, R., & Ternes, W. (2001). Effect of dietary supplementation with rosemary extract and α-tocopheryl acetate on lipid oxidation in eggs enriched with ω3-fatty acids. Poultry Science, 80(4), 460-467.

Guler T., Ertas O. N., Kizil M., Dalkılıc B., Ciftci M. (2007). Effect of dietary supplemental black cumin seeds on antioxidant activity in broilers. Medycyna Wet, 63(9), 1060-1063.

Han, X., Shen, T., & Lou, H. (2007). Dietary polyphenols and their biological significance. International Journal of Molecular Sciences, 8(9), 950-988.

Karim, A., M. Parviz, and M. Kh. Bhatty. 1977. Studies on the essential oils of the Pakistan species of the family Umbelliferae Pak. J. Sci. Ind. Res.106-198: 2(2).

Karimirad, M., Afzali, N., Ghazaghi, M., Naeemipour Unesi, H. 2013. The effects of different dietary levels of Cumin seed on egg quality characteristics and some blood parameters in Japanese quail. Journal of Livestock Research, 2(1), 57-64.

Khalaji S, Zaghari M, Hatami K H, Hedari S, 2011. Black cumin seeds, Artemisia leaves (Artemisia sieberi), and Camellia L. plant extract as phytogenic products in broiler diets and their effects on performance, blood constituents, immunity, and cecal microbial population. Poultry Science 90 :2500–2510.

Mountzouris K C, Tsirtsikos P, Paraskeuas V and Fegeros K ،2008. Evaluation of the effect of a phytogenic essential oils product on broiler performance and nutrient digestibility. Proc. World's Poult. Congr. Brisbane, Australia, 444.

Pish Jang J.,2011 . Comparison of effect of Cuminum cyminum and Probiotic on Performance and serum composition of broiler chicken Annals of Biological Research, 2011, 2 (6):630-634

Sohail H K, Muhammad A, Abida P,Tabinda K, 2013. Effects of black cumin seed (Nigella sativa L.) on performance and immune system in newly evolved crossbred laying hens. Veterinary Quarterly 33:1 13-19.

Presentation ID / Sunum No= 103

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0000-0003-0490-8115 / 0000-0001-9227-9210

Stereo Kamera ve Yapay Zeka Tabanlı Derinlik Algılama Sistemi İle İnsan Mesafe Tespiti

Utku Ulusoy[1], Dr. Öğretim Üyesi Ayşe Demirhan[2]

[1]*Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik Elektronik Mühendisliği Programı, 06500, Ankara*
[2] *Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, 06500, Ankara*

**Corresponding author: Utku Ulusoy, e-mail: utkulusoy@gmail.com*

Özet

Bu çalışmada stereo görüntüleme sistemleri ve yapay zeka uygulamaları bir arada kullanılarak bir derinlik algılama sistemi geliştirilmiştir. Donanım olarak tümleşik bir stereo kamera modülü ile NVIDIA Jetson Nano yapay zeka geliştirme kiti kullanılmıştır. Kameralardaki bozulmaların sonuçları etkilemesini engellemek amacıyla satranç tahtası görüntüsü ile kalibrasyon gerçekleştirilmiştir. Kalibrasyon sonrası elde edilen matrisler yardımıyla kameralara ait görüntüler doğrultulmuş ve aynı epipolar düzlemde olan sol ve sağ görüntü çiftleri arasındaki farklılık değerleri hesaplanmıştır. Bu değerler, ağırlıklandırılmış en küçük kareler (WLS) filtresi kullanılarak sol kamera görüntüsüne ait ortamla uyumlu bir derinlik haritası oluşturulmuştur. Doğrultulmuş sol kamera görüntüsü aynı zamanda yapay zeka tabanlı çalışan semantik segmentasyon işleminden geçirilerek görüntülerdeki insan figürü bölgesi renklendirilmiştir. Ağ çıktısı olan bu renkli resim HSV tabanlı çalışan renk maskesinden geçirilerek maske görüntüsü elde edilmiştir. Elde edilen bu maske görüntüsü kullanılarak derinlik görüntüsü maskelenmiş ve insan figürü dışındaki çevresel derinlikler elenmiştir. Çıktı üzerinde gürültü giderme işlemleri uygulanarak hedefe yönelik bir pikselden piksele eşlenmiş derinlik haritası oluşturulmuştur. Çalışma kapsamında uygulanan yöntemler ve algoritmalar gerçek zamanlı olarak mobil bir sistem üzerinde çalışabilmektedir. Bu çalışma robotik, derinlik algılama sistemleri, artırılmış gerçeklik ve 3 boyutlu yeniden yapılandırma gibi pek çok alanda kullanılabilir.

Anahtar Kelimeler: Stereo Görüntüleme, Semantik Segmentasyon, Derinlik Algılama, Yapay Zeka, Görüntü İşleme, Bilgisayarlı Görü

Human Distance Detection With Stereo Camera and Artificial Intelligence Based Depth Estimation System

Abstract

In this study, a depth estimation system is developed using stereo imaging systems and artificial intelligence applications together. Integrated stereo camera module and NVIDIA Jetson Nano artificial intelligence development kit were used as hardware. In order to prevent camera distortions from affecting the results, calibration was performed with the chessboard image. The frames of the cameras were rectified with the help of the matrices obtained from the calibration and the disparity values between the left and right image pairs that are on the same epipolar plane were calculated. These values were filtered by Weighted Least Squares (WLS) filter and the depth map of the left camera image that is compatible with the environment was created. At the same time, rectified left image was processed by semantic segmentation process based on artificial intelligence, and the human figure region in the image was colored. Then this colored image was masked by HSV color filter, thereby masked image was found. Using this obtained mask image, the depth image was masked and the peripheral depths other than the human figure were eliminated. A pixel-to-pixel mapped depth map was created by applying image noise reduction filters on the output image. The methods and algorithms applied in this study are able to work on real-time mobile systems. This study can be used in many fields such as robotics, depth sensing systems, augmented reality and 3D reconstruction.

Keywords: Stereo Imaging, Semantic Segmentation, Depth Estimation, Artificial Intelligence, Image Processing, Computer Vision

1. GİRİŞ

Günümüzde yapay zeka, görüntüleme ve yarı iletken teknolojilerinde yaşanan son gelişmeler görüntü işleme çalışmalarına hız kazandırmıştır. Yüksek işlem gücüne sahip donanım fiyatlarındaki düşüş ile görüntü işleme cihazları bireysel kullanıma açılmıştır. Bu sebeple görüntü işleme cihazları ve algoritmaları artık hayatın her alanında kullanılabilmektedir. Gerçek dünyaya ait sahneler, kameralar yardımıyla elde edilerek öncelikli olarak elektriksel işaretlere sonrasında ise sayısal verilere çevrilmektedir. Bu sayısal veri matrisleri bellekler üzerinde tutularak saklanmakta ve işlemci üniteleri yardımıyla üzerlerinde işlemler yapmaya izin verilmektedir. Kameralar tarafından görüntülenen sahnenin 2 boyutlu verisinin oluşturulması artık günümüzde yeterli olmamaya başlamıştır. Çevreye ait üçüncü boyut bilgisini elde ederek çok daha kapsamlı görevler gerçekleştirilebilmektedir. Son dönemdeki gelişmeler ile 3 boyutlu görüntüler ayrıca önem kazanmaktadır. En büyük sosyal medya şirketlerinden biri tarafından duyurulan 3 boyutlu sanal dünya projesi olan "metaverse projesi" bunun kanıtıdır. Buna ek olarak otonom cihazlar çevreyle olan etkileşimlerini kullanmak için de üçüncü boyut derinlik bilgisine ihtiyaç duyarlar. Örnek vermek gerekirse otonom araçlar böylelikle yollarına çıkan engelleri tespit edebilir, otonom askeri cihazlar hedefleriyle aralarındaki mesafenin kestirimini yapabilir ve robotlar nesnelerle temasını bu üçüncü boyut bilgisi sayesinde sağlayabilirler (Levinson, J. vd., 2011:163). Derinlik değerinin elde edilebilmesi için pek çok sistem geliştirilmiştir. Bu sistemler çalışma yöntemleri bakımından aktif ve pasif algılama olmak üzere ikiye ayrılırlar. Aktif sistemler bir yayın yapar ve yansımanın dönüşündeki bilgiden yararlanarak derinlik değerini elde ederler (Massa vd. 1997:543). Pasif sistemler ise çevreden topladığı bilgileri işleyerek derinlik kestirimi yapmaya çalışırlar (Zhao vd., 2020:2). İnsan görme sistemi de pasif sistemler gibi çalışır ve etrafa herhangi bir yayın yapmadan çevresindeki nesnelerin derinliklerini tahmin edebilir. İnsanın derinlik algılamasından türetilerek oluşturulan stereo görüntüleme sistemleri de pasif sistemlerdendir. Birbirlerine paralel yerleştirilmiş iki kameradan oluşan stereo kameraların görüş alanları birbirleriyle çakışır durumdadır. Aynı zaman diliminde alınan bu iki kamera görüntüsü

üzerinde işlemler yapılarak insanın derinlik algılaması taklit edilmeye çalışılmaktadır. Stereo kameraların keşfinden sonra bu alanda pek çok çalışma yapılmıştır. Başlangıçta piksel bazlı tahminlerde klasik hesaplama yöntemleri kullanılarak derinlik değerleri hesaplanmaya çalışılmıştır. Son dönemde yapay zeka temelli çalışmalar sayesinde pikseller küçük yamalar halinde derin ağlara öğretilerek ilgili piksel bloğunun eşlemesi yapılmaya çalışılmaktadır (Zbontar J. & LeCun Y., 2015:1593).

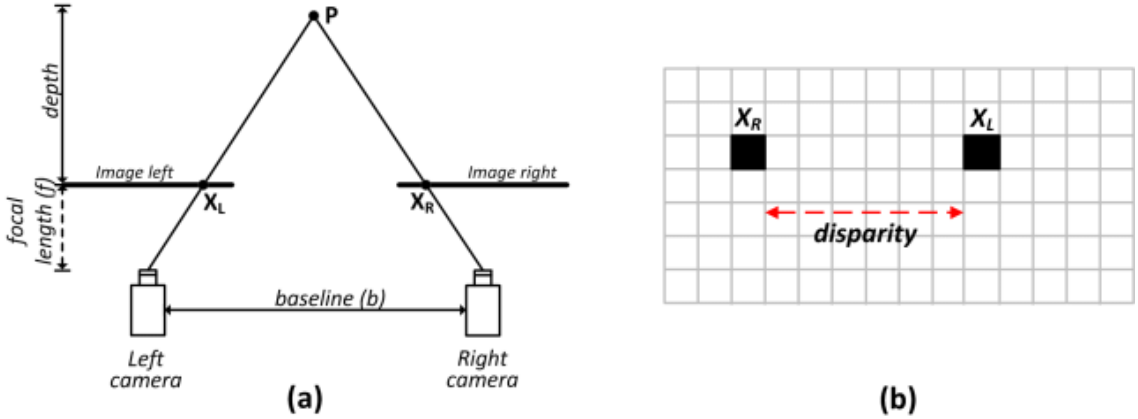
2. MATERYAL VE METOD

Gerçek dünyaya ait sahneler kameralar yardımıyla elde edilerek öncelikli olarak elektriksel işaretlere sonrasında ise sayısal verilere çevrilmektedir. Bu sayısal veri matrisleri bellekler üzerinde tutularak saklanmakta ve işlemci üniteleri yardımıyla üzerlerinde işlemler yapmaya izin verilmektedir. Bu çalışmada NVIDIA Jetson Nano 4GB yapay zeka geliştirme kartı ve stereo kamera olarak da IMX219-83 modülü kullanılmıştır. Kamera bağlantıları CSI portu üzerinden gerçekleştirilmiştir. İşlemci üzerinde Ubuntu 18.04 işletim sistemi kurulu bulunmaktadır. Python programlama dili ve VSCode geliştirme ortamı kullanılarak çalışma gerçekleştirilmiştir. Python ortamında OpenCV, PIL, numpy ve glob kütüphaneleri kullanılmıştır. Alınan görüntüler 960 X 540 boyutlarında kaydedilerek üzerlerinde görüntü işleme algoritmaları çalıştırılmıştır. Çalışma kapsamında gerçekleştirilen ana görüntü işleme yöntemleri stereo derinlik tespiti ve semantik segmentasyondur.

2.1 Stereo Görüntüleme ile Derinlik Tespiti

Stereo algoritmalar sol ve sağ resimde bulunan aynı nesneye ait piksellerin farklılıklarını hesaplamayı ve elde edilen bu farklılık (disparity) değerlerinden faydalanarak derinlik bilgisini hesaplamayı amaçlamaktadır (Soyaslan, 2016:113). Stereo algoritmaları genel olarak 4 adımlı bir taksonomiye dayanmaktadır. Bunlar eşleşme değer hesaplaması (matching cost computation), değer toplama (cost aggregation), farklılık hesaplama (disparity computation) ve farklılık iyileştirme (disparity refinement) olarak sıralanmaktadır (Scharstein D. & Szeliski R., 2002:10).

Şekil 1. Stereo Görüntü Farklılık Hesaplama (Bouain vd., 2018:10).



Şekil 1.a'da P noktasında bulunan bir nesnenin aralarında b taban mesafesi (baseline) olan 2 kameraya ait görüntü oluşum noktaları X_R ve X_L noktaları ile gösterilmiştir. Şekil.1 b'de bu iki görüntünün üst üste bindirilmiş durumu gösterilmiştir.

$$d = X_R - X_L \tag{1}$$

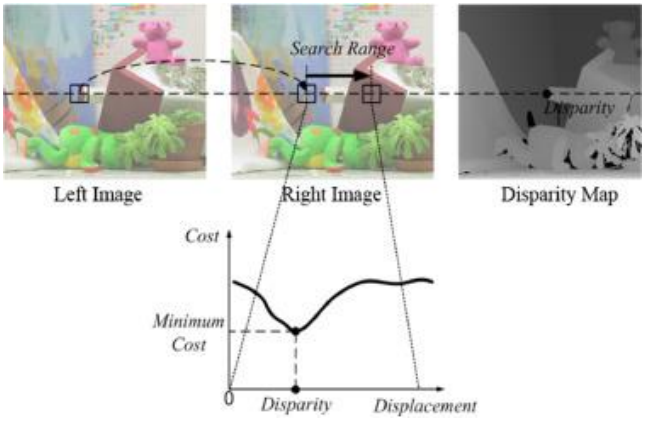
X_R ve X_L arasındaki piksel farkı farklılık (disparity) olarak nitelendirilir. Nesne kameralara yaklaştıkça farklılık değeri artış gösterir. Eşitlik 1'de farklılık değeri d ile gösterilmiştir.

$$Z = \frac{\mathrm{f} \cdot \mathrm{b}}{\mathrm{d}} \tag{2}$$

Elde edilen bu farklılık değeri ile taban mesafesi ve odak uzaklığı kullanılarak nesnenin kameralara olan uzaklığı elde edilebilir. Eşitlik 2'de Z derinlik değerini, f kameraların odak uzaklığını b ise iki kamera arasındaki taban mesafelerini temsil etmektedir.

Nesnelere ait tekli derinlik değerlerinin tespiti bu seviyede kolay olsa da gerçek görüntülerde pek çok zorlu durumla karşılaşılabilir. Görüntüler alınırken yaşanılan bozulmalar karşısında her piksele ait derinlik değerinin hesaplanabilmesi için literatürde pek çok yöntem önerilmiştir (Hamid vd., 2020:2). Bunlardan en çok kullanılanlar blok eşleme yöntemleridir. Blok eşleme yöntemleri sayesinde pikseller ayarlanan çerçeve boyutunda eşleşmeye tabi tutulur ve buna göre bir değerlendirme sonucu üretilir.

Şekil 2. Blok Eşleme ile Farklılık Haritalaması Oluşturulması (Seo vd., 2015:82).



Şekil 2 ile sol görüntüye ait piksel sağ görüntü üzerinde aranmış ve aranılan uzaklık boyutunca farklılık değerine ait değer (cost) hesaplaması yapılarak benzeşmenin en yüksek olduğu pikselin tespiti gerçekleştirilmiştir. Sol görüntü pikseli için belirlenen çerçeve sağ görüntü üzerinde kaydırılarak her iki görüntü arasında eşleşme değeri belirlenir. Bu rakam belirlenirken mutlak farklar toplamı (sum of absolute difference - SAD), ortalama kare hatası (mean squared error - MSE) vb. istatiksel hesap yöntemleri kullanılmaktadır. Bulunan bu değerler arasında en yüksek benzerlik karşılığı olan değer seçilerek ilgili pikselin karşılığı tahmin edilir. Elde edilen bu değer yardımıyla derinlik değeri hesaplaması gerçekleştirilir (Seo vd., 2015:90).

2.2. Semantik Segmentasyon

Görüntü segmantasyonu, benzer sınıflara ya da etiketlere ait olan piksellerin bir araya getirilerek gruplandırılması işlemidir. Bu işlem sayesinde akıllı sistemler ve robotik alanında bu piksellerden faydalanılarak karar işlemleri gerçekleştirilmektedir (Jokić A. vd., 2021:116203). Bu gruplandırma işlemi incelendiğinde segmentasyon üçe ayrılır; semantik segmentasyon, örnek segmentasyon ve panoptik segmentasyondur. Örnek segmentasyonu, görüntü içerisindeki aynı sınıfa dahil olan birbirinden farklı nesneleri birbirinden ayrı bölütler. Semantik segmentasyon da ise aynı sınıfa ait tüm nesneler tek bir segmentasyon ile gösterilir. Bu iki farklı segmentasyonun bir arada bulunduğu segmentasyon türü ise panoptik segmentasyon olarak adlandırılmaktadır (Minaee vd., 2021:1).

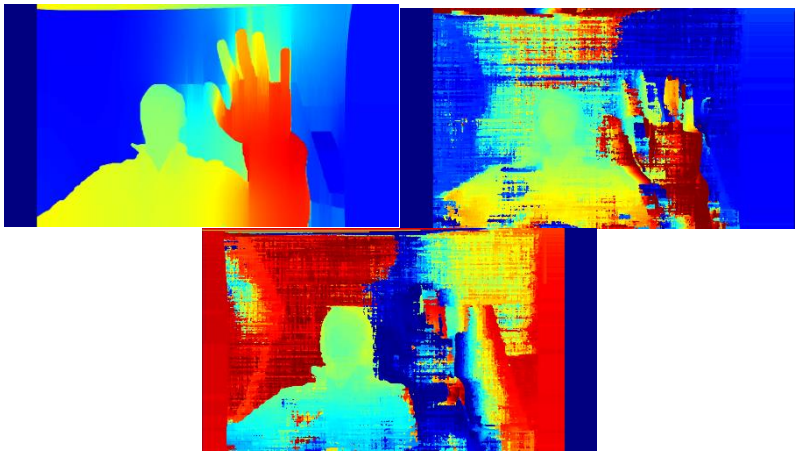
3. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Bu araştırma kapsamında stereo kameradan alınan sol ve sağ 3 kanal RGB görüntüler satranç tahtası yöntemi kullanılarak kalibrasyon matrisleri bulunmuştur (OpenCV, 2021). Kalibrasyon matrisleri hesaplanması için sol ve sağ kameradan 15 satranç tahtası görüntüsü alınmıştır. Bu görüntülerden elde edilen matrisler yardımıyla kalibrasyon ve doğrultma işlemleri gerçekleştirilerek doğrultulmuş kalibre tek kanal görüntülere ulaşılmıştır.

Şekil 3. Sol ve Sağ Kamera RGB Görüntüleri (Üstte) ve Kalibre Edilip Doğrultulmuş Gri Görüntüler (Altta).

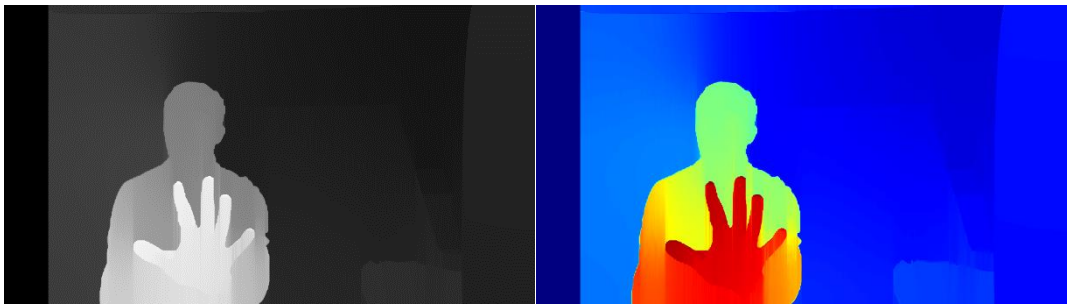
Bu görüntüler kullanılarak OpenCV kütüphanesi üzerinde SGBM (Semi Global Block Matching) metodu kullanılarak farklılık (disparity) değerleri elde edilmiştir. Sol ve sağ görüntüye ait piksellerin her bir farklılık haritalaması hesaplanmıştır.

Şekil 4. Sol Derinlik haritası, Sağ Derinlik Haritası ve WLS Filtresi Sonrası Derinlik Haritası (Soldan Sağa).



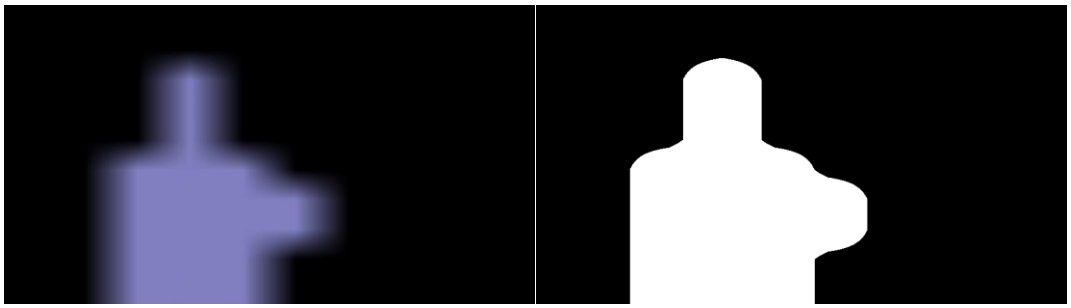
2008 yılında Dongbo Min vd. WLS filtre kullanarak farklılık değerleri üzerinde ve üst üste çakılı (occlusion) bölgelere ait farklılık değerleri üzerinde iyileştirme gerçekleştirmişlerdir (Min D. vd. 2008:1431 & Min D. vd., 2014:5638). Elde edilen farklılık değerleri ile sol görüntüye ait gri görüntü WLS filtresinden geçirilerek iyileştirilmiş farklılık görüntüleri elde edilmiştir.

Şekil 5. Derinlik Haritası Sonucu ve Renkli Gösterimi.



Farklılık değeri hesaplanan sol kameradan elde edilen aynı zaman dilimine ait çerçeve görüntüsü semantik segmentasyon fonksiyonuna beslenerek ve daha önce eğitilerek ağırlıklandırılmış yapay zeka modelinden geçirilerek bir segmentasyon görseli elde edilmiştir. Yapay zeka modeli SUN RGB-D veri seti kullanılarak eğitilmiştir (Silberman vd., 2012:746). Kodlayıcı (encoder) ve kod çözücü (decoder) resnet temelli mimariye sahip yapay zeka modeli eğitilmesi sonucunda ağırlıklandırılır. Oluşturulan model giriş görselleri ile beslenerek çıktı üretir. Elde edilen segmentasyon görüntüsü piksel bazlı olarak insan figürünü ayırt edebilmektedir.

Şekil 6. Soldan Sağa Semantik Segmentasyon ve HSV Renk Filtresi Sonrası Maske Görüntüsü.

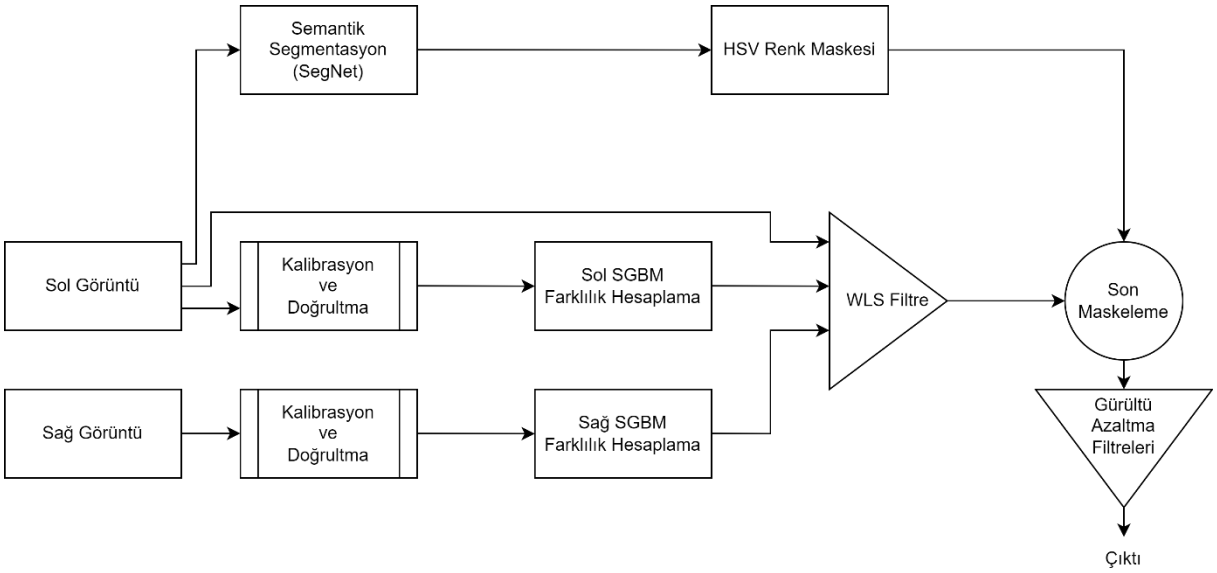


Segmentasyon görseli insan figürünün bulunduğu pikselleri mavi renkle renklendirmektedir. Renklendirilmiş bu görsel RGB görüntü formatından HSV formatına dönüştürülerek OpenCV renk maskeleme fonksiyonları kullanılarak ikili bir maske görüntüsü elde edilmiştir. Bu maske görüntüsü insan figürüne ait pikselleri 1 diğer pikselleri ise 0 değeri ile nitelendirmektedir. Bu maske görüntüsü ile WLS filtresi çıktısı olan derinlik haritalaması son maskeleme bloğunda çarpılarak insan figürünün derinliğini tespit eden bir sonuca ulaşılmıştır.

Şekil 7. Nihai Sonuç Görüntüsü.

Bu sonuç pikselleri üzerinde median ve blur gibi gürültü azaltma filtreleri uygulanarak sonuçlar iyileştirilmiştir. Gerçekleştirilen işlemlere ait blok şeması Şekil 8 ile verilmiştir.

Şekil 8. Uygulanan Görüntü İşleme Yöntemlerinin Blok Şeması.



Gerçekleştirilen çalışma gerçek zamanlı olarak çalışabilmektedir. Kullanılan işlemci üzerinde çerçeve hızları 1 Hz civarında gerçekleşmiştir. SUN RGB-D veri seti 512x400 boyutlarında 64.3% doğruluk oranıyla Jetson Nano üzerinde tek başına çalıştırıldığında 28 FPS (frame per second) çerçeve hızında, 640x512 boyutlarında ise 65.1% doğruluk ile 17 FPS hızında çalışmaktadır. Gerçekleşen tüm işlemler SegNet çıktısında da yavaşlamaya sebep olmaktadır.

4. SONUÇ

Bu çalışma sayesinde gerçek zamanlı olarak görüş alanı içerisinde hareket eden bir insan figürüne ait tespit gerçekleştirilebilmekte ve derinlik haritalaması yapılabilmektedir. Semantik segmentasyonun gerçekleştirildiği modelin başka veri setleri ile eğitimi ile sistem hedef özelinde geliştirilebilir. Çalışmada hesaplanan derinlik haritasının elde edilmesi sırasında gözlemlenen çevrenin iyi aydınlatılmış olması blok eşleme işlemi için gereklidir. Çalışmanın segmentasyon maskesinin sınırları düzenlenerek iyileştirilebileceği düşünülmektedir. Bu çalışmada kullanılan yapay zeka geliştirme kartından daha iyi bir donanım kullanılarak çerçeve hızında artış gerçekleştirilebileceği öngörülmektedir.

5. KAYNAKÇA

Levinson, J., Askeland, J., Becker, J., Dolson, J., Held, D., Kammel, S., ... & Thrun, S. (2011, June). Towards fully autonomous driving: Systems and algorithms. In 2011 IEEE intelligent vehicles symposium (IV) (pp. 163-168). IEEE.

Massa, J. S., Wallace, A. M., Buller, G. S., Fancey, S. J., & Walker, A. C. (1997). Laser depth measurement based on time-correlated single-photon counting. Optics letters, 22(8), 543-545.

Zhao, C., Sun, Q., Zhang, C., Tang, Y., & Qian, F. (2020). Monocular depth estimation based on deep learning: An overview. Science China Technological Sciences, 1-16.

Zbontar, J., & LeCun, Y. (2015). Computing the stereo matching cost with a convolutional neural network. In Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition (pp. 1592-1599).

Soyaslan, M. (2016). Stereo kamera sisteminde aykırılık haritaları yardımıyla nesne uzaklıklarının tespit edilmesi. Sakarya University Journal of Science, 20(2), 111-119.

Scharstein, D., & Szeliski, R. (2002). A taxonomy and evaluation of dense two-frame stereo correspondence algorithms. International journal of computer vision, 47(1), 7-42.

Bouain, M., Ali, K. M., Berdjag, D., Fakhfakh, N., & Atitallah, R. B. (2018). An Embedded Multi-Sensor Data Fusion Design for Vehicle Perception Tasks. J. Commun., 13(1), 8-14.

Hamid, M. S., Abd Manap, N., Hamzah, R. A., & Kadmin, A. F. (2020). Stereo Matching Algorithm based on Deep Learning: A Survey. Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences. https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2020.08.011.

Seo, Y. H., Yoo, J. S., & Kim, D. W. (2015). A new parallel hardware architecture for high-performance stereo matching calculation. Integration, the VLSI Journal, 51, 81-91.

Jokić, A., Petrović, M., & Miljković, Z. (2021). Semantic Segmentation Based Stereo Visual Servoing of Nonholonomic Mobile Robot in Intelligent Manufacturing Environment. Expert Systems with Applications,Volume 190, 116203.

Minaee, S., Boykov, Y. Y., Porikli, F., Plaza, A. J., Kehtarnavaz, N., & Terzopoulos, D. (2021). Image segmentation using deep learning: A survey. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, doi: 10.1109/TPAMI.2021.3059968.

OpenCV-Open Source Computer Vision (2021). "Camera Calibration and 3D Reconstruction" https://docs.opencv.org/4.x/dc/dbb/tutorial_py_calibration.html, 18.12.2021

Min D. and Sohn K. (2008). Cost Aggregation and Occlusion Handling With WLS in Stereo Matching, in IEEE Transactions on Image Processing, vol. 17, no. 8, pp. 1431-1442, Aug. 2008, doi: 10.1109/TIP.2008.925372.

Min D., Choi S., Lu J., Ham B., Sohn K. & Do. M. N. (2014), Fast Global Image Smoothing Based on Weighted Least Squares, IEEE Transactions on Image Processing, vol. 23, no. 12, pp. 5638-5653, Dec. 2014, doi: 10.1109/TIP.2014.2366600.

Silberman, N., Hoiem, D., Kohli, P., & Fergus, R. (2012, October). Indoor segmentation and support inference from rgbd images. In European conference on computer vision (pp. 746-760). Springer, Berlin, Heidelberg.

Presentation ID / Sunum No= 48

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0000-0002-5879-9527 / 0000-0001-9955-6428

Doğal Afetlerin Tetiklediği Teknolojik Kazaların Risk Analizi

Meryem Merve Kurt[1], Doç. Dr. Saliha Çetinyokuş[2]

[1] *Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kazaların Çevresel ve Teknik Araştırması*
mmervedemirdogen@gmail.com
[2] *Gazi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği*
salihakilicarslan@gazi.edu.tr

Özet

Toplumun tamamı veya belli kesimlerini etkileyen, normal hayatı ve insan faaliyetlerini durduran veya kesintiye uğratan, yerel imkanların yetersiz kaldığı can ve mal kaybına sebep olan doğa, teknoloji veya insan kaynaklı olaylar afet olarak tanımlanmaktadır. Meydana gelen doğal afetler, endüstriyel kuruluşlarda yangın, patlama, toksik yayılım gibi endüstriyel kaza risklerini tetikleyebilmektedir. Bu kazalar, doğal afetlerin tetiklediği teknolojik kazalar(Natech- Natural Hazard Triggering Technological Disasters) olarak adlandırılmaktadır. Bu çalışmada, Natech kazalarına yönelik endüstriyel kuruluşlarda risk analizi amaçlanmıştır. Öncelikle, geçmiş Natech kaza verileri çeşitli veri tabanları(eMARS, EM-DAT ve eNatech)üzerinden değerlendirilmiş ve SPSS programı ile analiz edilmiştir. Analiz sonucunda önemli tetikleyici afet tiplerinin heyelan, sel ve yıldırım olduğu(%19); atmosferik depolama tanklarının doğal afet etkilerinden en fazla etkilenen ve bütünlük kaybı yaşanan ekipman türü olduğu(%19) belirlenmiştir. Söz konusu üç afet türü riskini barındıran il, ülkemiz için Erzurum olarak saptanmıştır. Ardından, Erzurum ilinde depolama tankları içeren ve Büyük Endüstriyel Kazaların Önlenmesi ve Etkilerinin Azaltılması Hakkında Yönetmelik kapsamında değerlendirilen iki endüstriyel kuruluş seçilmiştir. Bu kuruluşlarda, yıldırım afet tipi tetikleyicisi özelinde risk analizi yapılmış ve buna ait sonuçlar bu çalışmada sunulmuştur. Yıldırıma özel olması ve içeriğinde dikkate alınan parametreler uyarınca risk analizinde Yılkomer programı kullanılmıştır. Programın varsayımı yıldırımın çarpması sonucu faraday kafesi ve paratonerin tesis üzerindeki etkinlik seviyesine ulaşmaktır. Yıldırım risk hesabı yapılırken yapının; çevresel durumu, doluluğu, yapısal özellikleri, kullanımı parametreleri göz önünde bulundurulmaktadır. Yapının en, boy, uzunluk ve çalışılacak bölgenin yıldırımlı gün sayısının işlenmesi sonucu tanımlanmış formüller üzerinden analiz gerçekleştirilmektedir. Nüfus yoğun bölgede yer alan ve daha hacimli tanka sahip olan kuruluşta daha yüksek risk belirlenmiştir. Yerleşim bölgesi içerisinde yer alan kuruluş çevre halkının, kurumların ve muhtemel domino etkisine sahip tüm kuruluşların bilinçlendirilmesi gereği ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Doğal Afetler, Doğal Afetlerin Tetiklediği Teknolojik Kazalar, Risk Analizi

Risk Analysis of Technological Accidents Trigged by Natural Disasters

Abstract

Disaster is defined as natural, technological or human-induced events that affect all or certain segments of the society, stop or interrupt normal life and human activities, and cause loss of life and property for which local opportunities are insufficient. Natural disasters may trigger industrial accident risks such as fire, explosion and toxic emission in industrial establishments. These accidents are called technological accidents triggered by natural disasters (Natech-Natural Hazard Triggering Technological Disasters). In this study, it was aimed to analyze the risk of Natech accidents in industrial establishments. First of all, historical Natech accident data were evaluated on various databases (eMARS, EM-DAT and eNatech) and analyzed with SPSS program. As a result of the analysis, it was determined that the most important triggering disaster types were landslide, flood and lightning (19%), and atmospheric storage tanks were the type of equipment that was most affected by the effects of natural disasters and experienced loss of integrity (19%). The province that has the risk of these three types of disasters has been determined as Erzurum for our country. Then, two industrial establishments in the province of Erzurum, which contain storage tanks and were evaluated within the scope of the Regulation on the Prevention of Major Industrial Accidents and Mitigation of Their Effects, were selected. In these establishments, a risk analysis was carried out for the trigger of the lightning disaster type and the results of this were presented in this study. Yılkomer program was used in the risk analysis in accordance with its specificity for lightning and the parameters taken into account in its content. The assumption of the program is to reach the efficiency level of the faraday cage and lightning rod on the facility after being struck by lightning. While making lightning risk calculation, the structure; environmental condition, full, structural features, usage parameters are taken into consideration. Analysis is carried out based on formulas defined as a result of processing the width, height, length of the structure and the number of lightning days of the area to be studied. A higher risk has been determined in the establishment that is located in a densely populated area and has a larger tank. The necessity of raising the awareness of the people of the establishment located in the residential area, the institutions and all the organizations that have a possible domino effect has been revealed.

Keywords: Natural Disasters, Technological Accidents Triggered by Natural Disasters, Risk Analysis

GİRİŞ

Deprem, sel, fırtına, aşırı sıcaklık vb. gibi doğal tehlikeler; tehlikeli maddeleri işleyen, depolayan veya taşıyan tesislerde yangınları, patlamaları ve toksik salınımları tetikleyebilir ve bunlar teknolojik kazalar (Natech- Naturel Hazard Triggering Technological Disasters) olarak adlandırılmaktadır. Yüzyıllarca önlenemez felaketlere tanık olan insanlar, Sanayi Devrimi'nin başlaması sonucu endüstriyel kazalar ile tanışmış ve bu kazaların ardında en büyük etkileri bırakan felaketlere çoğunlukla kimyasal kullanan sanayinin sebep olduğu görülmüştür.

Teknolojik afetler, doğal afetlerden farklı olarak genellikle insan faaliyetlerinin bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. Bu sebeple çeşitli tedbirlerin alınmasıyla bu afetlerin ortaya çıkması önlenebilir veya etkileri azaltılabilir. Gerekli önlemler alınmadığı takdirde doğal afetlerin tetiklediği teknolojik kazalar, ciddi sosyal, ekonomik ve çevresel kayıplara neden olmaktadır. Natech risk değerlendirmesi, bu tür kazaların yaşanabileceği alanların tespiti, olası risklerin belirlenmesi ve risk azaltmada gerekli önlemlerin ortaya konulması için son derece önemlidir.

Literatürde Natech kazalarına yönelik çalışmalar bulunmaktadır. Ricci vd.(2021) tarafından yapılan çalışmada, Natech olaylarının eğilimi, coğrafi dağılımı, nihai teknolojik senaryolar ve

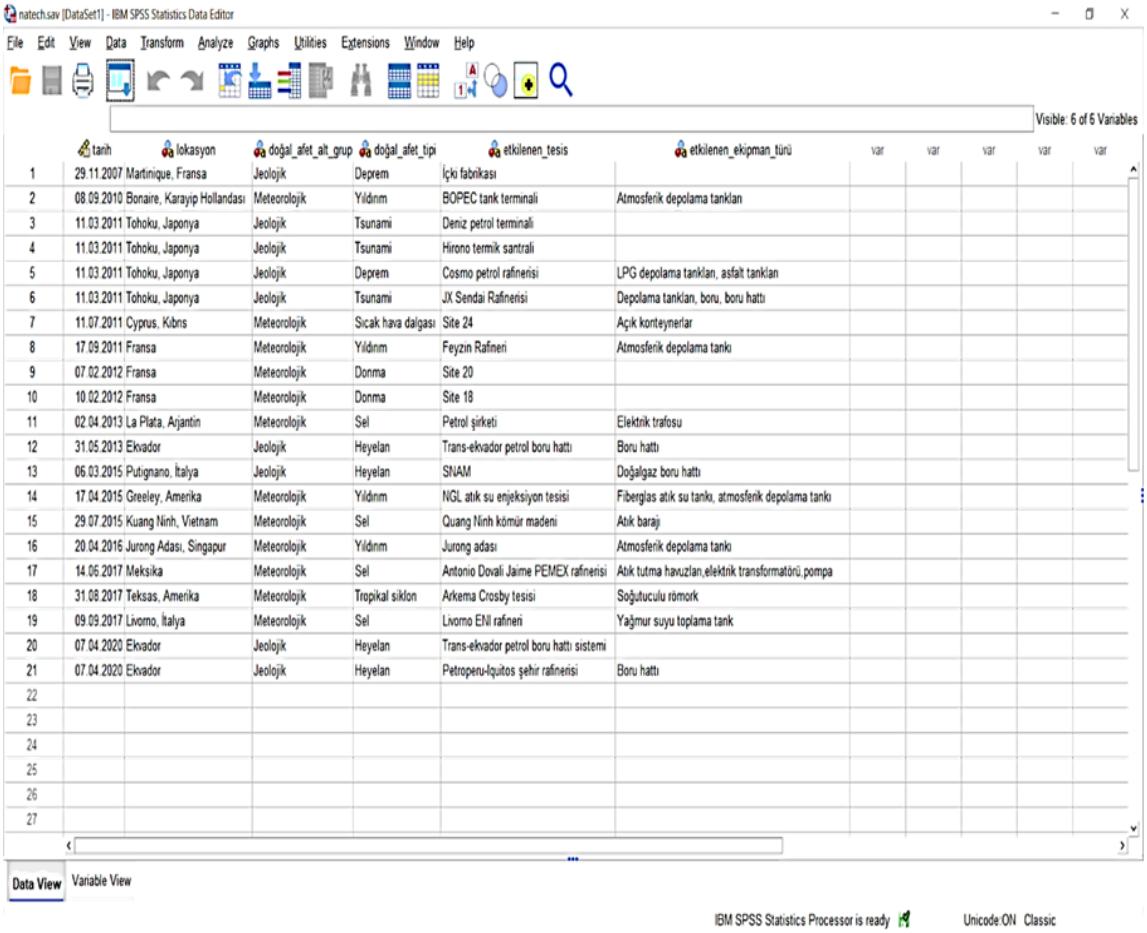
insan kayıpları açısından sonuçların anlaşılması amaçlanmış, son 70 yılda meydana gelen 9100 geçmiş kaza analiz edilmiştir. Fırtına, aşırı sıcaklık ve yıldırım gibi meteorolojik olayların %85 oranla Natech olaylarının tetikleyicisi olduğu ve toksik yayılıma neden olduğu ortaya koyulmuştur (Ricci vd., 2021). Kimya ve Proses Endüstrisi' ni (CPI) etkileyen toplam 438 natech olayı, ARIA, FACTS, eMARS veri tabanları üzerinden coğrafi konum, tetikleyen afet türü ve etkilediği varlık yönünden analiz edilmiştir. Artan meteorolojik afetlerin önem arz ettiği ve sellerin önemli etkiye sahip olduğu saptanmıştır (Moreno vd., 2019). Renni vd. (2010)' nin yaptığı çalışmada, endüstriyel tesislerde yıldırım riskini değerlendirmek için nicel bir yaklaşımın geliştirilmesine katkıda bulunmak amacıyla ARIA, NRC, MHIDAS, FACTS, MARS ve TAD veri tabanları analiz edilmiştir. Depolama tanklarının en savunmasız ekipman olduğu; yıldırım çarpması sonucu zehirli salınım ve tank yangınlarının oluştuğu sonucuna varılmıştır (Renni vd., 2010). Yıldırımın tetiklediği kazaların, kantitatif risk değerlendirmesine dahil edilmesi amacıyla bir metodoloji geliştirilmiş ve özel olay ağaçlarıyla birleştirilmiştir. Metodoloji yıldırım çarpması etkileri için uygulanmış, atmosferik tanklarda etkin olduğu gösterilmiştir (Necci vd., 2016).

Bu çalışmada, Natech kazalarına yönelik endüstriyel kuruluşlarda risk analizi amaçlanmıştır. Bu amaçla doğrultusunda öncelikle geçmiş kaza verileri SPSS programında analiz edilmiş, ardından bu analiz ışığında belirlenen kuruluşlar Yılkomer üzerinden alınan yıldırıma özel risk analiz programıyla analiz edilmiştir. Yapılan analizler değerlendirilmiş ve öneriler sunulmuştur.

NATECH KAZA VERİLERİNİN İSTATİSTİKSEL DEĞERLENDİRMESİ

Çalışmada, eMARS, EM-DAT ve eNatech veri tabanları üzerinden 2006-2021 yılları arasında, son 15 yıl içerisinde meydana gelen Natech kazaları belirlenmiş; toplamda 21 Natech kazası saptanmıştır. Veri tabanlarından elde edilen veriler, tarih, lokasyon, doğal afet alt grup, doğal afet tipi, etkilenen tesis ve etkilenen ekipman türü başlıkları esas alınarak SPSS programına işlenmiştir (Şekil 1).

Şekil 1. SPSS programına işlenen verilerin görüntüsü



	tarih	lokasyon	doğal_afet_alt_grup	doğal_afet_tipi	etkilenen_tesis	etkilenen_ekipman_türü
1	29.11.2007	Martinique, Fransa	Jeolojik	Deprem	İçki fabrikası	
2	08.09.2010	Bonaire, Karayip Hollandası	Meteorolojik	Yıldırım	BOPEC tank terminali	Atmosferik depolama tankları
3	11.03.2011	Tohoku, Japonya	Jeolojik	Tsunami	Deniz petrol terminali	
4	11.03.2011	Tohoku, Japonya	Jeolojik	Tsunami	Hirono termik santrali	
5	11.03.2011	Tohoku, Japonya	Jeolojik	Deprem	Cosmo petrol rafinerisi	LPG depolama tankları, asfalt tankları
6	11.03.2011	Tohoku, Japonya	Jeolojik	Tsunami	JX Sendai Rafinerisi	Depolama tankları, boru, boru hattı
7	11.07.2011	Cyprus, Kıbrıs	Meteorolojik	Sıcak hava dalgası	Site 24	Açık konteynerlar
8	17.09.2011	Fransa	Meteorolojik	Yıldırım	Feyzin Rafineri	Atmosferik depolama tankı
9	07.02.2012	Fransa	Meteorolojik	Donma	Site 20	
10	10.02.2012	Fransa	Meteorolojik	Donma	Site 18	
11	02.04.2013	La Plata, Arjantin	Meteorolojik	Sel	Petrol şirketi	Elektrik trafosu
12	31.05.2013	Ekvador	Jeolojik	Heyelan	Trans-ekvador petrol boru hattı	Boru hattı
13	06.03.2015	Putignano, İtalya	Jeolojik	Heyelan	SNAM	Doğalgaz boru hattı
14	17.04.2015	Greeley, Amerika	Meteorolojik	Yıldırım	NGL atık su enjeksiyon tesisi	Fiberglas atık su tankı, atmosferik depolama tankı
15	29.07.2015	Kuang Ninh, Vietnam	Meteorolojik	Sel	Quang Ninh kömür madeni	Atık barajı
16	20.04.2016	Jurong Adası, Singapur	Meteorolojik	Yıldırım	Jurong adası	Atmosferik depolama tankı
17	14.06.2017	Meksika	Meteorolojik	Sel	Antonio Dovali Jaime PEMEX rafinerisi	Atık tutma havuzları,elektrik transformatörü,pompa
18	31.08.2017	Teksas, Amerika	Meteorolojik	Tropikal siklon	Arkema Crosby tesisi	Soğutuculu römork
19	09.09.2017	Livorno, İtalya	Meteorolojik	Sel	Livorno ENI rafineri	Yağmur suyu toplama tank
20	07.04.2020	Ekvador	Jeolojik	Heyelan	Trans-ekvador petrol boru hattı sistemi	
21	07.04.2020	Ekvador	Jeolojik	Heyelan	Petroperu-Iquitos şehir rafinerisi	Boru hattı
22						
23						
24						
25						
26						
27						

Programa işlenen verilerin istatistikleri değerlendirildiğinde doğal afet alt grubu açısından meteorolojik afetlerin %57,1 oranla jeolojik afetlere kıyasla önem arz ettiği görülmüştür (Tablo 1).

Tablo 1. Natech' e neden olan doğal afet alt grup dağılımı

Doğal Afet Alt Grubu	Veri Seti	Yüzde (%)
Jeolojik	9	%42,9
Meteorolojik	12	%57,1

Meydana gelen doğal afet tipleri dikkate alındığında ise meteorolojik afetler içerisinde %19,0 oranıyla heyelan, sel ve yıldırımın öne çıktığı görülmüş, bunu %14,3 ile tsunami takip etmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. Natech' e neden olan doğal afet tiplerinin dağılımı

Doğal Afet Tipi	Veri Seti	Yüzde (%)
Deprem	2	9,5%
Donma	2	9,5%
Heyelan	4	19,0%
Sel	4	19,0%
Sıcak hava dalgası	1	4,8%
Tropikal siklon	1	4,8%
Tsunami	3	14,3%
Yıldırım	4	19,0%

Çalışmada, doğal afetlerin tetiklemesi ile teknolojik kazaya neden olan bütünlük kaybının yaşandığı ekipmanlar da değerlendirilmiştir. Atmosferik tankların (%19) doğal afet etkilerinden en fazla etkilenen ve bütünlük kaybı yaşanan ekipman türü olduğu; bunu boru hattının (%14,3) izlediği görülmüştür. Natech kazalarında etkilenen ekipmanların istatistiksel değerleri Tablo 3' te verilmiştir.

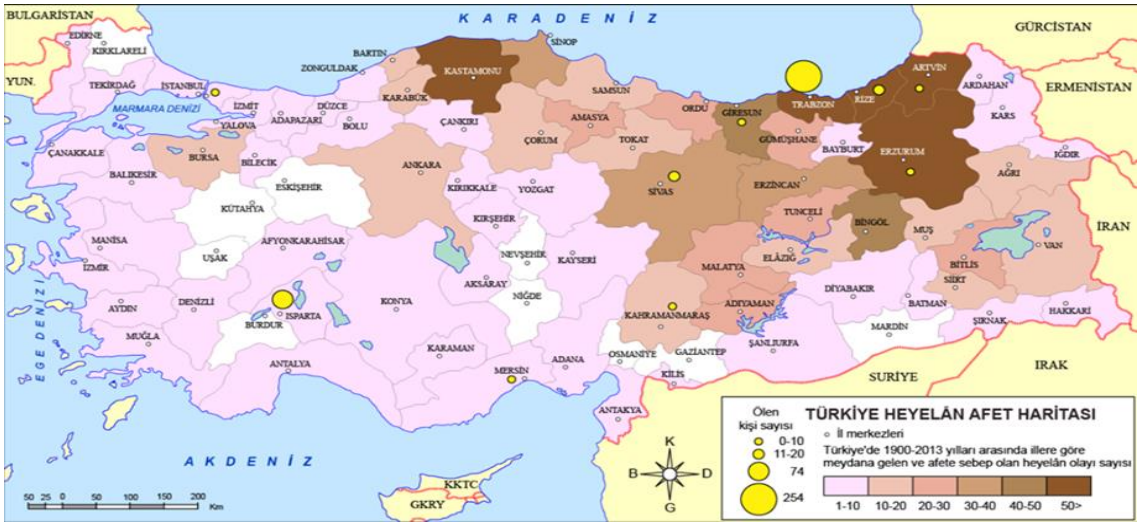
Tablo 3. Natech kazalarında etkilenen ekipmanların dağılımı

Ekipman	Veri Seti	Yüzde (%)
Açık konteynerler	1	4,8%
Asfalt tankları	1	4,8%
Atık barajı	1	4,8%
Atık tutma havuzları	1	4,8%
Atmosferik depolama tankı	4	19,0%
Boru	1	4,8%
Boru hattı	3	14,3%
Depolama tankları	1	4,8%
Doğalgaz boru hattı	1	4,8%
Elektrik trafosu	1	4,8%
Elektrik transformatörü	1	4,8%
Fiberglas atık su tankı	1	4,8%
LPG depolama tankları	1	4,8%
Pompa	1	4,8%
Soğutuculu römork	1	4,8%
Yağmur suyu depolama tankı	1	4,8%

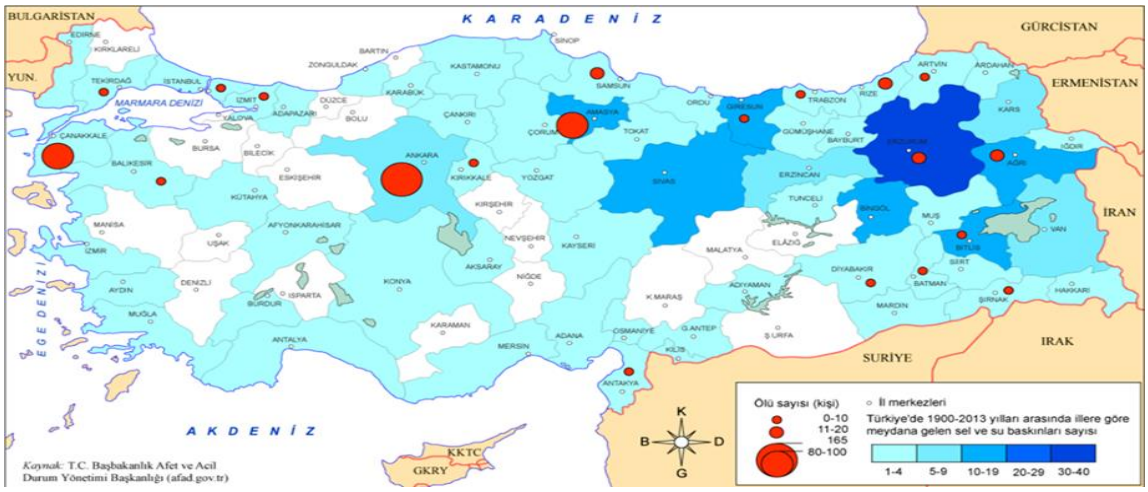
RİSK ANALİZİ YAPILACAK İL ve KURULUŞ SEÇİMİ

Çalışma kapsamında yapılan istatistiksel değerlendirme heyelan, sel ve yıldırım doğal afet tiplerinin Natech kazaları özelinde öne çıktığını göstermiştir. Bu sebeple ülkemizde meydana gelen heyelan, sel ve yıldırımın iller bazında yoğunlukları incelenip ortak bir il belirlenmek istenilmiş; Türkiye heyelan, sel ve su baskınları haritası değerlendirilmiştir. Türkiye heyelan afet haritası ve Türkiye sel ve su baskınları haritası Şekil 2 ve Şekil 3'te sırayla sunulmuştur.

Şekil 2. Türkiye heyelan afet haritası (Coğrafya Harita, 2021)



Şekil 3. Türkiye sel ve su baskınları haritası (Coğrafya Harita, 2021)



Haritalar incelendiğinde heyelan ve sel yoğunluğu bakımından Erzurum en riskli il olarak belirlenmiş, yıldırım için herhangi bilgiye ulaşılamamıştır, ancak sel ve heyelan verileri ile uyumlu olacağı ön görülmüştür. Erzurum ilinde doğal afetlerin tetiklediği teknolojik kazanın risk analizi çalışmasını yürütmek üzere iki farklı konumda Büyük Endüstriyel Kazaların Önlenmesi ve Etkilerinin Azaltılması Hakkında Yönetmelik kapsamında gaz depolama ve dolum tesisi işlemlerini gerçekleştiren kuruluşlar seçilmiştir. Kuruluş 1 ve Kuruluş 2' ye ait Google Earth görüntüleri sırasıyla Şekil 4 ve Şekil 5' te gösterilmektedir.

Şekil 4. Kuruluş 1 Google Earth görüntüsü

Şekil 5. Kuruluş 2 Google Earth görüntüsü

Belirlenen kuruluşların her biri yıldırım afet tipi için belirlenen risk analiz metodolojisiyle analiz edilmiştir.

KURULUŞLARDA YILDIRIM AFET TİPİNE YÖNELİK RİSK ANALİZİ

Ham petrolün rafinerizasyonu yanında bir dizi fiziksel ve kimyasal işleme tabi tutularak elde edilen LPG; taşıma esnasında basınç uygulanarak sıvı faza geçmekte ve tüketme aşamasında basınç kaldırılarak tekrar gaz haline geri dönmektedir. LPG' nin ortamda yüksek oranlarda bulunması merkezi sinir sistemi depresyonuna; gözlerde, mukoza zarında ve solunum yollarında tahrişe neden olmaktadır. Sağlık açısından olumsuz etkilerinin yanında LPG havadan daha ağır olduğu için herhangi bir kaza ya da sızıntı halinde zeminde birikerek yanıcı ve patlayıcı bir ortam oluşturmaktadır. Bu sebeple LPG istasyonları yıldırım ve aşırı gerilim darbelerinden en çok zarar gören riskli tesisler arasında yer almaktadır (Açıkgöz, 2012). Bu durum LPG tesislerinin analiz edilmesi ve değerlendirilmesini önemli hale getirmektedir.

Yıldırım Risk Analiz Programı Parametreleri

Yıldırım muhtemel etkilerinin belirlenen kuruluşlar özelinde değerlendirilmesi amacıyla metodolojiler araştırılmış, Yılkomer ve Radsan üzerinden aynı risk analiz programına ulaşılmıştır (EK 1, EK-2). Yılkomer üzerinden edilen programın faraday kafesi, Radsan üzerinden elde edilen programın ise paratoner sistem için uygulamaya koyulduğu görülmüştür. Programın varsayımı yıldırımın çarpması sonucu faraday kafesi ve paratonerin tesis üzerindeki etkinlik seviyesine ulaşmaktır. Parametre tanımları aşağıda madde halinde sunulmuştur.

C1 Çevresel Katsayı: Yapıya yakın yapılar ve ağaçlara göre yapının çevredeki konumunun parametresidir. 0,25' ten başlayıp 2' ye kadar değerlendirilmektedir (Tablo 4).

Tablo 4. Çevresel Katsayı(C1)

Çevresel Katsayı(C1)		
C1	0,25	Yapı aynı& Daha yüksek ağaç ve yapılar arasında ise
	0,5	Yüksekliği az olan yapılarla çevrili ise
	1	En yakın yapıya uzaklık 3h mesafede ise
	2	Bölgede en yüksekte ise

C2 Yapısal Katsayı: İnşa aşamasında kullanılan malzemenin türü ve çatı tipine göre yapının katsayı parametresidir (Tablo 5).

Tablo 5. Yapısal Katsayı(C2)

Yapısal Katsayı(C2)				
C2	YAPI/ÇATI	METAL	KİREMİT	YANICI
	METAL	0,5	1	2
	TUĞLA/BETON	1	1,5	2,5
	TUTUŞABİLİR	2	2,5	3

C3 Yapısal Katsayı: Yapının yangın riskinin belirlendiği parametredir. 0,5' ten başlayıp 3' e kadar değerlendirilmektedir (Tablo 6).

Tablo 6. Yapısal Katsayı(C3)

Yapısal Katsayı(C3)		
C3	0,5	Değersiz yanıcı olmayan
	1	Normal, yanıcı
	2	Değerli, yanıcı
	3	Parlayıcı, yanıcı

C4 Yapı Doluluğu: Yapının insanlar için tehlike durumunun parametresidir. 0,5' ten 3' e kadar değerlendirilmektedir (Tablo 7).

Tablo 7. Yapı Doluluğu(C4)

Yapı Doluluğu(C4)		
C4	0,5	Personelsiz bina
	1	Normal kalabalık
	3	Panik rizikolu, tahliye zorluğu

C5 Yapı Doluluğu/ Yıldırım Sonucu: Bu parametre paratoner için kullanılan programda yıldırım sonucu, faraday kafesi için kullanılan programda yapı doluluğu olarak adlandırılmaktadır. Bu parametre yapının çevredeki önemini 1' den 10' a kadar değerlendiren parametredir.

Tablo 8. Yapı Doluluğu/Yıldırım Sonucu(C5)

Yapı Doluluğu/Yıldırım Sonucu(C5)		
C5	1	Sürekli kullanımı yok, çevrede değersiz
	5	Sürekli kullanımda, çevrede değersiz
	10	Çevrede değerli

Etkinlik ve Koruma parametresi dahilinde etkinlik seviyesi maksimum 0,98 üstü ve minimum 0 altı şeklinde kullanılan sistemin koruma seviyesi ve etki alanı sınıflandırılmaktadır. Koruma seviyeleri açıklanacak olursa;

Seviye 1: 200 kA' lik akım değerine sahip en güçlü yıldırım darbelerinin olduğu senaryoyu ele almaktadır. Ülkemizde bu kadar güçlü yıldırım darbeleri nadiren yaşanmakla birlikte bu bölgelerde yer alan petrokimya tesisleri yüksek tehlike sınıfındadır.

Seviye 2: 150 kA' lik akım değerine sahip bu yıldırım düşmeleri ülkemizde Mersin, Antalya, Burdur, Aydın gibi güney illerimizde görülmektedir. Gelen darbelerin güçlü olması sebebiyle hastanelerden, fabrikalara bu bölgelerimizde bulunan tesisler yüksek risk içermektedir.

Seviye 3 ve 4: 100 kA' lik akım değerine sahip yıldırım düşmelerini kapsamaktadır. Ülkemizin birçok bölgesi bu güçlükte yıldırım darbelerini sıklıkla almakta; bu bölgelerde yer alan fabrikalar ve endüstriyel işletmeler ciddi risk taşımaktadırlar [Yılkomer, Erişim Tarihi: 25.11.2021].

Programın hesaplar bölümünde yapının boyu, eni ve yüksekliği; C1, C2, C3, C4, C5 için yukarıda belirlenen sayısal değerler işlenerek bir sonraki aşama formüller kısmına geçilir. Program üzerinde tanımlı formüller ve tanımlar Tablo 9' da verilmiştir.

Tablo 9. Formüller ve tanımlar

	Formüller	Tanımlar
FORMÜLLER	Ae=LxW+6xHx(L+W)+9xπxH²	Etkili eşdeğer alan
	Ng=0,04xNk^1,25	Yıldırım yoğunluğu
	Nd=NgxAexC1x10^ -6	Tesis için beklenen yıldırım sayısı
	Nk=17,8	Erzurum için yıldırımlı gün sayısı
	C=C2xC3xC4xC5	
	Nc=5,5x10^ -3/C	Onaylı yıldırım darbe sayısı
	E=1-(Nc/Nd)	Etkinlik

Formüller kısmında Nk ifade edilen ortalama yıldırımlı gün sayısı kısmı için program içerisinde verilen Türkiye Oraj Haritası' na göre çalışılacak bölgenin değeri tanımlanır (EK-3). Bu tanımlanmanın ardından analiz gerçekleşir, etkinlik değeri ve koruma seviyesi elde edilir.

Kuruluş 1 için yıldırım risk analizi

Kuruluş 1' de %85 doluluğa sahip 115 m^3 hacimli 5 depolama tankı bulunmaktadır. Bunlar içerisinden üç tank, %70 Bütan-%30 Propan, geriye kalan iki tanktan biri %50 Bütan-%50 Propan diğeri %100 Propan içermektedir. Tankların hepsinin içerisinde bulunan kimyasal hariç özelliklerinin aynı olması ve program içerisinde kimyasala ait veri istenmemesi sebebiyle herhangi bir tankın bilgilerinin programa işlenmesi yeterli bulunmuştur. Kuruluşun koruma sistemi faraday kafesi olduğu için Yılkomer üzerinden alınan faraday kafesine ait risk analiz programı (EK-1) uygulanmıştır. Kuruluş 1' in;

Çevresel konumu incelendiğinde 3H mesafede yer alan damızlık sığır işletmesi sebebiyle C1 değeri 1 olarak alınmıştır.

C2 değeri yapının tank olması sebebiyle metal ve yanıcı seçenekleri seçilerek 2 olarak belirlenmiştir.

Tanklarda parlayıcı yanıcı madde bulunması sebebiyle yapının yangın riski C3 değeri 3 olarak seçilmiştir.

Yapının parlayıcı ve yanıcı madde bulundurması sebebiyle insanlar üzerinde panik ve tahliye zorluğu oluşturabileceğinden C4 değeri 3 olarak seçilmiştir.

Yapı tehlikeli madde bulundurması ve yıldırım çarpması neticesinde yangına ve patlamaya neden olması sebebiyle C5 değeri 10 olarak alınmıştır.

Yapının boyu ve eni tank bilgilerinden alınarak işlenmiş, Nk değeri Erzurum için 17,8 olarak belirtilmiş ardından etkinlik değeri 0,882537 olarak elde edilmiştir. Etkinlik değerine göre koruma seviyesi 3, koruma kafes aralığı 15m*15m, yıldırım akımını yakalama ucu sisteminden, topraklama sistemine geçirmek üzere kullanılan bölüm olan iniş aralığı 20m olarak tespit edilmiştir. Tablo 9' te de görüldüğü üzere koruma seviyesi en üst düzeydedir. Hesaplamaların program üzerindeki gösterimi Şekil 8' de sunulmuştur.

Şekil 8. Kuruluş 1 için gerçekleştirilen analizin program üzerindeki gösterimi

HESAPLAR				
YAPININ	BOYU - L	15,40		
	ENİ - W	3,15		
	YÜKSEKLİĞİ - H			
			AÇIKLAMALAR	
FAKTÖR	YAPININ KONUMU C1:	1	EN YAKIN YAPIYA UZAKLIK 3H MESAFEDE	
	YAPI-ÇATI KONUMU C2:	2	METAL, YANICI	
	YAPININ DEĞERİ C3:	3	PARLAYICI, YANICI	
	YAPI DOLULUĞU C4:	3	PANİK RİZİKOLU, TAHLİYE ZORLUĞU	
	YILDIRIM SONUCU C5:	10	ÇEVREDE DEĞERLİ	
			FORMÜLLER	TANIMLAR
FORMÜLLER	Ae=	48,510000	Ae=LxW+6xHx(L+W)+9xπxH²	Etkili Eşdeğer Alan
	Ng=	1,462463	Ng=0,04xNk^1,25	Yıldırım Yoğunluğu
	Nd=	0,000071	Nd=NgxAexC1x10^ -6	Tesis için beklenen yıldırım sayısı
	Nk=	17,800000	Nk=17,8	Erzurum için Yıldırımlı Gün Sayısı
	C=	180,000000	C=C2xC3xC4xC5	
	Nc=	0,000008	Nc=5,5x10^ -3/C	Onaylı Yıldırım Darbe Sayısı
	E=	0,882537	E=1-(Nc/Nd)	Etkinlik
SONUÇ				
ETKİNLİK	DEĞER	KORUMA SEVİYESİ	KAFES ARALIĞI	İNİŞ ARALIĞI
E=	0,882537	SEVİYE3	15x15	20

Kuruluş çevresinde yeni yapıların inşa edilmesi durumunda ilgili tesise uzaklık ve tesis uzunluğuna dikkat edilmeli, çalışanların bu konuda bilinçlendirilmesi sağlanmalı ve korunma sistemi olan faraday kafesinin periyodik olarak kontrolleri yapılmalıdır.

Kuruluş 2 için yıldırım risk analizi

Kuruluş 2 içerisinde, 3000 m^3 hacme sahip küre, 115 m^3 hacimli 4 yatay silindirik tank bulunmaktadır. Küre tank %70 Bütan-%30 Propan içermekte olup %40 doluluk oranına sahiptir. Yatay silindirik tanklardan üçü Otogaz LPG, biri ticari propan depolamaktadır. Otogaz LPG tankları %60 Bütan-%40 Propan içermektedir ve ikisi %50, biri %70 doluluk oranına sahiptir. Analiz için en yüksek doluluk oranına sahip Otogaz LPG tankı (%70 doluluk) esas alınmıştır. Kuruluşun koruma sistemi paratoner olması sebebiyle Radsan üzerinden edinilen paratoner sisteme ait risk analiz programı (EK-2) uygulanmıştır. Kuruluş 2' nin;

Çevresel konum olarak yerleşim yeri içerisinde yer alması sebebiyle C1 değeri 0,25 olarak alınmıştır.

C2 değeri yapının tank olması sebebiyle metal ve yanıcı seçenekleri seçilerek 2 olarak seçilmiştir.

Tanklarda yanıcı-parlayıcı madde bulunması sebebiyle yapının yangın riski C3 değeri 3 olarak alınmıştır.

Yapının yanıcı-parlayıcı madde bulundurmasının yanında yerleşim yeri içerisinde yer alması sebebiyle insanlar üzerinde panik ve tahliye zorluğu oluşturabileceğinden C4 değeri 3 olarak seçilmiştir.

Yapı tehlikeli madde bulundurması ve yıldırım çarpması neticesinde yangına ve patlamaya neden olması sebebiyle C5 değeri 10 olarak alınmıştır.

Yapının boyu ve eni tank bilgilerinden alınarak işlenip, Nk değeri Erzurum için 17,8 olarak belirtilmiş ardından etkinlik değeri 0,605682 olarak hesaplanmıştır. Etkinlik değerine göre koruma seviyesi 4, paratoner koruma alanı yarıçapı 107m olarak elde edilmiştir. Hesaplamaların program üzerindeki gösterimi Şekil 9' da verilmiştir. Tablo 9' da görüldüğü üzere koruma seviyesi en üst düzeydedir.

Şekil 9. Kuruluş 2 için gerçekleştirilen analizin program üzerindeki gösterimi

HESAPLAR

YAPININ	BOYU - L	15,75		
	ENİ - W	3,67		
	YÜKSEKLİĞİ - H			
			AÇIKLAMALAR	
FAKTÖR	YAPININ KONUMU C1:	0,25	YAPI AYNI & DAHA YÜKSEK AĞAÇ VE YAPILAR ARASINDA	
	YAPI-ÇATI KONUMU C2:	2	METAL, YANICI	
	YAPININ DEĞERİ C3:	3	PARLAYICI, YANICI	
	YAPI DOLULUĞU C4:	3	PANİK RİZİKOLU, TAHLİYE ZORLUĞU	
	YILDIRIM SONUCU C5:	10	ÇEVREDE DEĞERLİ	
			FORMÜLLER	**TANIMLAR**
FORMÜLLER	Ae=	57,802500	Ng=0.04xNk^1,25	Etkili Eşdeğer Alan
	Ng=	1,462463	Ng=0,04xNk^1,25	Yıldırım Yoğunluğu
	Nd=	0,000021	Nd=NgxAexC1x10^ -6	Tesis için beklenen yıldırım sayısı
	Nk=	17,800000	Nk=17,8	Erzurum için Yıldırımlı Gün Sayısı
	C=	180,000000	C=C2xC3xC4xC5	
	Nc=	0,000008	Nc=5,5x10^ -3/C	Onaylı Yıldırım Darbe Sayısı
	E=	0,605682	E=1-(Nc/Nd)	Etkinlik

SONUÇ

ETKİNLİK	DEĞER	KORUMA SEVİYESİ	PARATONER KORUMA ALANI YARIÇAPI
E=	0,605682	SEVİYE4	r: 107m

Kuruluş 1 ve Kuruluş 2 sonuçları karşılaştırıldığında Kuruluş 2, yıldırım afet tipi için daha riskli bulunmuştur. Binaların en yüksek noktasına konularak ucuna bağlı metal çubuk üzerinden yıldırımı üzerine çekip, yıldırım akımını toprağa akıtan paratoner yıldırımın direkt binaların üzerine düşmesini engelleyerek olası yangın risklerini önlemektedir. Fakat, elektrik tesisatını ve elektrik tesisatına bağlı cihazları yıldırım düşümünün neden olduğu aşırı akım ve aşırı gerilimlere karşı korumamaktadır. Bu nedenle paratoner sistem tek başına yüksek koruyuculuk sağlamayacağından parafudr gibi sisteme ek önlemler alınması gerekmektedir [Aksoy, 2020]. Nüfusun yoğun olduğu bölgede yer alması ve Kuruluş 1' e kıyasla daha hacimli tanka sahip olması, Kuruluş 2' de hasar riskini arttırmaktadır. Yerleşim bölgesi içerisinde yer alan kuruluş, çevre halk, kurumlar ve muhtemel domino etkisine sahip tüm kuruluşlar dikkate alınarak acil durum planlarının geliştirilmesi önemlidir.

SONUÇ

Doğal afetlerin tetiklediği teknolojik kazalar bir veya daha fazla felaketin tetikleyici bir olay sonucu izole, eşzamanlı olarak veya zincir reaksiyonu ile iki veya daha fazla tehdit faktörünü ortaya çıkarabilmektedir. Doğal afetlerin sıklığındaki ve büyüklüğündeki artışın Natech olaylarını arttırabileceği düşünülmekte, doğa afetler ile endüstriyel tesisler arasındaki etkileşimin incelenmesini önemli kılmaktadır. Bu bağlamda, öncelikle çeşitli veri tabanları (eMARS, EM-DAT ve eNatech) üzerinden geçmiş kaza verileri SPSS programında analiz edilmiş; meteorolojik afetlerin jeolojik afetlere göre öne çıktığı görülmüştür. Meteorolojik afetler içerisinde ise heyelan, sel ve yıldırımın (%19) daha tetikleyici olduğu belirlenmiştir. Natech kazalarından en fazla etkilenen ve bütünlük kaybı yaşanan ekipman depolama tankları (%19) olarak tespit edilmiştir. İlgili üç afet türü riskine sahip il, Erzurum olarak seçilmiştir. Erzurum ilinde LPG depolama tankları içeren iki endüstriyel kuruluşta risk analizi gerçekleştirilmiştir. Risk analizinde Yılkomer ve Radsan üzerinden edinilen risk analiz programı kullanılmıştır. Yapının; çevresel durumu, doluluğu, yapısal özellikleri ile yapının en, boy, uzunluk ve çalışılacak bölgenin yıldırımlı gün sayısının önemli parametreler olduğu görülmüştür. Analiz sonucunda yıldırımın çarpması sonucu faraday kafesi ve paratonerin tesis üzerindeki etkinlik seviyesine ulaşılmış, koruma seviyeleri ve

mesafeleri belirlenmiştir. Endüstriyel kuruluşlar üzerinde gerçekleştirilen bu analizler ile her kuruluşa özel önleyici ve iyileştirici risk azaltım faaliyetleri belirlenebilir.

KAYNAKÇA

Aksoy, S. (2019, 12-14 Aralık). Güneş Santrallerinde IEC 62305 Standardı Kapsamında Yıldırımdan Korunma, Topraklama ve AG Parafudr Seçimi. 10. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu YEKSEM2019' da sunuldu, Antalya.

Casson Moreno V., Ricci F., Sorichetti R., Misuri A., Cozzani V., (2019). Analysis of Past Accidents Triggered by Natural Events in the Chemical and Process Industry. Chemical Engineering Transactions, 74, 1405-1410.

Coğrafya Harita (2021). "Türkiye Heyelan Afet Haritası",

http://cografyaharita.com/haritalarim/4iturkiye-heyelan-afet-haritasi.png, 24.11.2021.

Coğrafya Harita (2021). "Türkiye Sel ve Su Baskınları Haritası",

http://cografyaharita.com/haritalarim/4iturkiye-sel-baskinlari-haritasi.png, 24.11.2021.

Necci, A. Antonioni, G. Bonvicini, S. Cozzani, V. (2016), Quantitative Assessment Of Risk Due To Major Accidents Triggered By Lightning. Reliability Engineering and System Safety, 154, 60-72

Radsan (2021). "Radsan Risk Analizi Paratoner",

https://www.radsan.com.tr/images/dosyalar/proje-ornekleri/aktif-paratoner-projeleri-mR/4f1641-aktif-paratoner-projesi-izole-sistem-ct.pdf , 23.11.2021.

Renni, E., Krausmann, E., Cozzani, V., (2010). Industrial Accidents Triggered By Lightning. Journal of Hazardous Materials, 184, 42-48.

Ricci, F. Cossan Moreno, V. Cozzani, V., (2021). A comprehensive analysis of the occurrence of Natech events in the process industry. Process Safety and Environmental Protection, 147, 703-713.

Yıldırımdan Korunma Yönetmeliği

Yılkomer (2021). "Yıldırım Risk Analiz Programı",

https://www.yilkomer.com/wp-content/uploads/2021/02/YILKOMER-YILDIRIM-RISK-ANALIZ-PROGRAMI-TURKCE.xls, 22.11.2021.

Yılkomer (2021). "Yıldırımdan Korunma Seviyeleri",

https://www.yilkomer.com/yildirimdan-korunma-seviyeleri/, 25.11.2021

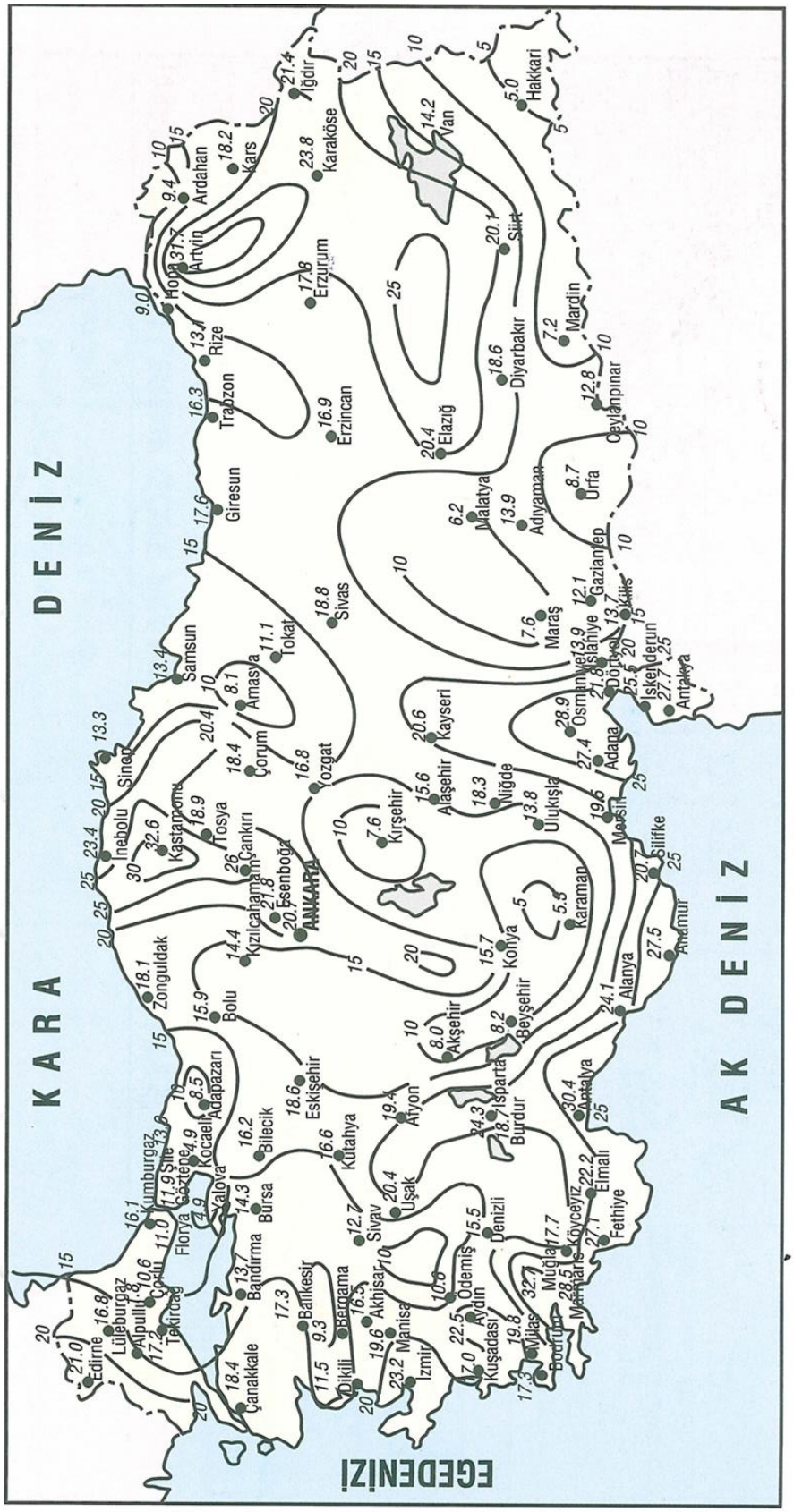
EK-1 Yılkomer Yıldırım Risk Analiz Programı

YILDIRIM RİSK HESABI				
ÇEVRESEL KATSAYI C1				
C1	0,25	YAPI AYNI& DAHA YÜKSEK AĞAÇ VE YAPILAR ARASINDA İSE		
	0,5	YÜKSEKLİĞİ AZ OLAN YAPILARLA ÇEVRİLİ İSE		
	1	EN YAKIN YAPIYA UZAKLIK 3H MESAFEDE İSE		
	2	BÖLGEDE EN YÜKSEKTE İSE		
YAPISAL KATSAYI C2				
C2	YAPI/ÇATI	METAL	KİREMİT	YANICI
	METAL	0,5	1	2
	TUĞLA/BETON	1	1,5	2,5
	TUTUŞABİLİR	2	2,5	3
YAPISAL KATSAYI C3				
C3	0,5	DEĞERSİZ YANICI OLMAYAN		
	1	NORMAL, YANICI		
	2	DEĞERLİ, YANICI		
	3	PARLAYICI, YANICI		
YAPI DOLULUĞU C4				
C4	0,5	PERSONELSİZ BİNA		
	1	NORMAL KALABALIK		
	3	PANİK RİZİKOLU, TAHLİYE ZORLUĞU		
YAPI DOLULUĞU C5				
C5	1	SÜREKLİ KULLANIMI YOK, ÇEVREDE DEĞERSİZ		
	5	SÜREKLİ KULLANIMDA, ÇEVREDE DEĞERSİZ		
	10	ÇEVREDE DEĞERLİ		
ETKİNLİK VE KORUMA				
ETKİNLİK	KORUMA SEVİYESİ	KAFES ARALIĞI	İNİŞ ARALIĞI	
E>0,98	SEVİYE 1+EK ÖNLEM	5x5	10	
0,95<E<0,98	SEVİYE 1	5x5	10	
0,90<E<0,95	SEVİYE 2	10x10	15	
0,80<E<0,90	SEVİYE 3	15x15	20	
E<0	SEVİYE 4	20x20	25	
HESAPLAR				
YAPININ	BOYU - L			
	ENİ - W			
	YÜKSEKLİĞİ - H			
			AÇIKLAMALAR	
FAKTÖR	YAPININ KONUMU C1:	2	BÖLGEDE EN YÜKSEK	
	YAPI-ÇATI KONUMU C2:	0,5		
	YAPININ DEĞERİ C3:	2	DEĞERLİ, YANICI	
	YAPI DOLULUĞU C4:	1	NORMAL KALABALIK	
	YILDIRIM SONUCU C5:	10	ÇEVREDE DEĞERLİ	
			FORMÜLLER	TANIMLAR
FORMÜLLER	Ae=	0,000000	Ae=LxW+6xHx(L+W)+9xπxH²	Etkili Eşdeğer Alan
	Ng=	1,691794	Ng=0,04xNk^1,25	Yıldırım Yoğunluğu
	Nd=	0,000000	Nd=NgxAexC1x10^-6	Tesis için beklenen yıldırım sayısı
	Nk=	20,000000	Nk=20	Kütahya için Yıldırımlı Gün Sayısı
	C=	10,000000	C=C2xC3xC4xC5	
	Nc=	0,000150	Nc=5,5x10^-3/C	Onaylı Yıldırım Darbe Sayısı
	E=	#SAYI/0!	E=1-(Nc/Nd)	Etkinlik
SONUÇ				
ETKİNLİK	DEĞER	KORUMA SEVİYESİ	KAFES ARALIĞI	İNİŞ ARALIĞI
E=	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!

EK-2 Radsan Risk Analizi Paratoner

YILDIRIM RİSK HESABI				
ÇEVRESEL KATSAYI C1				
C1	0,25	YAPI AYNI& DAHA YÜKSEK AĞAÇ VE YAPILAR ARASINDA İSE		
	0,5	YÜKSEKLİĞİ AZ OLAN YAPILARLA ÇEVRİLİ İSE		
	1	EN YAKIN YAPIYA UZAKLIK 3H MESAFEDE İSE		
	2	BÖLGEDE EN YÜKSEKTE İSE		
YAPISAL KATSAYI C2				
C2	YAPI/ÇATI	METAL	KİREMİT	YANICI
	METAL	0,5	1	2
	TUĞLA/BETON	1	1,5	2,5
	TUTUŞABİLİR	2	2,5	3
YAPISAL KATSAYI C3				
C3	0,5	DEĞERSİZ YANICI OLMAYAN		
	1	NORMAL, YANICI		
	2	DEĞERLİ, YANICI		
	3	PARLAYICI, YANICI		
YAPI DOLULUĞU C4				
C4	0,5	PERSONELSİZ BİNA		
	1	NORMAL KALABALIK		
	3	PANİK RİZİKOLU, TAHLİYE ZORLUĞU		
YILDIRIM SONUCU C5				
C5	1	SÜREKLİ KULLANIMI YOK, ÇEVREDE DEĞERSİZ		
	5	SÜREKLİ KULLANIMDA, ÇEVREDE DEĞERSİZ		
	10	ÇEVREDE DEĞERLİ		
ETKİNLİK VE KORUMA				
ETKİNLİK	KORUMA SEVİYESİ	PARATONER KORUMA ALANI YARIÇAPI		
E>0,98	SEVİYE 1+EK ÖNLEM	r: 79m		
0,95<E<0,98	SEVİYE 1	r: 79m		
0,90<E<0,95	SEVİYE 2	r: 87m		
0,80<E<0,90	SEVİYE 3	r: 97m		
E<0	SEVİYE 4	r: 107m		
HESAPLAR				
YAPININ	BOYU - L			
	ENİ - W			
	YÜKSEKLİĞİ - H			
			AÇIKLAMALAR	
FAKTÖR	YAPININ KONUMU C1:	0,25	YAPI AYNI & DAHA YÜKSEK AĞAÇ VE YAPILAR ARASINDA	
	YAPI-ÇATI KONUMU C2:	2	METAL, YANICI	
	YAPININ DEĞERİ C3:	3	PARLAYICI, YANICI	
	YAPI DOLULUĞU C4:	3	PANİK RİZİKOLU, TAHLİYE ZORLUĞU	
	YILDIRIM SONUCU C5:	10	ÇEVREDE DEĞERLİ	
			FORMÜLLER	TANIMLAR
FORMÜLLER	Ae=	0,000000	Ng=0.04xNk^1,25	Etkili Eşdeğer Alan
	Ng=	1,462463	Ng=0,04xNk^1,25	Yıldırım Yoğunluğu
	Nd=	0,000000	Nd=NgxAexC1x10^-6	Tesis için beklenen yıldırım sayısı
	Nk=	17,800000	Nk=17,8	Erzurum için Yıldırımlı Gün Sayısı
	C=	180,000000	C=C2xC3xC4xC5	
	Nc=	0,000008	Nc=5,5x10^-3/C	Onaylı Yıldırım Darbe Sayısı
	E=	#SAYI/0!	E=1-(Nc/Nd)	Etkinlik
SONUÇ				
ETKİNLİK	DEĞER	KORUMA SEVİYESİ	PARATONER KORUMA ALANI YARIÇAPI	
E=	#SAYI/0!	#SAYI/0!	#SAYI/0!	

EK-3 Türkiye Yıllık Ortalama Orajlı Günler Sayısı Haritası



Presentation ID / Sunum No= 81

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0000-0003-1796-1003

Veri Madenciliği Teknikleri Kullanarak Ülkelerin Suç Analizi

Samet Arslan[1], Dr. Öğretim Üyesi Uraz Yavanoğlu[1]

[1]Gazi Üniversitesi
**Corresponding author: Samet ARSLAN*

Özet

Günümüzde gittikçe artan terör saldırıları, gerçekleştiği bölgelerin gelişimini engelleyen olaylardır. Bu yüzden gerçekleştirilen terör saldırılarının değerlendirilmesinin önemi günden güne artmaktadır. Bu bildiride ülkelerde gerçekleştirilen terör saldırılarının sınıflandırmasını çözen Küresel Terörizm Veri Tabanı'nın (GTD), kümeleme analizi yöntemi yoluyla ülkelere göre sınıflandırma modeli oluşturulmaktadır. Literatür incelenerek belirlenen değişkenler ile öncelikle temel bileşenler analizi yöntemi, sonrasında ise kümeleme analizi yöntemlerinden K-means yöntemi uygulanmıştır. Uygulanan yöntemler sonucunda 12 adet küme elde edilmiştir. Analiz, hangi ülkelerin birbirleriyle aynı kümede bulunduklarını ve ne tür saldırı tiplerine maruz kaldıklarını göstermesi bakımından önemlidir. Bu sayede, söz konusu kümelerin her biri için ayrı olarak politika önerileri ve yol haritaları oluşturulabilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Suç Analizi, K-Means, Temel Bileşenler Analizi, Veri Madenciliği

Crime Analysis of Countries Using Data Mining Techniques

Abstract

Terrorist attacks, which are increasing nowadays, are events that hinder the development of the regions where they take place. Therefore, the importance of evaluating terrorist attacks is increasing day by day. In this paper, a country classification model is created through the cluster analysis method of the Global Terrorism Database, which solves the classification of terrorist attacks in countries. With the variables determined by examining the literature, firstly the principal component analysis method was performed, and then the K-means method, one of the clustering analysis methods, was applied. As a result of the applied methods, 12 clusters were obtained. The analysis is important in that it shows which countries are in the same cluster with each other and what types of attacks they are exposed to. In this way, policy recommendations and roadmaps can be created separately for each of the said clusters.

Keywords: Crime Analysis, K-Means, Principal Component Analysis, Data Mining

Giriş

Tarihsel olarak suçları çözmek, ceza adaleti ve kanun uygulama uzmanlarının ayrıcalığı olmuştur. Suçları izlemek için bilgisayarlı sistemlerin kullanımının artmasıyla birlikte, bilgisayar veri analistleri, kolluk kuvvetlerine suçları çözme sürecini hızlandırmaları için yardım etmeye başlamıştır. Daha spesifik olarak, suç modellerinin tanımlanmasına yardımcı olmak için istatistiksel metotlara dayalı modeller kullanılmaya başlanmıştır (Takçı ve Hayta, 2014).

İstihbarat ve kolluk kuvvetlerinin karşılaştığı zorluklardan biri, suça ve terörist faaliyetlere ilişkin büyük hacimli verileri analiz etmedeki güçlüktür. Bu nedenle kurumların, suçluları yakalamak için suç analizi tekniklerini iyi bilmeleri ve uygulamaları gerekmektedir. Analiz edilen sonuçlar tamamen doğru olmayabilir ancak bir dereceye kadar suç oranını en aza indirecektir (Jabeen ve Agarwal, 2021).

Suç konseptindeki çeşitliliğin artması suça dair yaklaşımların değişimini de zorunlu kılmıştır. Bu değişim kapsamında veri madenciliği modellerinden sapma tespiti, sınıflandırma ve kümeleme analizi suç analizinde kullanılabilecek önemli yaklaşımlar arasında yer almaktadır. Belirtilen modellerin uygulanma aşamasında ise makine öğrenmesi algoritmaları kullanılmaktadır. Bilinen suçların kategorilere ayrılmasında, sınıflandırma modeli uygulanabilecek bir yaklaşımken; bilinmeyen suç türlerinde, kümeleme modeli kullanılabilmektedir (Takçı ve Hayta, 2014).

Bu çalışmanın amacı, yüksek hacimli suç veri setinden yararlı bilgiler elde etmek ve benzer vakaların daha fazla meydana gelmesini önlemek amacıyla bilgi sağlayarak güvenlik güçlerinin suç örüntülerini tanımlamasına ve analiz etmesine yardımcı olan verileri yorumlamaktır. Çalışmada, Küresel Terörizm Veri Tabanı'na (START, 2021), öncelikle boyut indirgeme yöntemlerinden olan temel bileşenler analizi algoritmalarından PCA algoritması, daha sonra ise veri madenciliği kümeleme tekniklerinden K-means kümeleme algoritması uygulanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Temel Bileşenler Analizi

Temel bileşenler analizine ilişkin çalışmalara 1901'de Karl Pearson başlamış ve bu çalışmaları 1933'te Hotelling geliştirmiştir (Filiz, 2003). Analiz, birbirleri arasında ilişki bulunan birçok değişkenden oluşan veri seti boyutunu daha küçük boyutlara indirgeme işlevini içeren bir tekniktir (Çilli, 2007). Analiz ile mevcut verinin az sayıda değişken kullanılarak temsil edilebileceği en iyi sonuç hedeflenmektedir. Sonuçta ortaya çıkan değişkenler, mevcut değişkenlerin temel bileşenleri olarak isimlendirilmekte ve varyans değeri en fazla olandan en az olana doğru sıralanmaktadır (Sütçüler, 2006). Bir veri setinde birbirleri arasında korelasyon olan p adet değişkene ait veri var ise değişkenliği açıklamak için birbirleri arasında korelasyon olmayan k adet doğrusal bileşen de kullanılabilir (Johnson ve Dean, 2002).

Temel bileşenler analizi, veri kümelerini daha basit hale indirgeyerek analiz etmek için kullanılan bir yöntemdir (Ringnér, 2008). Temel bileşenler analizi genellikle veri kümesindeki en büyük varyansa ait özellikleri korumak ve veri kümesi boyutunu azaltmak için kullanılır. Analizin veri kümesi boyutunu azaltma prensibinde, n adet birim ile m adet değişkenine sahip başlangıç matrisi olan;

$$x = \begin{pmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1m} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n1} & \cdots & x_{nm} \end{pmatrix} \qquad (1)$$

x matrisi elde edilir. Boyut indirgemenin gerçekleştirilebilmesi için değişkenlerin;

$$x_{ij}^{*} = \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{\sqrt{Var(x_j)}} \qquad (2)$$

eşitliği ile standardize edilmesi gerekmektedir. Burada x_{ij}, x matrisinde satır i ve sütun j 'nin elemanıdır. $\bar{x}_j$, j. değişkenin ortalamasıdır. $\sqrt{Var(x_j)}$, j. değişkenin standart sapmasıdır. Böylelikle, standart matris;

$$x = (x_1 \ldots . x_m)' \qquad (3)$$

olarak ifade edilir.

Temel bileşenler analizi, standart matrisin boyutunu azaltmak için kullanılmaktadır. Boyut azaltıldıktan itibaren m adet $x_1 \ldots . x_m$ değişkenleri, doğrusal olarak;

$$\begin{aligned} y_1 &= k_{11}x_1 + k_{12}x_2 + \cdots + k_{1m}x_m \\ y_2 &= k_{21}x_1 + k_{22}x_2 + \cdots + k_{2m}x_m \\ &. \\ &. \\ &. \\ y_t &= k_{t1}x_1 + k_{t2}x_2 + \cdots + k_{tm}x_m \end{aligned} \qquad (4)$$

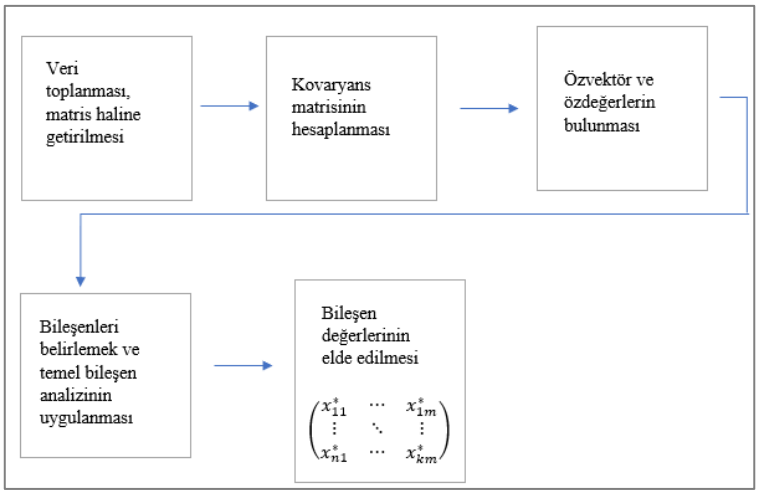
yeni değişkenler ile ifade edilir. Burada y yeni değişkenleri, k_{tm} katsayı matrisine ait olan x_m ile y_t'ye karşılık gelen katsayıyı belirtmektedir.

Farklı temel bileşenlerin varyans katkı oranları da farklı olmaktadır. Birinci temel bileşen varyans katkı oranı en büyük iken t. temel bileşen varyans katkı oranı en küçük olandır. Örneklemi daha az veri ile temsil edebilmek için m tane olan birimden daha az sayıda olan t tane temel bileşen oluşturuyoruz (Zhang, 2012).

Temel Bileşenler Analizi amaçları:

- Değişkenlerin birbirleri ile bağımlılığını kaldırmak
- Veri setini daha açıklanabilir hale getirmek
- Çok değişkenli veri setinden en önemli olanları alarak veri seti boyutunu azaltmak
- Gözlem yapılarını ve değişkenleri analiz etmek
- olarak sıralanmaktadır. Özetle, temel bileşenler analizinde veri setini indirgemek, daha az değişken ve minimum bilgi kaybı hedeflenmektedir.

Şekil 1. PCA Algoritması Akış Şeması



Kümeleme Analizi

Kümeleme analizi, benzer özellikleri bulunan verileri kümelere ayırma yöntemidir. Kümeleme analizi ile veri tabanında bulunan benzer özelliklerdeki veriler kümelenerek birbirinden farklı özelliklere sahip kümeler oluşturulur. Kümeleme analizinde hangi değişkenlere bağlı kümeleme işleminin yapılacağı ve hangi verilerin kümeleme işlemine tabi tutulacağı konuları analist tarafından karara bağlanabilmekle beraber karar alma süreci yazılımlarla da sağlanabilmektedir (Han ve Kamber, 2011).

Başarılı bir kümeleme analizi için aynı kümedeki verilerin olabildiğince birbirlerine benzer, farklı kümelerdeki verilerin ise olabildiğince farklı olması gerekir. Kümeleme analizi ile diskriminant analizi gruplandırma açısından her ne kadar birbirine benzetilse de diskriminant analizinde gruplar başlangıçta, kümeleme analizinde ise son adımda belirlenmektedir. Diskriminant analizinde önceden bilinen kesin bilgiler gruplanmaktadır. Bu sebeple iki analiz yöntemi birbirinden tamamen farklıdır (Baydemir, 2021).

Kümeleme analizini sınıflandırma yönteminden ayıran özelliği, sınıflandırma yönteminde verilerin hangi gruplara ait olduğu önceden belirli iken kümeleme analizinde verilerin hangi gruplara ait olduğunun önceden belirli olmamasıdır. Bu nedenle kümeleme analizi literatürde aynı zamanda denetimsiz sınıflandırma olarak da yer almaktadır (Silahtaroğlu, 2013).

Kümeleme yöntemi, verileri kendi içinde homojen olarak kendi aralarında ise heterojen olarak gruplandırırken takip edilen yollara göre iki ana gruba ayrılmaktadır. Bunlar:

- Hiyerarşik kümeleme yöntemleri
- Hiyerarşik olmayan kümeleme yöntemleri

olarak yer almaktadır (Özdamar, 2004).

Hiyerarşik olmayan kümeleme yöntemleri, araştırmacının küme sayısını bildiği, böylece hiyerarşik kümeleme yöntemlerine kıyasla daha kısa sürede sonuç alabildiği yöntemlerdir (Selanik, 2007). Hiyerarşik olmayan kümeleme yöntemleri, hiyerarşik kümeleme yöntemlerindeki problemlere kıyasla daha geniş ölçekli problemlerde kullanılabilir. Hiyerarşik olmayan kümeleme yöntemlerinde pek çok teknik kullanılmakla beraber K-means yöntemi ve en çok olabilirlik yöntemi en fazla kullanılan yöntemler olarak yer almaktadır (Tatlıdil, 2002).

K-Means Yöntemi

K-means yöntemi, gözetimsiz bir yinelemeli kümeleme algoritmasıdır. Temel amacı, birimleri özelliklerine göre önceden tanımlanmış sayıda kümeye ayırmaktır. Birimler ve atanmış küme merkezleri arasındaki mesafeleri elde etmek için Öklid uzaklığını kullanır (Yuan ve Yang, 2019). K-means yöntemi, küme örnekleri içindeki mesafeyi en aza indirgemek ve kümeler arasındaki mesafeyi en üst düzeye çıkarmak için çalışır. Algoritma iş akışı yinelemelidir ancak veri kümesinden rastgele k küme merkezi seçerek başlamaktadır (Arthur ve Vassilvitskii, 2007; Li ve Wu, 2012).

Rastgele seçilmiş olan k adet merkez birim aracılığı ile veri kümesindeki bütün birimler kendisine en yakın merkez biriminin bulunduğu kümelere dahil olmuş olur. Sonraki aşamalarda kümelerin merkez değerleri, küme içerisindeki birimlerin ortalamaları hesaplanarak belirlenmektedir (Ersoy, 2008). K-means'a ait işlem basamakları aşağıda yer almaktadır (Khairani ve Sutoyo, 2020).

1. İlk olarak veri setinde kaç küme olacağı belirlenir.
2. Sadece başlangıç durumuna özel olarak küme sayısı kadar rastgele merkez birimler seçilir. Bu merkez birimler veri setini oluşturan kümelerin merkezini temsil ederler.
3. Veri seti içerisindeki birimlerin her birinin merkez birimlere olan uzaklığı Öklid algoritması ile hesaplanır ve en düşük sonuca göre küme ataması yapılır.
4. Veri seti içerisindeki birimlerin küme atamaları yapıldıktan sonra kümelerin yeni merkezleri belirlenir. Yeni küme merkezleri belirleme işlemi kümedeki tüm birimlerin ağırlık merkezi alınarak bulunur.
5. Kümelerde değişiklik olmayana kadar işlemler devam ettirilir.

K-means yönteminde toplam karesel hata kriteri SSE (Summed Squared Error) kullanılmakta ve bu değerin düşük olduğu kümelemelerde en iyi sonuçlar alınmaktadır. SSE değeri, aşağıda bulunan denklem ile hesaplanmaktadır (Jaın vd., 1999; Kaufman ve Rousseeuw, 1990).

$$\text{SSE} = \sum_{i=1}^{K} \sum_{x \in C_i} dist^2\,(m_i, x) \qquad (5)$$

dist : iki birim arasındaki standart Öklid uzaklığı

x : C_i kümesinde bulunan bir birim

m_i : C_i kümesinin merkez noktası

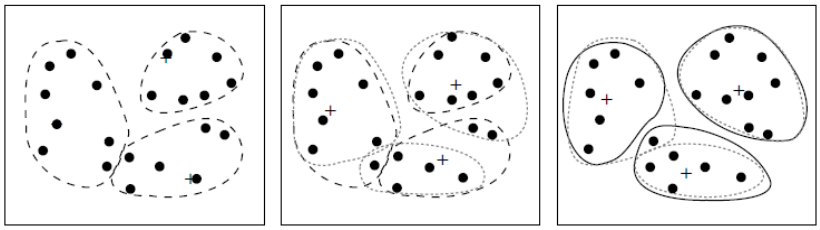
Bu denklem ile k tane küme kendi içerisinde mümkün olduğunca yoğun, birbiri arasında ise ayrık olarak gruplanmaya çalışılır. Algoritmada, karesel hata fonksiyonunun azaltılması için k adet parça belirlenmeye çalışılmakta ve hiçbir birim kümesini terk etmeyene kadar Öklid uzaklık ölçütü kapsamında ötelenmektedir (Işık ve Çamurcu, 2010).

Dist olarak belirtilen Öklid algoritmasının formülü ise aşağıdaki denklemde yer almaktadır.

$$d(\mathrm{i,j}) = \sqrt{\left(x_{i1} - x_{j1}\right)^2 + \left(x_{i2} - x_{j2}\right)^2 + \cdots + (x_{ip} - x_{jp})^2} \qquad (6)$$

K-means algoritmasına ilişkin örnek gösterim Şekil 2.de verilmektedir (Han ve Kamber, 2011).

Şekil 2. K-means Algoritması



Çalışmada 2008-2019 yılları arasındaki veri seti analiz edilmiştir. Python kodlama dili, Anaconda 3 JupyterLab dağıtım platformu kullanılmıştır. Analiz esnasında ise Sklearn, Numpy. Pandas, Seaborn, Scikit-Learn, Matplotlib kütüphanelerinden yararlanılmıştır.

Terör saldırıları kapsamlı bir şekilde açıklayabilmek için literatüre uygun olacak şekilde 11 değişken belirlenmiştir (Tablo 1). Terör saldırılarının etkilerini belirleyebilmek için saldırının boyutunu ortaya koyacak değişkenleri seçmek önemlidir. Terör saldırılarının ekonomik, dini, tarihi, kültürel çatışmalardan kaynaklamasından dolayı değişkenler de söz konusu boyutları ele alacak şekilde belirlenmiştir.

Tablo 1. Gösterge Seti

Ülkelerin Bulundukları Bölgeler
Saldırı Tipi
Saldırıda Kullanılan Silah Bilgileri
Hedef/Kurban Bilgileri
Ölen Kişi Sayısı
Yaralanan Kişi Sayısı
Terör Saldırısının Verdiği Zarar
INT_ANY
INT_LOG
INT_IDEO
INT_MISC

Ülkelerin bulundukları bölgeler, saldırı tipi, saldırıda kullanılan silah bilgileri, hedef/kurban bilgileri ve terör saldırısının verdiği zarar değişkenleri düzeylere göre kategorize edilmiştir. INT_ANY, INT_LOG, INT_IDEO, INT_MISC değişkenleri ise terör saldırılarının ideolojik ve lojistik boyutlarını ifade eden Küresel Terörizm veri seti değişkenleridir.

135 değişkenden oluşan 1970-2019 yılları arasındaki terör saldırıları bilgilerini içeren Küresel Terörizm Veri Tabanında analiz aşamasına geçilmeden önce veri seti eksik gözlemlerden arındırılmıştır. Ayrıca veri kalitesini artırmak için kullanılan nicel değişkenlerden uç değerlere sahip olan değişkenler için veri temizleme işlemleri yürütülmüştür. Değişken sayısının fazla olmasından dolayı K-means algoritması ile kümeleme analizine geçmeden önce temel bileşenler analizi yönteminden PCA algoritması uygulanmıştır. Temel bileşenler analizi ile yukarıda belirtilen 11 değişken 4 bileşene indirgenmiştir. Elde edilen 4 bileşene ait varyans açıklama oranları Tablo 2'de verilmiştir.

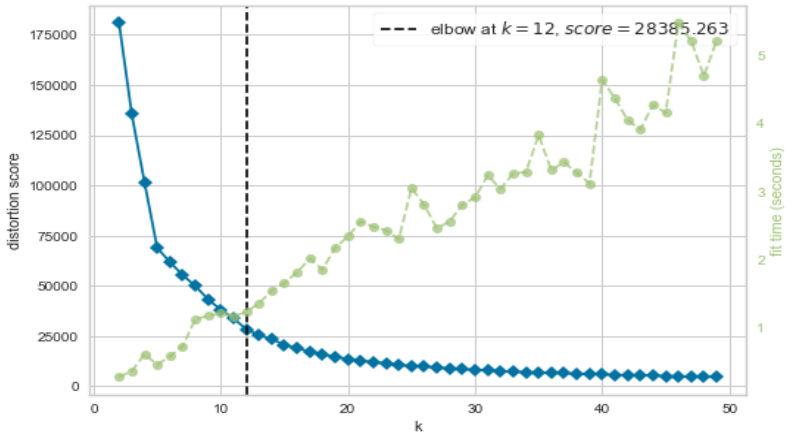
Tablo 2. Bileşen Varyans Açıklama Oranı

Bileşen	**Varyans Açıklama Oranı**	**Kümülatif Varyans Açıklama Oranı**
Bileşen .1	%27,6	%27,6
Bileşen .2	%14,4	%42,0
Bileşen .3	%13,5	%55,5
Bileşen .4	%10,8	%66,3

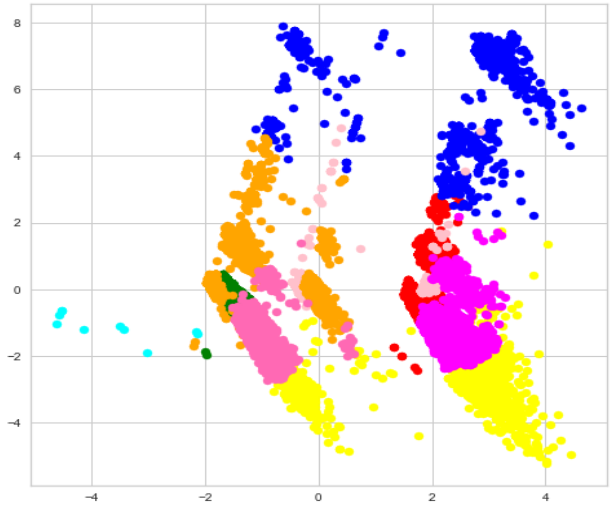
PCA analizi ile yüksek boyutlu veri setine ilişkin varyans oranını düşük boyutlu bileşenler ile açıklamak olmasından dolayı varyans oranının belirli bir düzeyde olması beklenmektedir. Bu oranın %60'tan fazla olması çalışmanın yürütülebilmesi için yeterli olduğunu göstermektedir. Söz konusu çalışmada ise 4 bileşen, 11 değişkene ait bilginin %66,3'ünü açıklamaktadır. Bu sebeple kümeleme analizine 4 bileşen ile devam edilmiş ve PCA algoritması ardından terör saldırılarının kümeleme analizi aşamasına geçilmiştir.

Denetimsiz herhangi bir algoritma için temel bir adım, verilerin kümelenebileceği en uygun küme sayısını belirlemektir. Elbow test skoru, küme sayısı olan k değerini belirlemek için en popüler yöntemlerden biridir. Elbow yönteminde gerçekleştirilen kümeleme analizi için performans göstergesi olarak hataların kareler toplamı (SSE) kullanılır. Daha küçük SSE değerleri her kümenin daha yakınsak olduğunu göstermektedir. Böylece küme sayısı gerçek küme sayısına yaklaşacak şekilde ayarlandığında SSE hızlı bir şekilde düşmektedir. Küme sayısı gerçek küme sayısını aştığında ise SSE yavaş bir şekilde düşmeye devam edecektir (Yuan, Yang; 2019). Burada SSE skoru 28.385 olduğunda Elbow yöntemine göre optimal küme sayısı 12 olarak elde edilmiştir.

Grafik 1. Elbow Skor Testi



Grafik 2. K-means Algoritmasına Göre Elde Edilen Küme Dağılım Grafiği

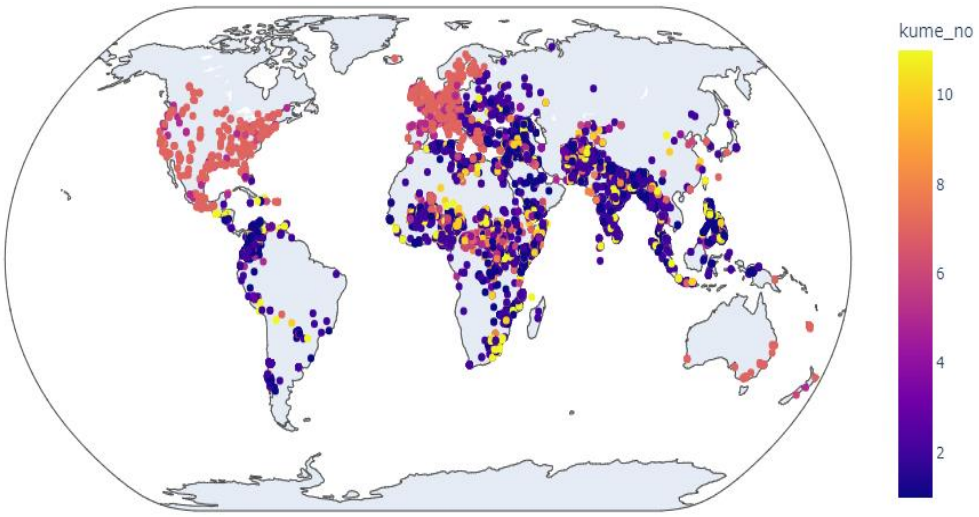


Kümeleme analizinde küme sayısı belirlendikten sonra veri seti optimal küme sayısına göre kümelere ayrılır. Gerçekleştirilen kümeleme işleminin başarısını ölçmek için Silhouette endeks değerinden yararlanılır. Söz konusu endeks değeri, aynı kümelerde yer alan birimlerin birbirine ne kadar yakın ve farklı küme birimlerinin ise birbirine ne kadar uzakta olduğunu ifade etmektedir. Bu değer -1 ile +1 arasında değer almaktadır. Silhouette değerinin -1'e yakın değerler alması kümeleme işleminin başarısız sonuçlar verdiğini, +1'e yakın değerler alması ise kümeleme işleminin başarılı olduğunu göstermektedir. Bu çalışma için Silhouette endeks değeri hesaplanmış ve 0,63 olarak elde edilmiştir. Bu değere göre gerçekleştirilen kümeleme çalışmasının başarılı olduğu söylenebilir.

Dünya haritası üzerinde gerçekleşen tüm terör saldırılarının K-means algoritmasına göre dağılımları Grafik 3'te verilmiştir. Grafik 3'te görüldüğü üzere belirli bölgelerde terör saldırılarının aynı kümeler üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir.

Elde edilen bulgular ile birlikte; politika yapıcıların, terör saldırılarını önlemeye yönelik bölgesel düzeyde değerlendirmeler yapabilmelerine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Grafik 3. Terör Saldırılarının Kümelere Göre Dağılımı



Elde edilen bulgulara göre; gerçekleşen terör saldırılarında Ortadoğu ile Afrika'nın doğusunda bulunan ülkelerin aynı kümede olduğu görülmüştür. Çalışma kapsamında olan 2008-2019 yıllarında en fazla terör saldırılarının görüldüğü ülkeler Irak ve Pakistan olmuştur. En az

terör faaliyetlerinin görüldüğü Norveç, İngiltere gibi Kuzey Avrupa ülkeleri ile Kuzey Amerika ve Okyanusya bölgelerinde gerçekleşen terör olaylarının aynı kümede yer aldığı tespit edilmiştir. Ülkemizde gerçekleşen terör saldırıları ise büyük ölçüde Afganistan ve Irak'ın bulunduğu kümede yer almıştır. Bu kümede yer alan saldırılar genellikle bombalı saldırı, suikast şeklinde, halk ya da polisi hedef alan terör olaylarıdır.

Terör saldırılarının özellikle bazı bölgelerde yoğunlaşması ya da bazı bölgelerde görece az sayıda olması, saldırıların ekonomik, ideolojik veya lojistik sebeplerden kaynaklanmış olabileceği sonucuna ulaştırabilir. Kuzey Amerika, Avustralya ve Okyanusya bölgelerine ulaşımın zor olması ve bu bölgelerdeki ekonomik ve gelişmişlik düzeyinin görece yüksek olması bu bölgelerde terör saldırılarının az olmasında etkili olduğu düşünülmektedir. Bu yüzden en fazla saldırıların olduğu Irak, Pakistan ve Afganistan gibi ülkelerin bulunduğu bölgelerde saldırıların önüne geçebilmek için ülkelerin sınırlarının güçlendirilmesinin terör saldırı sayısının azaltılmasında etkili olabileceği ön görülmektedir. Ayrıca terör saldırıları sonrasında meydana gelen ölüm ve yaralanma sayılarının azaltılabilmesi adına fabrika, sanayi siteleri, petrol kuyuları gibi alanları korumak için hükümetler tarafından gereken özen gösterilmelidir. Alınabilecek bu tarz önlemlerin toplum güvenliğinin sağlanmasına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Tartışma ve Sonuç

Suç analizi ile kolluk kuvvetleri, politika yapıcılar mevcut güvenlik durumlarını değerlendirme, riskleri ve tehlikeleri tespit etme ve bunlara dayalı olarak gelecek stratejilerini belirleme firsatını yakalamaktadır. Günümüzde daha çok gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeleri etkileyen bir tehdit olan şiddet yanlısı aşırılık ve radikalleşmenin engellenmesi, ortak mücadele ile gerçekleştirilebilir. Bu ortak mücadelede; terörle mücadele için alınan önlemlerin bireysel özgürlükler üzerindeki etkileri, terör örgütlerinin finansman kaynaklarını belirlemede ve saldırılarını önleyebilmede kullanılan istihbarat bilgilerindeki eksiklikler, devletlerarası istihbarat paylaşımının yetersizliği gibi konular sıkça karşılaşılan zorluklardır. Suç kavramı, terör alt başlığı özelinde toplumlarda diğer toplumsal sorunların gelişmesi için uygun bir zemin oluşturmaktadır. Ancak terörün etkilerinin bölgeden bölgeye değiştiği de gözlemlenmektedir. Bu açıdan bakıldığında suç analizi ülkelerdeki kamu kurumları için çok önemli bir değerlendirme aracı haline gelmektedir. Bu çalışmanın amacı temel bileşenler analizi ve kümeleme analizi ile ülkelerin suç verilerini kullanarak analiz etmek ve politika ortaya koymaktır. Kümelenmiş sonuçlardan suça eğilimli alanları belirlemenin kolaylığı, suç şekilleri için önleyici tedbir türlerinin belirlenmesinde katkı sağlamaktadır.

Bu çalışmada çok değişkenli istatistik yöntemlerinden temel bileşenler analizi algoritmalarından PCA ve kümeleme analizi yöntemlerinden olan K-means algoritması birlikte kullanılarak Küresel Terörizm Veri Tabanı (Global Terrorism Database-GTD) veri kümesi analiz edilmiştir. Gerçekleştirilen saldırıların özelliklerine göre ülkelerin sınıflandırılması ve bu doğrultuda politika önerilmesi amaçlanmıştır. Karmaşık yapıda olan terör saldırıları temel bileşenler analizi ile daha basit bir şekilde ele alarak, birbiri ile ilişkisiz bileşenler ile kümeleme analizi gerçekleştirilmiştir. Temel bileşenler analizi algoritmalarından PCA ile K-means kümeleme algoritmasının kullanılması analizin daha verimli bir şekilde gerçekleşmesine ve daha güçlü sonuçlar vermesine katkı sağlamıştır. Gerçekleştirilen bu çalışma ile dünyadaki terör olaylarının sayıları ve etki alanlarını gösteren bölgesel ve dünya çapında haritalar oluşturmak böylece yerelleştirilmiş politika önerileri geliştirerek literatüre katkı sağlamak amaçlanmıştır. Söz konusu analiz yöntemi mevcut karışık terör senaryosunda umut verici bir değere sahiptir.

KAYNAKÇA

ARTHUR D., VASSİLVİTSKİİ S., (2007), "K-Means++: The Advantages Of Careful Seeding, Proceedings Of The Annual Acm-Sıam Symposium On Discrete Algorithms", Doı:10.1145/1283383.1283494.

BAYDEMİR, M., (2021), "Faktör ve kümeleme analizlerinin bir karşılaştırması. Journal of Social and Humanities Sciences Research", 8(67), 767-773.

ÇİLLİ M., (2007), "İnsan Hareketlerinin Modellenmesi ve Benzeşiminde Temel Bileşenler Analizi Yönteminin Kullanılması", Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.

ERSOY, O., Amasyalı, M. F., (2008), "The Performance Factors Of Clustering Ensembles", Lisans Tezi, Bilgisayar Mühendisliği, Mühendislik Fakültesi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.

FİLİZ, Z., (2003), "Güvenilirlik Çözümlemesi, Temel Bileşenler ve Faktör Çözümlemesi", Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, Cilt.4, No.2, S. 211–222.

HAN, J., KAMBER, M., (2011), "Data Mining: Concepts And Techniques" 3rd Edition, Morgan Kaufmann, Burlington.

IŞIK M., ÇAMURCU A.Y., (2010), "K-Means ve Aşırı Küresel C-Means Algoritmaları İle Belge Madenciliği", Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 22, 1-18 Marmara Üniversitesi

JABEEN, N., AGARWAL, P., (2021), "Data Mining in Crime Analysis", 10.1007/978-981-15-6707-0_10.

JAIN, A.K.; MURTY, M.N.; Flynn, P.J., (1999), "Data Clustering: A Review", Acm Computing Surveys, Vol. 31, No 3.

JOHNSON, R.A., Dean, W. W., (2002), "Applied Multivariate Statistical Analysis" Fifth Edition, New Jersey, Prentice-Hall, Inc.

KAUFMAN, L.; ROUSSEEUW, P. J., (1990), "Finding Groups İn Data: An Introduction To Cluster Analysis", John Wiley And Sons.

KHAİRANİ, N. A., SUTOYO, E., (2020), "Application of K-Means Clustering Algorithm for Determination of Fire-Prone Areas Utilizing Hotspots in West Kalimantan Province" Int. J. Adv. Data Inf. Syst., 1 (1) : 9-16; DOI: 10.25008/ijadis.v1i1.13.

LI, Y., WU, H., (2012), "A Clustering Method Based On K-Means Algorithm", Physics Procedia, 25, 1104–1109.

NATİONAL CONSORTİUM FOR THE STUDY OF TERRORİSM AND RESPONSES TO TERRORİSM (START), (2021). "Global Terrorism Database", https://www.start.umd.edu/gtd

ÖZDAMAR, K., (2004), Paket Programlar İle İstatistiksel Veri Analizi (Çok Değişkenli Analizler), 5. Baskı, Eskişehir: Kaan Kitabevi.

RINGNÉR, M., (2008), "What İs Principal Component Analysis?", Nat. Biotechnol. 26, 303–304.

SELANİK, M., (2007), "Türk Tarımının Avrupa Birliği İçindeki Yerinin Kümeleme Analizi İle Belirlenmesi", Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

SİLAHTAROĞLU, G., (2013), "Veri Madenciliği Kavram ve Algoritmaları", 2. Basım, İstanbul: Papatya Yayıncılık, S.49.

SÜTÇÜLER, E., (2006), "Gerçek Zamanlı Video Görüntülerinden Yüz Bulma ve Tanıma Sistemi", Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 90 S.

TAKÇI, H., HAYTA, Ş., (2014), "Suç Veri Madenciliği Yardımıyla Hırsızlık Suçları Hakkında Kural Çıkarımı", Eleco Elektrik-Elektronik-Bilgisayar ve Biyomedikal Mühendisliği Sempozyumu, 694-699, Bursa.

TATLIDİL, H., (2002), "Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistiksel Analiz", Ankara: Ziraat Matbaacılık.

YUAN C., YANG H., (2019), "Research On K-Value Selection Method Of K-Means Clustering Algorithm", J - Multidisciplinary Scientific Journal, 2(2), 226–235.

ZHANG, Y.D., (2012), "Study On Experimental Design Optimization Method Of Multi-Response Problems Based On Principal Component Analysis", Tianjin University, Chinese.

Presentation ID / Sunum No= 72

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0000-0002-7410-2937

Farklı Çözelti Kaynaklarının ZnO Filmlerinin Optik Özellikleri Üzerine Etkisinin Belirlenmesi

Doç. Dr. Olcay Gençyılmaz[1]

[1]*Çankırı Karatekin Üniversitesi*

Özet

Bu çalışmada, ultrasonik kimyasal tekniği kullanılarak ZnO filmlerin üretimi ve optik karakterizasyonu gerçekleştirilmiştir. ZnO filmleri üç farklı çözelti kaynağı kullanılarak cam tabanlar üzerine üretilmiştir. Üretilen filmlerin optik özellikleri üzerine çözelti kaynağının etkisi araştırılmıştır. ZnO filmlerin optik bant aralığı, Urbach enerjisi, kırılma indisi, dielektrik sabitleri gibi bazı optik parametreleri farklı yöntemler kullanılarak hesaplanmıştır. Hem kullanılan yöntemlerin hem de kullanılan çözelti kaynaklarının ZnO filmlerinin optik parametreleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Farklı çözelti kaynaklarının filmlerin bant yapısında, optik bant aralığı, yansıma ve geçirgenlik değerlerinde önemli değişiklere neden olduğu belirlenmiştir. Ayrıca ZnO filmlerinin fotolimünesans özellikleri incelenerek, filmlerin yapısındaki bazı kusurlar ve bu kusurlar arası geçişler belirlenmiştir. Sonuç olarak, kullanım alanına göre ZnO filmlerine kazandırılmak istenen özellikler için farklı çözelti kaynaklarının kullanımının optik analiz sonuçları tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: ZnO, Kimyasal Püskürtme, Urbach Enerjisi, Optik Bant Aralığı, Kırılma İndisi, Fotolüminesans

Determination of the Effect of Different Solution Sources On the Optical Properties of Zno Films

Abstract

In this study, the production and optical characterization of ZnO films were carried out using ultrasonic chemical technique. ZnO films were produced on glass substrates using three different solution sources. The effect of the solution source on the optical properties of the produced films was investigated. Some optical parameters such as optical band gap, Urbach energy, refractive index, dielectric constants of ZnO films were calculated using different methods. The effects of both the methods used and the solution sources used on the optical parameters of ZnO films were investigated. It has been determined that different solution sources cause significant changes in the band structure, optical band gap, reflection and transmittance values of the films. In addition,

by examining the photoluminescence properties of ZnO films, some defects in the structure of the films and the transitions between these defects were determined. As a result, the optical analysis results of the use of different solution sources for the properties desired to be imparted to ZnO films according to the usage area are discussed.

Keywords: ZnO, Chemical Spray, Urbach Energy, Optical Band Gap, Refractive Index, Photoluminescence

1. INTRODUCTION

ZnO films, which belong to the transparent conduction oxide group, are one of the most studied materials in recent years. ZnO films are II-VI semiconductor materials and have wide band gap and high binding energy. In addition, due to its high permeability, low resistivity and n-type conductivity, it has the potential to be used in many areas. The health, opto-electronics, solar cells, catalysts, biosensors, paint and chemical industry, pharmacy are the main areas of use. At high temperatures as gas sensors because they are sensitive to gases in the atmosphere; as a varistor for protection against voltage surges; in laser applications due to their optical properties and in dermatological cream applications due to their absorption of UV rays; In addition to LED and laser technology, it is used in photovoltaic solar cells. It is also used in night vision systems and thermal cameras used in the defense industry (Ballıpınar, 2012; Gao vd., 2005:25). ZnO films can be produced by both physical and chemical methods. Methods such as spray pyrolysis (Ayauchiudi vd., 2003:68), SILAR (Raidou vd., 2010:2), sol-gel (Li vd., 2020:109657), chemical bath deposition (CBD) (Murthy vd. in press), physical vapor deposition (PVD) (Mohammed vd., 2020:135), pulsed laser deposition (PLD) (Jin vd., 2001:521), electrodeposition (Kumar and Sasikumar, 2014:18), hydrothermal (Kumar and Sasikumar, 2014:199) are used in the production of ZnO. With each method, it allows the production of ZnO with different properties such as nanoflower, nanotube, nanorod, nanowire. Therefore, the technique chosen in the production of ZnO films is very important (Ballıpınar, 2012; Gao vd., 2005:25). Among these techniques, ultrasonic chemical spraying technique is one of the most used techniques in the production of many semiconductor films because it is practical, economical and reproducible. This technique is dependent on experimental parameters such as substrate temperature, solution molarity, substrate structure, flow rate, annealing, and solution sources. Therefore, it is extremely important to optimize the determined experimental parameters in order to produce materials with the desired properties. In this study, ZnO films were produced using ultrasonic chemical spraying technique. The effect of solution sources, which is an experimental parameter, on the optical properties and some optical parameters of the films was investigated.

2. EXPERIMENTAL DETAILS

2.1. Production of ZnO Films

For the production of ZnO films, firstly, microscopic glasses were used as the substrate and these glass substrates were cut 1 cm wide and 2 cm long. Afterwards, the glass substrates were thoroughly washed in soapy water to remove any possible dirt. After the washing process was completed, the substrates were ultrasonically cleaned in acetone for 10 minutes and ultrasonically cleaned in a one-to-one (1:1) ethanol water mixture for 10 minutes. Then, the cleaned substrates were dried and made ready for production. Ultrasonic chemical spraying technique was used in the production of the films using three different source solutions. After production, it was waited for about 5 hours before being taken out of the spray room for the films to reach room temperature. The experimental parameters, photograph of films and ultrasonic spray pyrolysis method schematic presentation of the production and photograph of produced ZnO films are given in Table 1 and Fig. 1., respectively.

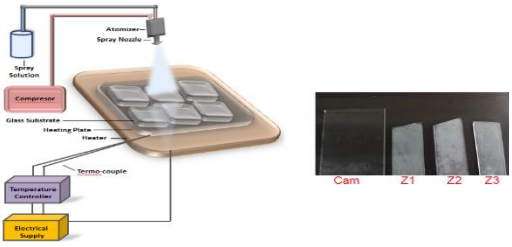


Figure 1. The ultrasonic spray pyrolysis method schematic presentation and photograph of produced ZnO

Table 1. The experimental production parameters of ZnO films

Material	Zinc oxide (ZnO)	
Soluble chemical	Solvent	Material Name
Zinc acetate dihydrate [$Zn(CH_3\ CO_2\ )_2\ \cdot 2H_2\ O$]	Deionized water	Z1
Zinc nitrate hexahydrate [$Zn(NO_3\ )_2\ .6H_2\ O$]	Deionized water	Z2
Zinc chloride [$ZnCl_2\ $]	Deionized water	Z3
Molarity of spraying solution-Distance between substrate and atomizer	0.05 M - 25 cm	
Flow rate-Carrier gas-pressure-Spraying time-Substrate temperature	5 cc/ min-Air- 0.1 Bar-20 min-350 °C	

2.2. Characterization of ZnO Films

Optical characterization of the produced ZnO films was done by Shimadzu UV-2550 UV-vis spectrophotometer and PHE102 spectroscopic ellipsometer (SE). The thicknesses, refractive indices and extinction coefficients of the films were determined using SE. Ellipsometric measurements were made at an angle of 70° in the wavelength range of 300-900 nm. The optical transmittance and absorbance spectra of the ZnO films were obtained by UV spectrophotometer. By using these spectrums, the band structure of the films was examined and the band gap, refractive index and dielectric constants were determined. By using these spectrums, the band structure of the films was examined and the band gap (E_g), refractive index (n) and dielectric constants (ε_0-ε_∞) were determined. The band gap value were calculation two different methods (Kubelka-Munk and Tach). Three different models (Herve-Vadamme, Moss Relation and Ravindra relation) were used to calculate the refractive index values of the films. Optical parameters and SE results obtained by different methods are discussed. In addition, the Urbach energies (E_u) of the films were calculated by three different methods, and the steepness parameter (σ) and the electron-phonon interaction ($E_{e\text{-}p}$) energy change were determined. Photoluminescence properties, another optical property, were also investigated using the "Perkin Elmer LS55 Fluorescence spectrophotometer" device.

3. RESULTS AND DISCUSSIONS

The ellipsometry technique is a sensitive technique used to determine optical parameters such as thickness, refractive index, extinction coefficient by measuring the polarization change of thin films upon reflection or transmission. In this study, optical parameters of ZnO films were

determined using spectroscopic ellipsometry technique. The ellipsometric measurements of the films were made at 50°, 60° and 70 ° and the most suitable measurement angle was determined as 70° for cos (Δ) spectra. SE measurements were taken in the range of 300-900 nm and the thicknesses of films were investigated. Then, the parameters of SE (A_n, B_n, C_n, A_k and B_k) was obtained by fitting the experimental and theoretical data with the Cauchy-Urbach dispersion model. These parameters related to the Cauchy–Urbach dispersion model. So, thicknesses, the refractive index and the extinction coefficient values were calculated this dispersion model. This technique, which is suitable for determining the optical parameters of semiconductors, determines the refractive index and extinction coefficient values as a function of wavelength with the following equations.

$$n(\lambda) = A + B/\lambda^2 + C/\lambda^4 \quad (1) \qquad k(\lambda) = A_k e^{Bk(E-Eb)} \quad (2)$$

where A_n, B_n, C_n, A_k and B_k are model parameters (Jenkins and White, 1981).

The cos (Δ) graphs and the fitting parameters obtained as a result of this fitting are given in Fig. 1 and Table 1, respectively. The deviations observed in the fitting of the graphics are due to the surface properties of the films. SE analysis allows us to obtain data as a result of the interaction of light with the material surface. Therefore, these deviations may be due to the fact that ZnO films do not have a homogeneous surface depending on the production technique. In addition, back reflections on the material surface can cause this situation. When Table 1 is examined, it is seen that the thicknesses of the films are in the range of 116-261 nm. This difference in the thickness of the ZnO films may be due to the different evaporation rate of the chemical salts used. The solution sources with a high evaporation rate will cause less evaporation of the droplets, which will increase the thickness of the films. The graphs of refractive index (n) and extinction coefficient (k) values of ZnO films depending on wavelength are given in Fig.2 and Fig.3, respectively. When examined in Fig. 2, it was determined that all films exhibited normal dispersion. The highest refractive index in the visible region was found in the Z3 film, and the lowest refractive index in the Z2 film. It was determined that Z1 films have the most suitable refractive index value in the visible region. In addition, it is seen that the refractive index values of all films remain almost constant as the long wavelengths are increased. In Fig. 3, all films were found to have low damping coefficient values. It was determined that the Z1 film has the lowest coefficient of extinction.

Table 1. SE parameters and thicknesses of ZnO films

Films	d (nm)	A_n	B_n (nm)	C_n $(nm)^4$	A_k	B_k (eV)
Z1	224	1.94	0.08	0.004	0.006	0.74
Z2	261	1.32	0.03	0.002	0.16	0.06
Z3	116	1.90	0.11	0.008	0.15	0.04

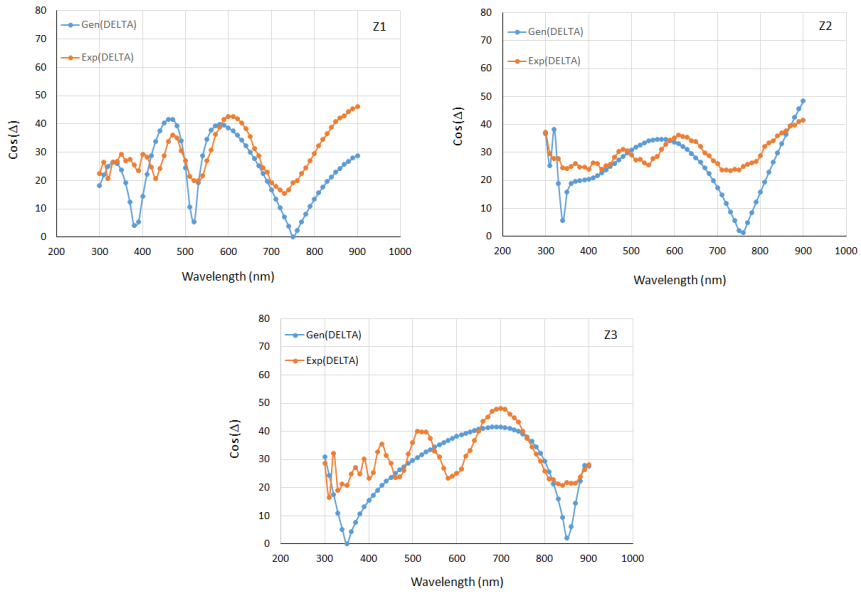
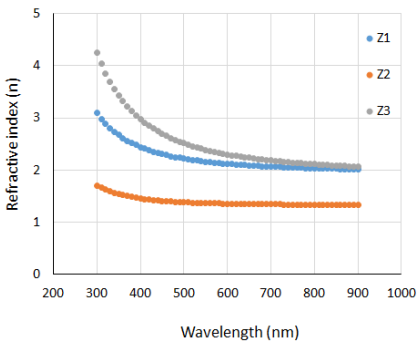


Figure 1. The cos (*Δ*) spectra of ZnO films



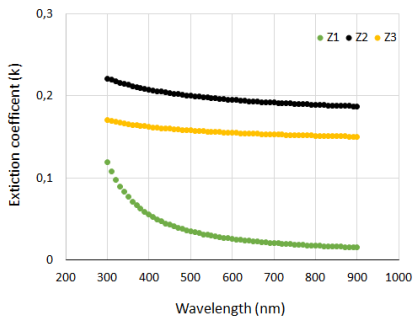


Figure 2. The refractive index (*n*) spectra **Figure 3.** The extinction coefficient (*k*) spectra

The transmittance and reflectance spectra of ZnO films are shown in Fig. 4 and 5, respectively. Z1 film has the highest transmittance values, while Z3 films have the lowest. When the band structures of the films were examined, it was determined that the Z1 films had the smoothest band edge structure. In Z3 films, on the other hand, the band edge structure is clearly deteriorated and has a more flat and curved structure. When Fig. 2 is examined, it is seen that the band edges of the Z3 films shifted to longer lengths. In addition, Z2 and Z3 films have low reflectance values in the visible region. To determine the optical band gap of ZnO films, we used the Tauc formula. This formula (Tauc, 1968:37):

$$\alpha h\nu = \alpha_0 (h\nu - E_g)^n \qquad (3)$$

where is α_0 is a constant, h□ is a photon energy, n is an index factor and is used to determine the optical transition (n=1/2 allowed direct transition), α is an absorption coefficient. We plotted the $(ah□)^2$-h□ and E_g values were calculated by extrapolating the linear part to zero absorption coefficient.. The graph between $(ah□)^2$ and h□□ is shown Fig. 6 and the calculated E_g values are given in Table 2. The optical band gaps of Z1, Z2 and Z3 films were calculated as 3.22 eV, 3.21 eV and 3.18 eV, respectively.

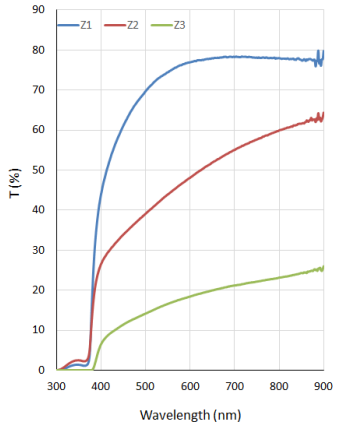


Figure 4. The transmittance spectra of ZnO films

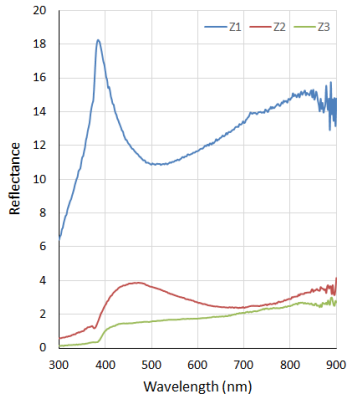


Figure 5. The reflectance spectra of ZnO films

In addition to, the band gap energy of the ZnO films are determined by the extrapolation of the linear portion of the graph between the modified Kubelka-Munk function $[F(R)h\nu]^2$ versus photon energy ($h\nu$) (Munk, 2021; Smith, 1978), as shown in Figure 7. The Kubelka-Munk function relation is:

$$[F(R)h\,\upsilon]^{2} = A(h\,\upsilon - E_g) \quad (4)$$

The Z3 films calcined at 900°C have low reflectance, and it is difficult to calculate the band gap of these samples. The band gap of ZnO is decreased with chancing solution source.

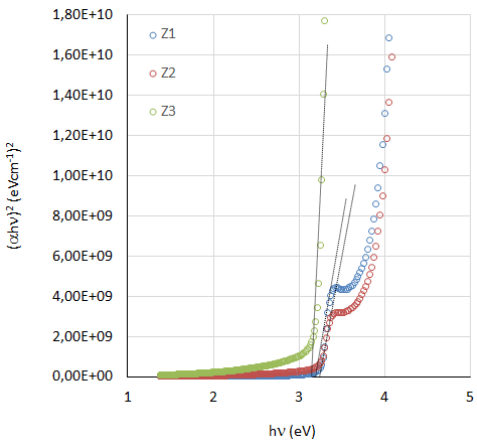


Figure 6. The plots of (□h□)^2 vs (h□) energy plot

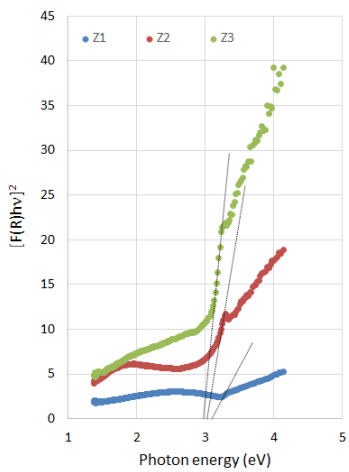


Figure 7. Kubelka-Munk function versus

Urbach energy (E_u) formula is used to examine the lattice strain and band edge distortions in the structure. This formula is as follows (Urbach, 1953:1324):

$$\alpha = \alpha_0 \left(\frac{h\nu}{E_u}\right) \quad (5)$$

using this formula, E_u energies of the ZnO films were calculated Fig. 8 and given in Table 2. Also Fig. 8 shows the graphs of the calculated E_g and E_u values. E_u is Urbach energy which corresponds to the width of the band tail and could be determined as the width of the localized states. Usually, E_u depends on temperature and structural disorder describes the width of the localized states in the band gap region (Baubaker, 2011:235). It was determined that the Urbach energies of the films changed in the range of 0.333-0.384 eV. Also, the steepness parameter, which characterizing

the broadening of the optical absorption edge due to electron-phonon or exciton-phonon interactions, can be calculated using following equation (Mahr, 1962:1510):

$$\sigma = kT/E_u \quad (6)$$

where T =300 K, *k* is Boltzman constant. These values are given in Table 2. Apart from that, the energy values of electron-phonon interactions in ZnO films were calculated using the following formula by using the steepness parameter values (Singh vd., 2019:102106):

$$E_{e-p} = \frac{2}{3}\sigma \quad (7)$$

Table 2 shows the variation of electron-phonon interaction of ZnO films.

Table 2. The optical band gap, Urbach energy, steepness parameter end electron-phonon energy values of ZnO films

Films	E_g (eV)	E_u (eV)	σ	E_{e-p}
Z1	3.22	0.384	0.473	0.351
Z2	3.21	0.368	0.494	0.329
Z3	3.18	0.337	0.539	0.359

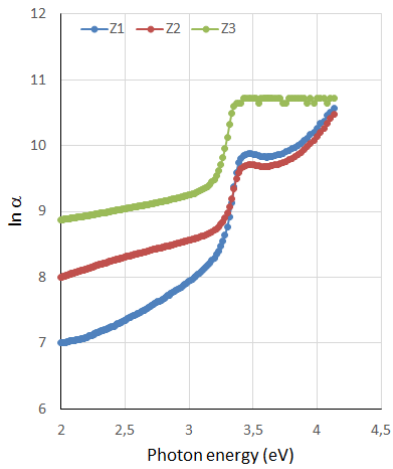


Figure 8. The Urbach plots of the ZnO films

Another important optical constant that will affect the potential of using ZnO films is the refractive index. The refractive index values were calculated by different methods to compare with the values found. Using these methods, the refractive index values of the films were calculated according to the band gap. The formulas used in these methods and calculations are as follows:

Ravindra relation → $n = 4.084 - 0.62E_g$ (8)

Herve -Vandamme relation → $n = \sqrt{1 + \left(\frac{a}{b+E_g}\right)^2}$ (9)

Moss relation → $n^2 = {}^{k}/_{E_g}$ (10)

High-frequency dielectric constants → $\varepsilon_0 = 18.52 - 3.08E_g$ (11)

Static dielectric constants $\rightarrow \varepsilon_{\infty} = n^2$
(12)

where *k* is a constant with a value of 108 eV, *a* and *b* are numerical constants with values of 13.6 and 3.4 eV, respectively (Mezrag vd., 2010:2272; Williamson, 1953:22). Table 3 show the changing of refractive index of ZnO films with different model calculations. When the refractive index values in Table 3 are examined, the most suitable results for the SE results were obtained with the Herve Vadamme and Ravinda method.

The schematic representation of the transitions and defect states of the films and PL spectra of ZnO films are presented in Fig. 9. When Fig. 9 is examined, it is seen that all films show similar photoluminescence properties. The strongest peaks were seen in Z2 and Z3 films. While seven different peaks were observed in Z1 and Z2 films, 3 peaks were observed in Z3 films and these peaks were separately given in Fig. 9. The peaks at 398 nm, 399 nm and 401 nm in the PL spectra is called NBE emission. Other peaks are indicative of deep level emissions (DLE) such as Zn_i, O_i, V_{Zn}, V_O and O antisite (O_{Zn}) in the structure (Darma vd., 2019:50; Jing vd., 2006:1773; Hou vd., 2006:594). From Fig. 9, the NBE emission (398-399 and 401 nm) of the films is clearly seen, and this emission is due to electron transitions passing from the lower levels of the conduction band (CB) to the upper levels of the valance band (VB) and it can also be caused by free or bound excitons at the band edge. The emission peaks (For Z1 films 421-443-459 nm, Z2 films 422-461-484 nm, Z3 films 460-484 nm) are called blue emission. This emission can be occurs in three ways. The first is the transition from the shallow donor levels of the interstitial zinc (Zn_i) statues to the VB band, the second is the transitions from the shallow donor levels of the O vacancies to the VB band and third is the transitions from interstitial zinc (Zn_i) statues to zinc vacancies (V_{Zn}). The emission peaks (For Z1 films 484-518 nm, Z2 films 519-531 nm) are called green emission it related to oxygen vacancies (V_o) (Vanheusden vd., 1998:403; Vandebsun vd., 1996:79; Studeikin and Cocivera, 2002:5060; Look, 2001:383; Zhao vd., 2005:211912; Klason vd., 2008:321). Also, it associated with the electron transitions from deep level donor of the ionized oxygen vacancies (V_o) to the VB and other vacancy defects (Becker vd., 2011:844). Finally, the emissions at 593 and 594 nm were only seen Z1 and Z2 films and these peaks were called orange. The orange emissions are due to the presence of high interstitial oxygen (O_i) in structure (Djurisic vd., 2006:103107; Studeikin vd. 1992:2287). Generally, these emissions are attributed to a transition from interstitial zinc (Zn_i) to oxygen vacancies (O_i) (Cao vd., 2006:161101). Elemental analysis results obtained for ZnO films also showed that there was an excess of oxygen in the structure (Dellis vd., 2018:1).

Table 3. The variation refractive index and dielectric constants of ZnO films

Films	Herve Vadamme Relation		Moss Relation		Ravinda Relation		ε_0
	n	ε_∞	n	ε_∞	n	ε_∞	
Z1	2.28	5.19	5.79	33.54	2.08	4.32	8.60
Z2	2.29	5.24	5.80	33.64	2.09	4.37	8.63
Z3	2.30	5.29	5.82	33.87	2.11	4.45	8.72

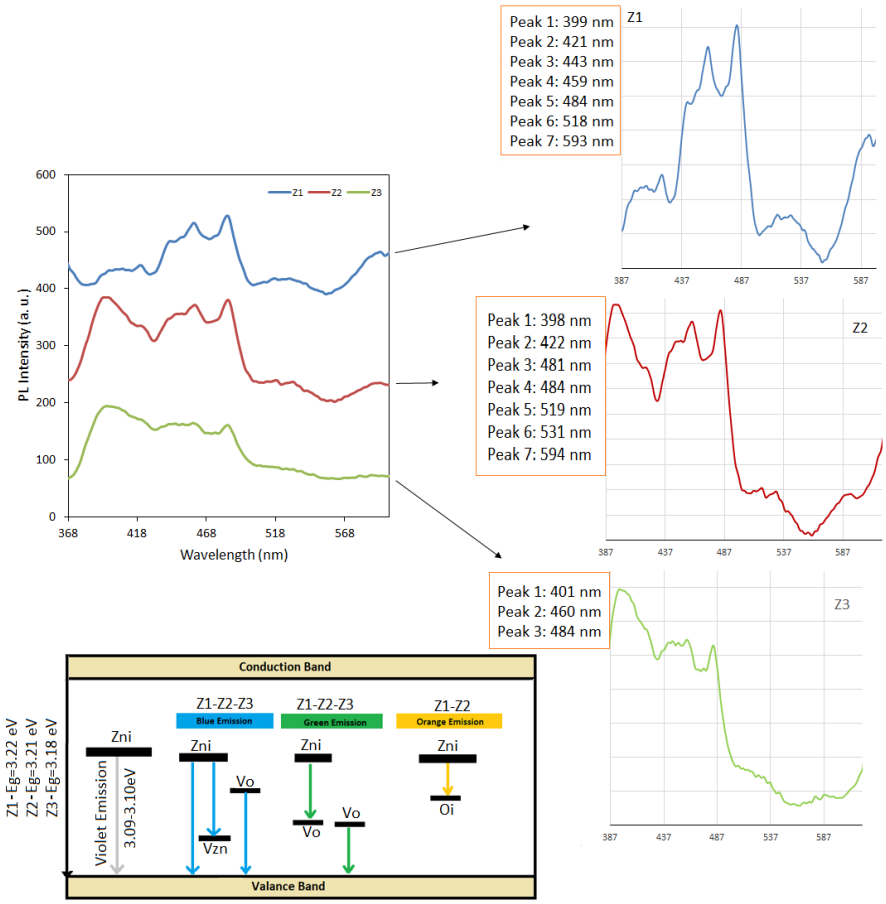


Figure 9. PL spectra and the schematic representation of the transitions and defect states of the ZnO films

4. CONCLUSIONS

ZnO films were produced by ultrasonic chemical spraying technique using three different solvent sources. As a result of the optical analysis of the films; the following results were obtained for the films we produced: Z1 films had the highest transmittance value. Z1 films had the most suitable refractive index value. The film with the best surface homogeneity was Z1. The closest results to the experimental refractive index values were seen in the calculations made with the Herve-Vadamme and the Ravinda equation. All films were found to have significant PL peaks. As a result, it was determined that it would be more appropriate to use a zinc acetate solution source for ZnO films to be produced by ultrasonic chemical spraying technique. In addition, it was concluded that the optical properties of ZnO films produced by this source are suitable.

5. REFERENCES

BALLIPINAR, F. (2012). "Çinko Oksit (ZnO) Nanoyapıların Organik Güneş Pillerinde Uygulaması", İstanbul Teknik Üniversitesi, Enerji Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

GAO, X. D., Lİ, X.M., YU, W.D., (2005). "Rapid preparation, characterization and photoluminescence of ZnO films by a novel chemical method", Materials Research Bulletin, 40: 1104-1111.

AYOUCHI, R., LEINEN, D., MARTI, F., GABAS, M., DALCHIELE, E., RAMOS-BARRADO, J. R. (2003). "Preparation and characterization of transparent ZnO thin films obtained by spray pyrolysis", Thin Solid Films, 42 (1-2): 68-77.

RAIDOU, A., AGGOUR, M., QACHAOU, A., LAANA, L., FAHOUME, M. (2010). "Preparation And Characterization Of ZnO Thin Films Deposited By SILAR Method", Moroccan Journal of Condensed Matter, 12: 2.

LI, X., ZHU, X., JIN, K., YANG, D. (2010). "Study on structural and optical properties of Mn-doped ZnO thin films by sol-gel method", Optical Materials, 100: 109657.

NARASIMHA MURTHY, M., SREELATHA, C. J., RAVINDER, G., ANUSHA, S. (2021). "The effect of solution pH on the structural, surface morphological, and optical characteristics of ZnO thin films synthesized by the chemical bath deposition technique", Materials Today: Proceedings (in press)

MOHAMMED, R. Y., AHMED, S.M., ABDULRAHMAN, A. F., HAMAD, S. M. (2020). "Synthesis and Characterizations of ZnO Thin Films Grown by Physical Vapor Deposition Technique, Journal of Applied Science and Technology Trends, 1 (4):135 –139.

JIN, B. J., WOO, H. S., IM, S., BAE, S. H., LEE, S. Y. (2001). "Relationship between photoluminescence and electrical properties of ZnO thin films grown by pulsed laser deposition", Applied Surface Science, 169-170: 521-524.

KUMAR, M., SASİKUMAR, C. (2014). "Electrodeposition of Nanostructured ZnO Thin Film: A Review, American Journal of Materials Science and Engineering", 2 (2): 18-23.

EKTHAMMATHAT N., THONGTEM, S., THONGTEM, T., PHURUANGRAT, A. (2014). "Characterization and antibacterial activity of nanostructured ZnO thin films synthesized through a hydrothermal method", Powder Technology, 254: 199-205.

JENKİNS F. A. AND WHİTE, H. E. (1981). "Fundamentals of Optics", 4th ed., McGraw-Hill, Inc.

TAUC, J. (1968). "Optical properties and electronic structure of amorphous Ge and Si", Materials Research Bulletin. 3: 37–46.

KUBELKA, M. (2021). "Kubelka-Munk Theory - an overview". www.sciencedirect.com.

SMİTH, R. A. (1978). "Semiconductors", 2nd ed., Cambridge University Press: Cambridge

URBACH, F. (1953). "The Long-Wavelength Edge of Photographic Sensitivity and of the Electronic Absorption of Solids", Physical Review, 92: 1324.

BOUBAKER, K. (2011,). "Atomic structures beyond the spherical approximation along with PNC as conjectured explanations to Urbach tailing in neutral isolated ytterbium", European Physical Journal B., 84: 235.

MAHR, H. (1962). "Ultraviolet Absorption of KI Diluted in KCl Crystals", Physics Review, 125: 1510.

SINGH, J., VERMA, V., KUMAR, R., KUMAR, R. (2019). "Influence of Mg^{+2}-subsstitution on the optical band gap energy of $Cr_{2-x}Mg_xO_3$ nanoparticles", Results in Physics, 13: 102106.

MEZRAG, F., KARA, W. M., BOUARISSA, N. (2010). "The effect of zinc concentration upon optical and dielectric properties of $Cd_{1-x}Zn_xSe$", Physica B: Condensed Matter., 405: 2272.

WILLIAMSON, G., HALL, W. (1953). "X-ray Line Broadening from Filed Aluminium and Wolfram, Acta Metall.", 1: 22.

DARMA, Y., MUHAMMADY, S., HENDRİ, Y.N., SUSTİNİ, E., WİDİTA, R., TAKASE, K. (2019), Mater. Sci. Semicond. Process. 93: 50-58.

JİNG, L., QU, Y., WANG, B., Lİ, S., JİANG, B., YANG, L., FU, W., FU, H., SUN, J. (2006). "Review of photoluminescence performance of nano-sized semiconductor materials and its relationships with photocatalytic activity", Sol. Energy Mater. Sol. Cells, 90:1773–1787.

HOU, J., HUO, L., HE, C., YANG, C., Lİ, Y. (2006). "Synthesis and absorption spectra of poly (3- (phenylenevinyl)thiophehe)s with conjucated side chains", Macromolecules, 39: 594–603.

VANHEUSDEN, K., SEAGER, C. H., WARREN, W. L., TALLANT, D. R., VOİGT, J. A. (1998). "Correlation between photoluminescence and oxygen vacancies in ZnO phosphors", Appl. Phys. Lett. 68: 403.

VANHEUSDEN, K., WARREN, W. L., SEAGER, C. H., TALLANT, D. R., VOİGT, J. A., GNADE, B. E. (1996). "Mechanisms behind green photoluminescence in ZnO phosphor powders", J. Appl. Phys. 79: 79-83.

STUDENİKİN, S. A., COCİVERA, M. (2002). "Time-resolved luminescence and photoconductivity of polycrystalline ZnO films". J. Appl. Phys. 91: 5060.

LOOK, D.C. (2001). "Recent advances in ZnO materials and devices", Mater. Sci. Eng. B 80: 383-387.

ZHAO, Q. X., KLASON, P., WİLLANDER, M., ZHONG, H. M., LU, W., YANG, J. H. (2005). "Deep-level emissions infuenced by O and Zn implantations in ZnO", Applied Physics Letter, 87: 211912.

KLASON, P., BORSETH, T. M., ZHAO, Q. X., SVENSSON, B. G., KUZNETSOV, A. Y., BERGMAN, P. J., WİLLANDER, M. (2008). "Temperature dependence and decay times of zinc and oxygen vacancy related photoluminescence bands in zinc oxide", Solid State Commun., 145: 321.

BECKER, J., RAGHUPATHİ, K. R., STPİERRE, J., ZHAO, D., KOODALİ, R. T. (2011). "Tuning of the crystallite and particle sizes of ZnO nanocrystalline materials in solvothermal synthesis and their photocatalytic activity for dye degradation", J. Phys. Chem. C, 115 (13): 844–13850.

DJURİSİC, A. B., LEUNG, Y. H., TAM, K. H., DİNG, L., GE, W.K., CHEN, H. Y., GWO, S. (2006). "Green, yellow, and orange defect emission from ZnO nanostructures: infuence of excitation wavelength", Applied Physics Letter, 88: 103107.

STUDENİKİN, S. A., GOLEGO, N., COCİVERA, M. (1998). "Fabrication of green and orange photoluminescent, undoped ZnO flms using spray pyrolysis", Journal of Applied Physics, 84: 2287.

CAO, B., CAİ, W., ZENG, H. (2006), "Temperature-dependent shifts of three emission bands for ZnO nanoneedle arrays", Applied Physics Letter, 88: 161101.

DELLİS, S., PLİATSİKAS, N., KALFAGİANNİS, N., LİDOR-SHALEV, O., PAPADERAKİS, A., VOURLİAS, G., SOTİROPOULOS, S., KOUTSOGEORGİS, D. C., MASTAİ Y., PATSALAS, P. (2018). "Broadband luminescence in defect-engineered electrochemically produced porous Si/ZnO nanostructures", Scientific Reports, 8(6988): 1-8.

Presentation ID / Sunum No= 54

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0000-0002-3948-5979

Esnek ve Rijit Kaplama Parametrelerinin Üstyapı Türü Seçimi Üzerine Etkileri

Dr. Öğretim Üyesi Mustafa Çalışıcı[1], Sabır Baykara[2]

[1] *İskenderun Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, İnşaat Mühendisliği, Hatay / Türkiye, E-mail: mustafa.calisici@iste.edu.tr;*
[2] *İskenderun Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, İnşaat Mühendisliği, Hatay / Türkiye, E-mail: sabirbaykara@gmail.com;*

Özet

Türkiye'deki farklı durumlar için hangi üstyapının ideal olacağını, ekonomik ve teknik özellikleri değerlendirmek, araştırmak ve karşılaştırmak gerekmektedir. Bu çalışmada üstyapı türleri karşılaştırılmaktadır. Sathi kaplama, esnek kaplama ve rijit kaplama kalınlıkları ve maliyetleri incelenmektedir. Kalınlık ve maliyet karşılaştırması için esneklik modülü (MR), yatak katsayısı(k) ve 8.2 ton standart dingil yükü tekerrür sayısı (T8.2) değerleri kullanılmaktadır. Verilen değerlere göre sathi kaplama ve esnek kaplama türlerinde MR değeri arttıkça kaplama kalınlığı azalmaktadır. Rijit kaplamada k değeri arttıkça gözle görülür bir değişim olmamaktadır. Maliyet kıyaslaması yapıldığında MR değeri arttıkça metrekare birim maliyet azalmaktadır. Hesaplanan maliyetlerde 3 milyon T8.2 değerine kadar olan kaplamalarda en ekonomik kaplama türü sathi kaplama olmaktadır. 3 milyon T8.2 değerinin üstünde ekonomik olarak önce esnek kaplamalar daha sonra rijit kaplamalar gelmektedir. 2 milyon T8.2 değerinde sathi kaplama metrekare birim maliyeti 30,196 TL, esnek kaplama metrekare birim maliyeti 105,525 TL, rijit kaplama metrekare birim maliyeti 131,991 TL olmaktadır. Böylece düşük trafik akışının olduğu yollarda sathi kaplamalı üstyapı türünün seçilmesi daha ekonomik olmaktadır. Trafik akışının yüksek olduğu yollarda esnek kaplamalar rijit kaplamalara göre daha ekonomik olmaktadır. Bu sonuçlara göre düşük zemin değerlerinde rijit kaplama, yüksek zemin değerlerinde ise esnek kaplamaların yapılması ekonomi açısından daha avantajlı olmaktadır.

Anahtar kelimeler: Üstyapı kaplamaları, kaplama maliyeti, kaplama kalınlığı, esneklik modülü, yatak katsayısı

Abstract

It is necessary to evaluate, research and compare which superstructure would be ideal for different situations in Turkey, as well as the economic and technical characteristics. In this study, pavement types are compared. Surface treatment, flexible pavement and rigid pavement thicknesses and costs are examined. For thickness and cost comparison, modulus of elasticity

(MR), bearing coefficient (k) and 8.2 tons standard axle load repetition number (T8.2) values are used. According to the values given, the coating thickness decreases as the MR value increases in surface treatment and flexible pavement types. In rigid pavement, there is no visible change as the k value increases. On the other hand, as the T8.2 value increases, the pavement thickness increases. When the cost comparison is made, the cost per square meter decreases as the MR value increases. As the T8.2 value increases, the square meter unit cost also increases at the same rate. The most economical type of pavement is surface treatment for pavement up to 3 million T8.2 in calculated costs. Above 3 million T8.2 value economically, flexible pavements come first and then rigid pavements. The cost per square meter of surface treatment with a value of 2 million T8.2 is 30,196 TL, the unit cost of flexible pavement is 105,525 TL and the unit cost of rigid pavement is 131,991 TL. Thus, it is more economical to choose the superstructure type with surface treatment on roads with low traffic flow. On roads with high traffic flow, flexible pavements are more economical than rigid pavements. According to these results, it is more advantageous in terms of economy to make rigid coatings at low ground values and flexible coatings at high ground values.

Keywords: Superstructure pavements, pavement cost, pavement thickness, modulus of elasticity, bearing coefficient

1.GİRİŞ

Ulaşım ağı bir ülkenin gelişmişliğini göstermektedir. Ülkemizde ulaşım büyük çoğunlukla karayolları ile yapılmaktadır. Yolcu ve yük taşımasında önemli bir yere sahip olan karayollarının dizaynı önem arz etmektedir. Özellikle ekonomik tasarımların önem kazandığı zamanlarda en çok tercih edilen ulaşım ağı türü olarak karayollarının tasarımı da oldukça önemli bir hale gelmektedir. Karayolu üstyapısı esnek kaplama ve rijit kaplama olarak tanımlanabilmektedir.

Üstyapılar "güvenlik, konfor, hacim ve trafik kompozisyonu" ile "ekonomiklik, iklim ve bölgesel koşullara uygunluk" göz önünde bulundurularak planlanmaktadır (Giriş, 2007).

Esnek kaplamalar, bitümlü kaplama tabakalarıyla oluşturulan üstyapılardır. Esnek üstyapı; kaplama, temel ve alttemel tabakaları yoluyla trafik yüklerini taban zeminine aktarmaktadır. Sathi kaplamalar, asfaltın bağlayıcı malzeme olarak yüzeye yerleştirilmekte ve bunun üzerine agreganın serilmesiyle yapılmaktadır. Trafik yoğunluğu çok fazla olmayan yollarda uygulanmaktadır. Beton kaplama, Portland çimentosunun su ve agrega ile karışımından yapılmakta ve tek tabakalı beton plak olarak yükleri taban zeminine aktarmaktadır.

Asfalt kaplama (esnek kaplama) veya beton kaplama (rijit kaplama) kararının temelinde bir maliyet ve ekonomi sorunu bulunmaktadır. Türkiye'deki farklı durumlar için hangi üstyapının daha ideal olacağını, bunun ekonomik yansımalarını, ekonomik ve teknik özelliklerini değerlendirmek, araştırmak ve karşılaştırmak gerekmektedir. Karayolu üstyapı kaplaması seçimi için üstyapı tipleri teknik ve ekonomik yönden karşılaştırılmakta ve ekonomik şartlar dikkate alınarak karara varılmaktadır.

Bu çalışmada, kaplama kalınlıkları belirli parametrelere göre hesaplanmaktadır. Hesaplanan kaplama kalınlıklarının ekonomik analizi yapılmaktadır. Hangi kaplama türünün hangi şartlarda kullanılması gerektiği parametreler doğrultusunda belirlenmektedir.

Literatürde karayolu üstyapısıyla ilgili birçok çalışma mevcuttur. Yapılan bir çalışmada, iki farklı zeminde yapılan C60B2 katyonik asfalt emülsiyonu ile stabilizasyonun zeminlerin Kaliforniya Taşıma Gücü (CBR) değerlerine etkileri incelenmiştir. Yük ve yolcu taşımacılığının büyük oranda karayoluyla yapıldığı ülkemizde gelişen otomotiv sektörünün de etkisiyle daha yüksek yük kapasiteli kamyonların yollarda olması, daha dayanıklı yolların imalatı ihtiyacını doğurduğu vurgulanmıştır. Zemin taşıma gücünün artması esnek kaplamalarda maliyeti en yüksek kısım olan üstyapının daha dayanıklı ve daha az maliyetli olmasına sebep olmaktadır. CBR'da meydana

gelen değişimin esnek üstyapı tabaka kalınlıklarına olan etkileri AASHTO 93 yöntemiyle tasarlanan üstyapı hesabıyla ortaya konmuştur. Araştırma sonucunda C60B2 ile stabilize edilmiş zeminlerde CBR artışıyla üstyapı tabakalarının kalınlığının belirgin ölçüde azaldığı ya da esnek üstyapının taşıma kabiliyetinin arttığı tespit edilmiştir (Çalışıcı vd. 2017).

Bir diğer çalışmada ise, yeni bir malzeme olan dietilen glikol bazlı poliboron bileşiği (DEGPB) ile bitümün kısa süreli yaşlanma direncinin iyileştirilmesi araştırılmış, katkının bitümlerin fiziksel ve mekanik özelliklerine etkileri değerlendirilmiştir. Bu çalışmada bildirilen deneysel çalışmalar ışığında, katkı maddesinin test edilen tüm oranlarda bitümün yaşlanma direncini arttırdığı gözlenmektedir. Orijinal bitümün özellikleri ile karşılaştırıldığında, DEGPB bitümün viskozitesini ve yumuşama noktasını arttırmakta, penetrasyon ve sünekliğini azaltmaktadır. Marshall stabilite testleri, bitümlü karışımların stabilitesinin DEGPB tarafından iyileştirildiğini göstermektedir. Sonuç olarak, DEGPB katkısı bitümlerin yaşlanmasını 41,9 oranında azaltmaktadır (Çalışıcı vd. 2018).

Yine bir çalışmada, asfalt emülsiyonu ile stabilize edilmiş zeminin esnek üstyapı kalınlığına ve üstyapı maliyetine etkileri araştırılmıştır. Yük taşımacılığının daha çok karayolu ile yapılmakta olan ülkelerde ağır vasıtaların artan yük taşıma kapasitesi yol kaplamalarının güçlendirilmesi ihtiyacını doğurmaktadır. Yapılan çalışmada, optimum emülsiyon içeriği ve bunun CBR üzerine etkileri belirlenmiştir. Sonuç olarak asfalt kaplama kalınlığının ve dolayısıyla kaplama maliyetinin düştüğü rapor edilmiştir (Çalışıcı, 2018).

Yapılan başka bir çalışmada, esnek ve rijit üstyapıların tasarımı, yapımı, kullanılan malzemeler, avantaj ve dezavantajları, bakım – onarım teknikleri irdelenmiş ve maliyet analizleri hazırlanmıştır. Her iki kaplama türünün tasarımına ilişkin geliştirilmiş farklı yöntemler bulunmaktadır. Ancak hem ülkemizde hem de dünyada en çok kullanılan yöntemlerin başında AASHTO yöntemi gelmektedir. Esnek üstyapıların yapımında kullanılan ana madde bitüm olmakta ve bitüm petrol türevli bir madde olarak bilinmektedir. Petrol konusunda dışa bağımlı olmamız bir dezavantaj olarak görülebilmektedir. Ancak bitüm rafineride işlenen petrolün son türevi olmakta ve asfalt betonu üretimi dışında kullanılma alanı neredeyse bulunmamaktadır. Rijit kaplamaların üretilmesinde kullandığımız çimento, ülkemizde bol miktarda üretilmektedir. Ancak çimentoya, yol yapımından önce inşaat sektörünün diğer alanlarında daha çok ihtiyaç duyulmaktadır. Her iki kaplamanın da birbirine karşı avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Bu noktada yolun yapılacağı bölgenin karakteristik özellikleri, avantajlar ve dezavantajların değerlendirilmesi açısından belirleyici olmaktadır (Giriş, 2007).

Yine bir çalışmada, asfalt kaplamalı üstyapılarla beton kaplamalı üstyapıların maliyetlerinin karşılaştırılması amacıyla yapılmıştır. Beton kaplamalı üstyapılar ilk yapım maliyeti, asfalt kaplamalı üstyapılara nazaran düşük trafik yoğunluklarında (T8.2 =0.5x106 - 4.5x106) daha pahalı bir üstyapı çeşidi olarak bulunmuştur. Ancak; trafik yoğunluğu (T8.2) = 4.5x106 ’ dan sonra sıcak karışım asfalt kaplama maliyetiyle aynı olmakta ve bu trafik yoğunluğundan sonraki yoğunluklarda beton kaplamalı üstyapılar daha ekonomik olmaktadır (EDİS, 2007).

Yapılan başka bir çalışmada ise, ülkemiz şartlarına uygun projelendirme kriterleri belirlenerek hazırlanan beton yol projelendirme rehberinden alıntılar yapılarak beton sınıfına bağlı olarak beton plak kalınlıklarındaki değişim gözlenmiştir. Ayrıca projelendirme rehberi hazırlanmasındaki amaç ileriki zamanlarda üstyapı mühendislerinin üreteceği projeler için yardımcı olacak başvuru kaynaklarından biri olması hedeflenmektedir (Kaşak vd. 2019).

Bir diğer çalışmada, AASHTO metodunda yer alan yük transfer katsayısı, drenaj katsayısı ve servis yeteneği kaybı parametreleri dışında kalan her bir parametrenin, rijit üstyapı beton kaplama kalınlığına etkisi araştırılmıştır. Trafik tahmini ve performans tahmininin bileşik standart hatasının ve betonun elastisite modülünün rijit kaplama kalınlığını lineer bir şekilde etkilemiş, standart dingil yükü tekerrür sayısının, zemin yatak katsayısının ve güvenilirlik parametrelerinin kaplama kalınlığı üzerindeki etkisinin ise lineer olmadığı tespit edilmiştir (Kuloğlu vd. 2011).

2. YÖNTEM VE BULGULAR

Bu çalışmada, üstyapı kaplama kalınlıkları hesabı yapılmaktadır. Üstyapı türlerinden sathi kaplama, esnek kaplama ve rijit kaplama incelenmektedir. Kaplama kalınlık hesapları yapılırken MR ve T8.2 değerleri kullanılmaktadır. Bu değerlere göre kaplama kalınlıkları belirlenmektedir. Belirlenen kaplama kalınlıklarına göre maliyet karşılaştırması yapılmaktadır.

2.1. Sathi Kaplama

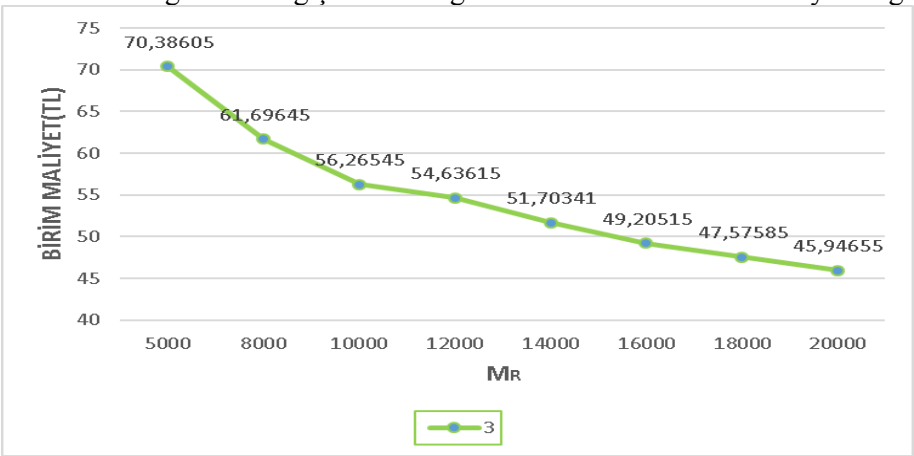
Sathi kaplamalar alttemel, temel ve bitümlü kaplama tabakası olarak dizayn edilmektedir. Bitümlü kaplama tabakası da trafik yüklerine göre tek katlı ve çift katlı olarak tasarlanmaktadır. Sathi kaplama için yapılan çalışmada, sabit T8.2 değeri ve değişen MR değerlerine göre metrekare başına birim fiyat tablosu verilmektedir (Tablo 1). Bu tabloya göre 3 milyon T8.2 değerine karşılık 5000 MR değerinde 70,386 TL metrekare birim maliyet çıkarılmaktadır. Tek kat sathi kaplama maliyeti 8000 MR değerinde 61,697 TL, 10000 MR değerinde 56,266 TL, 12000 MR değerinde 54,636 TL olmaktadır. Çift kat sathi kaplama maliyeti 14000 MR değerinde 51,703 TL, 16000 MR değerinde 49,205 TL, 18000 MR değerinde 47,576 TL, 20000 MR değerinde 45,947 TL olmaktadır.

Tablo 1. T8.2 Değeri Ve Değişen MR Değerlerine Göre Metrekare Başına Maliyet (TL)

MR(psi) / T8.2(milyon)	5000	8000	10000	12000	14000	16000	18000	20000
3	70,38605	61,69645	56,26545	54,63615	51,70341	49,20515	47,57585	45,94655

Grafikten görüldüğü üzere 3 milyon T8.2 değerinde MR değeri arttıkça sathi kaplama maliyeti azalmaktadır (Grafik 1).

Grafik 1. T8.2 Değeri Ve Değişen MR Değerlerine Göre Metrekare Maliyet Değişimi



2.2. Esnek Kaplama

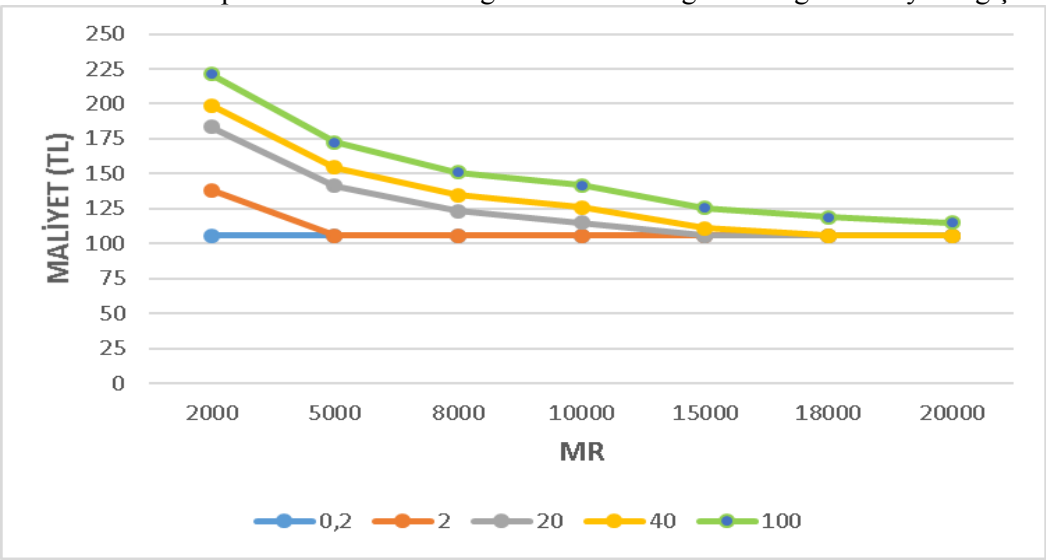
Esnek kaplama, bitümlü sıcak karışım (BSK) kaplaması olarak da kullanılmaktadır. BSK kaplaması alttemel, temel, bitümlü temel, binder ve aşınma tabakaları olarak tasarlanmaktadır. Bu tabloda esnek üstyapı kaplamasının kalınlıklara göre maliyetleri verilmektedir (Tablo 2). 25000-40000 MR değerlerinde KGM üstyapılar projelendirme rehberine göre alttemel verilmemekte, plent-miks temele 5 cm ilave edilmektedir (Tablo 2).

Tablo 2. Esnek üstyapı kaplamanın kalınlıklara göre maliyetleri

	(m²) Maliyet(TL)							
MR(psi) / T8.2(milyon)	2000	5000	8000	10000	15000	18000	20000	25000-40000
0,2	105,525	105,525	105,525	105,525	105,525	105,525	105,525	95,41
0,5	115,3943803	105,525	105,525	105,525	105,525	105,525	105,525	95,41
1	126,6423991	105,525	105,525	105,525	105,525	105,525	105,525	95,41
1,5	133,4336557	105,525	105,525	105,525	105,525	105,525	105,525	95,41
2	138,4209848	105,525	105,525	105,525	105,525	105,525	105,525	95,41
10	168,8755262	129,6135738	112,2109788	105,525	105,525	105,525	105,525	95,41
15	177,1523702	136,4048305	118,3655551	110,3009378	105,525	105,525	105,525	95,41
20	183,5191732	141,4982729	123,2467708	114,9699268	105,525	105,525	105,525	95,41
25	187,9759354	145,5305815	126,4301723	118,1533283	105,525	105,525	105,525	95,41
30	192,2204708	148,9262098	129,6135738	121,1245031	106,480856	105,525	105,525	95,41
35	195,8283258	151,6851578	132,1602951	123,6712243	108,8153505	105,525	105,525	95,41
40	199,0117274	154,4441058	134,4947895	125,793492	110,9376182	105,525	105,525	95,41
50	204,3173966	158,4764145	138,3148714	129,4013471	114,3332465	107,7542	105,525	95,41
60	208,561932	162,0503133	141,6043863	132,5847486	117,2407532	110,6829	106,9053	95,41
70	212,5305726	165,1106233	144,4694477	135,3436966	119,6389157	113,0599	109,2398	95,41
80	215,8837555	167,8143923	146,8039422	137,4659643	121,7611834	115,1822	111,3621	95,41
90	218,7488169	170,1488868	148,9262098	140,0126855	123,6712243	116,88	113,0599	95,41
100	221,5077649	172,4833812	151,0484775	141,7104997	125,5812652	118,79	114,8638	95,41

Verilen grafikte 0,2 milyon, 2 milyon, 20 milyon, 40 milyon ve 100 milyon T8.2 değerlerinin değişimi görülmektedir. MR değeri arttıkça T8.2 değerlerine göre maliyet azalmaktadır (Grafik 2).

Grafik 2. Esnek kaplamada sabit T8.2 değerlerinin MR değerlerine göre maliyet değişimi



2.3. Beton Kaplama

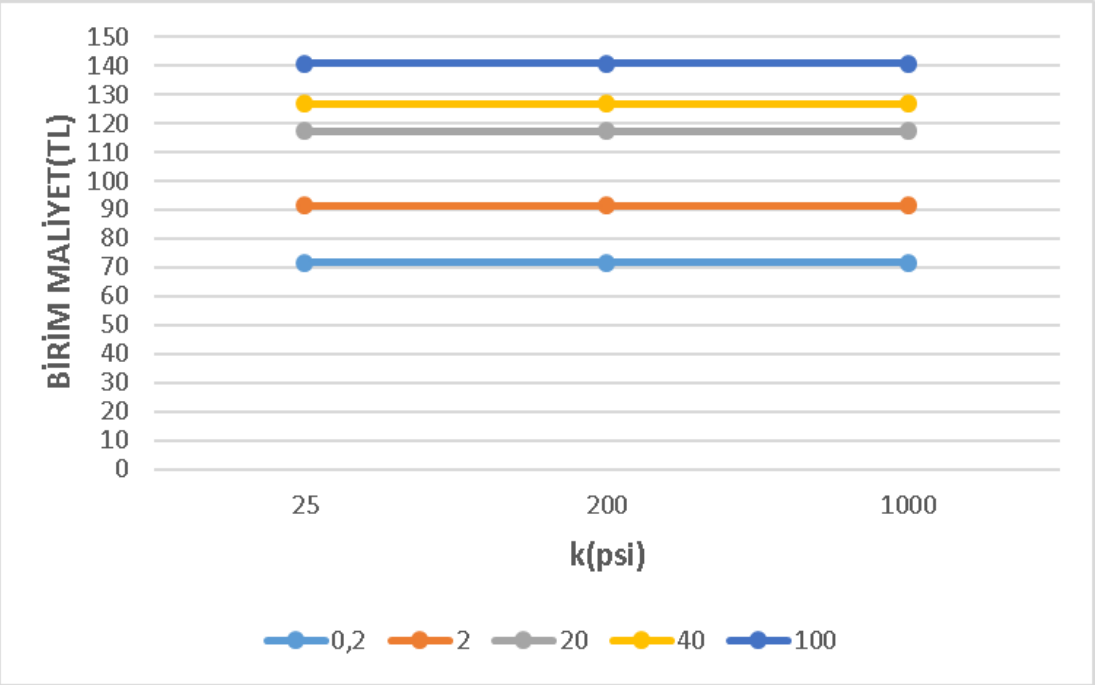
Beton kaplama, alttemel ve beton plak kaplaması olarak tasarlanmaktadır. Yapılan çalışmada beton kaplama altına alttemel olarak 20cm plent-miks alttemel kullanılmaktadır. Plent-miks alttemel fiyatı beton plaka birim fiyatına eklenerek metrekare maliyet hesabı yapılmaktadır. Tabloda 20 k, 200 k ve 1000 k değerleri alınarak değişimin daha açık şekilde görülmesi sağlanmaktadır (Tablo 3).

Tablo 3. k ve T8.2 değerlerine göre metrekare birim maliyet

k(psi) / T8.2(milyon)	25	200	1000
0,2	71,53719582	71,53715794	71,5371117
0,5	78,83091576	78,83087717	78,83083061
1	84,85121921	84,85120559	84,85120428
1,5	88,58420276	88,58415778	88,58411785
2	91,33809411	91,33797838	91,33747332
10	108,6736676	108,6736262	108,6731937
15	113,6399335	113,6398894	113,6398455
20	117,329435	117,3293879	117,3293403
25	120,2905435	120,2905007	120,2904537
30	122,7765798	122,7765349	122,7764905
35	124,9265258	124,9264774	124,9264277
40	126,8252753	126,8252302	126,825184
50	130,075485	130,0754382	130,0753909
60	132,8046623	132,8046125	132,8045609
70	135,1651211	135,1650731	135,1650227
80	137,2499407	137,2498923	137,2498413
90	139,120361	139,1203125	139,1202615
100	140,8189245	140,8188765	140,818825

Grafikte değişen k değerine göre T8.2 maliyet değerlerinde gözle görülür bir değişimin olmadığı görülmektedir (Şekil 3.12).

Şekil 3.12. Rijit kaplamada sabit T8.2 değerleri ve değişen k değerlerine göre metrekare maliyet değişimi



3. SONUÇ VE TARTIŞMA

Sonuç olarak, kaplama kalınlıklarının MR ve T8.2 değerlerine göre karşılaştırması yapılmaktadır. Grafikten de anlaşılacağı üzere aynı değerler baz alındığında birim maliyet açısından en ucuz kaplama sathi kaplama olarak görülmektedir. Beton kaplama en pahalı kaplama türü olmaktadır. Esnek kaplamanın iyi zemin değerlerinde beton kaplama ile paralel şekilde maliyetlendiği görülmektedir.

Sathi kaplamalı üstyapılar en ucuz üstyapı tipidir. Fakat uzun dönemde çok fazla bakım masrafı gerektirmektedir, böylece en pahalı üstyapı çeşidi olabilmektedir. Beton kaplamalı üstyapılarda kaplama kalınlığı arttıkça, maliyet de artmaktadır. Eşdeğer biçimde sıcak karışım asfalt kaplamada da tabakaların kalınlıkları artarken maliyetleri artmaktadır. Bu durumda ekonomik olarak beton kaplamalı üstyapılar yerine esnek kaplamalı üstyapılar tercih edilebilmektedir. Bu makalenin üstyapı kaplama dizaynında uygun kaplama türünün seçimi için yol göstermesi amaçlanmaktadır.

KAYNAKÇA

Çalışıcı, M., Koç, E., & Cansız, Ö. F. (2017). Katyonik Asfalt Emülsiyon Stabilizasyonlu Zeminin Esnek Üstyapı Tabaka Kalınlığına Etkisi. Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 32(2), 231–238.

Çalışıcı, M., Gürü, M., Çubuk, M. K., & Cansız, Ö. F. (2018). Improving the aging resistance of bitumen by addition of polymer based diethylene glycol. Construction and Building Materials, 169, 283–288.

Çalışıcı, M. (2018). The Effect of Bitumen Stabilized Subgrade on Cost of the Flexible Pavement. International Journal of Advanced Engineering Research and Science, 5(11), 6–8.

Edis, E. (2007). Asfalt Ve Beton Kaplamalı Yolların Maliyet Yönünden Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, İnşaat Mühendisliği, Mustafa Kemal Üniversitesi, Antakya, Türkiye

Giriş, Ü. (2007). Esnek üstyapılar ile rijit üstyapıların teknik ve ekonomik yönden karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Civil Engineering, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye.

Kaşak, S., Komut, M., Altıok, Ş., (2019).Ülkemiz Karayolları İçin Beton Yol Projelendirme Rehberi Çalışmaları Ve Beton Sınıfına Bağlı Beton Plak Kalınlıkları 1.Beton Yollar Kongresi ve Sergisi, Ankara, Türkiye.

Kuloğlu, N., Kök, B. V., Yılmaz, M., Tanyıldızı, M. (2011). AASHTO Metodunda Rijit Üstyapı Kaplama Kalınlığına Etki Eden Parametrelerin İncelenmesi 6th International Advanced Technologies Symposium (IATS'11), Elazığ, Turkey.

Presentation ID / Sunum No= 63

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0000-0003-1638-4304

Atık Lastik Katkılı Kendiliğinden Yerleşen Betonun Taze ve Sertleşmiş Özellikleri: Bir Derleme

Arş. Gör. Dr. Serkan Etli[1], Arş. Gör. Dr. Osman Hansu[2]

[1] *Munzur Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü,*
serkanetli@munzur.edu.tr
[2] *Gaziantep Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü,*
o_hansu@hotmail.com

Özet

Son yüzyılda hurda lastiklerin imha edilmesi önemli bir çevre sorunu haline gelmiştir. Hurda lastiklerinin atıl haldeki yüksek hacimli durumda depolanması, geri dönüşüme uğramaması veya uygun şekilde imha edilmemesi durumunda önemli sağlık ve çevre sorunlarına neden olmaktadır. Bu sorunun üstesinden gelmenin yolu uzun süredir araştırılmaktadır. İnşaat mühendisliği açısından bu tür atıkların çevreden uzaklaştırılmasının bir yolu da inşaat mühendisliği altyapısında kullanılması olarak son yıllarda teorik ve uygulamalı olarak incelenmektedir. Bu çalışmalarda betonda agrega olarak ömrünü tamamlamış atık lastiklerin parçalanmasından elde edilen granüline lastikler popülerlik kazanmıştır. Kendiliğinden yerleşen beton (KYB), masif veya düzensiz geometrinin yer aldığı birçok beton / betonarme yapısında kullanılmıştır. Atık lastiklerin granüle hale gelmesi ile elde edilen kauçuk agrega (KA) ve KYB kombinasyonu, çevresel faktörler altında geleneksel beton ile karşılaştırıldığında daha dirençli ve ekonomik açıdan daha uygun olan kendiliğinden yerleşen kauçuklaştırılmış beton (KYKB) adı verilen yeni bir kompozit karışım oluşturulmaktadır. Beton karışımlarına KA ilavesinin betonun mekanik özelliklerde mukavemet kaybına neden olduğu ve işlenebilirliğini etkilediği literatürde çok sayıda araştırmacı tarafından gösterilmiştir. Bu etkilerin minimize edilmesi için değişik türde fiber kullanılması, kimyasal katkılar eklenmesi ya da kullanılacak olan KA'nın ön işlemden geçirilmesi yolu ile KYKB'nun taze ve mekanik özelliklerinin geliştirilmesi literatürdeki çok sayıda araştırmacı tarafından incelenmiştir. KYKB uygulama açısından çok geniş bir yelpazeye sahiptir. KYKB mekanik davranışı ve özellikleri nedeniyle gürültü azaltma kaplamalarının yapımında yaygınlaşmaktadır. Ayrıca KYKB, hareketi makineler için temel tamponlarında, tren istasyonlarındaki titreşim damperlerinde veya darbelere karşı dirençte yardımcı olarak kullanılabilir. Sonuç olarak, atık lastik kauçuğunun betonda, özellikle kendiliğinden yerleşen betonun kullanılması hem çevresel hem de ekonomik faydalara sahiptir. Bu çalışma kapsamında KYKB ile ilgili son yıllarda yapılan çalışmalar incelenmiş ve literatürde araştırmacılarca yapılan çalışmalar sonucunda elde edilen KYKB'larına ait taze ve sertleşmiş özellikler ile ilgili bir özet sunulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Öğütülmüş Atık Lastik Parçacıkları, Atık Yönetimi, Kendiliğinden Yerleşen Beton, Mekanik Özellikler, Taze Özellikler

Fresh and Hardened Properties of Self-Compacting Concrete With Waste Tire: A Review

Abstract

Disposal of scrap tires has become an important environmental problem in the last century. Storing large volumes of scrap tires unused causes significant health and environmental problems if not recycled or disposed of properly. The way to overcome this problem has been explored for a long time. In terms of civil engineering, one way of removing such wastes from the environment has been studied theoretically and practically in recent years, such as their use in civil engineering infrastructure. In these studies, granular tires obtained from the shredding of waste tires that have completed their life as aggregate in concrete have gained popularity. Self compacting concrete (SCC) is used in many concrete/reinforced concrete structures with massive or irregular geometry. The combination of rubber aggregate (RA) and SCC, obtained by granulating waste tires, creates a new composite mixture called self-compacting rubberized concrete (SCCRC), which is more durable and economically more economical than conventional concrete under environmental factors. It has been shown by many researchers in the literature that the addition of RA to concrete mixtures causes a loss of strength in the mechanical properties of concrete and affects its workability. SCCRC has a wide range of applications. SCCRC is becoming common in the construction of noise-reducing coatings due to its mechanical behavior and properties. In addition, SCCRC can be used in foundation buffers for motion machinery, vibration dampers in train stations or as an aid to shock resistance. In conclusion, the use of waste tire rubber in concrete, especially self-compacting concrete, has both environmental and economic benefits. Within the scope of this study, studies on SCCRC in recent years were examined and a summary of the fresh and hardened properties of SCCRCs obtained from studies conducted by researchers in the literature was presented.

Keywords: Milled Waste Tire Particles, Waste Management, Self Compacting Concrete, Mechanical Properties, Fresh Properties.

Giriş

Atık lastik kauçuğunun imhası, dünyanın tüm bölgelerinde çevreye verdiği zarar açısından önemli bir sorun haline gelmiştir. Dünyada yılda 1.5 milyar araç lastiği üretildiği tahmin edilmektedir (Shen vd., 2013; Siddique ve Naik, 2004; Thomas ve Gupta, 2016). Her yıl milyonlarca lastik doğaya gelişi güzel atılıyor veya tüm dünyada imha etmek için gömülmekte bu durum ise ekoloji için çok ciddi bir tehdit oluşturmaktadır. Her yıl yaklaşık 1 milyar araç lastiğinin kullanım ömrünü tamamladığı ve bunun %50'sinden fazlasının geri dönüşüme uğramadan çöplere atıldığı tahmin edilmektedir. 2030 yılına gelindiğinde, bu sayının yılda 1.2 milyara ulaşması beklenmektedir. Sonuç olarak depolanan lastikler de dahil olmak üzere düzenli olarak atılacak yıllık 5 milyar araç lastiğine ulaşılacağı tahmin edilmektedir (Azevedo vd., 2012; Eiras vd., 2014; Shu ve Huang, 2014; Thomas ve Gupta, 2016). Lastik Üreticileri Birliği (*Rubber Manufacturers Association*, 2010) tarafından üretilen verilere göre; ABD'de her yıl 230 milyondan fazla hurda lastiği üretiliyor ve bunların yaklaşık 75 milyonu stoklanmış durumda. Hindistan senaryosu göz önüne alındığında ise, atılan lastiklerin toplam sayısının iki kez tekrar kaplandıktan sonra yılda 112 milyon olacağı tahmin edilmektedir (Bora, 2010; Li vd., 2014). Avrupa Lastik ve Lastik Üreticileri Birliği, 2009 yılında 3.2 milyon ton kullanılmış lastik atıldığını tahmin etmektedir. Geri kazanım oranı %96 olarak hesaplanmış, bunun %18'i sahadan geri çekildi ya da tekrar kullanıldı, %38'i geri dönüştürüldü ve %40'ının ise enerji üretimi için kullanıldığını bildirilmektedir (Bravo ve De Brito, 2012).

Atılan lastikler, karbon karası üretmek, toprak dolgusu, yakma, yakıt olarak kullanım, piroliz, vb. gibi çeşitli yöntemlerle bertaraf edilir. Stoklanmış bu atık lastikler ayrıca hava, su ve toprak

kirliliği nedeniyle birçok sağlık, çevresel ve ekonomik risk türü sunmaktadır (Abdullahi vd., 2011; Benazzouk vd., 2006; Eldin ve Senouci, 1994). Lastikler özel şekli ve geçirimsiz doğası nedeniyle daha uzun süre suyu depolar oluşturdukları bu ortam ise sivrisinekler ve çeşitli zararlılar için üreme habitatı oluşturur. En kolay ve en ucuz elden çıkarma yöntemi olan lastik yakılması ise ciddi tehlikelere neden olur (Abdullahi vd., 2011; Benazzouk vd., 2006; Gesoğlu ve Güneyisi, 2011; Thomas vd., 2013). Yakılarak imha esnasında alandaki sıcaklık aşırı yükselir ve potansiyel olarak zararlı bileşiklerin yer aldığı emisyonları içeren zehirli duman kontrol edilemez. Oluşan bu duman insanlar, hayvanlar ve bitkiler için çok tehlikelidir. Lastikler, stiren ve bütadien gibi petrokimyasal hammaddelerden üretilmektedir. Yanan lastikler stiren ve birkaç benzen bileşiği açığa çıkarır. Butadien, yanma sırasında stiren-bütadien polimerinden salınabilecek yüksek oranda kanserojen bir dört-karbonlu bileşiktir. Yanma sonucunda yayılan havadaki kirleticiler, görüşü bozan ve boyalı yüzeyleri kirleyen yoğun siyah dumandan yayılırlar. Toksik gaz emisyonları, poliromatik hidro karbonları, CO, SO2, NO2 ve HCl'yi içerir. Yandıktan sonra kalan artık toz toprağı kirletir. Pirolizin dezavantajı, atmosferini kirleten karbon karası tozu üretmesidir.

Atık lastiklerin yakıt olarak kullanılması ekonomik olarak cazip değildir. Lastiklerden üretilen karbon siyahı daha pahalıdır ve petrol ürünlerinden üretilenlere kıyasla daha düşük kalitededir. Lastik kauçuğu, geoteknik işler, yol yapımında, tarımda siloların kapatılması, karada ve denizde dalgakıranlarda, gemilerin çarpma etkisini tamponlamak için liman ve haliçlerdeki duvarlarında inşaat ve inşaat mühendisliği uygulamalarında kullanılabilir. Ayrıca çimento fırınlarında yakıt olarak, elektrik üretimini için yakılmasını, deniz ortamlarında resif olarak veya çimento esaslı ürünlerde agrega olarak da kullanılmaktadır. Yine de, dünyanın her yerinde milyonlarca lastik gömülüyor, atılıyor ya da yakılıyor (Bravo ve De Brito, 2012; Oikonomou ve Mavridou, 2009; Pacheco-Torgal vd., 2012; Segre ve Joekes, 2000).

Atık lastik kauçuğunun kullanımı için olası çözümlerden biri de beton üretiminde kullanılan doğal agregaların bir miktarı yerine kauçuk agrega (KA) kullanmaktır. Bu girişim, atık lastikleri geri dönüşüm olarak depolanması yoluyla çevre kirliliğini önlemeye yardımcı olduğundan çevre dostu bir yaklaşımdır. Ayrıca, lastikler ile oluşan yangınları önleyerek karbondioksit emisyonunu azaltmaya da yardımcı olur. Bu süreç aynı zamanda ekonomik de olmaktadır çünkü pahalı doğal agregaların bir kısmı yerine KA kullanılarak hem agrega daha az kullanılmış olacak hem de atık lastikler tüketilecektir (Bravo ve De Brito, 2012; Oikonomou ve Mavridou, 2009; Pacheco-Torgal vd., 2012; Segre ve Joekes, 2000).

KYB, betonun kalıba yerleştirilmesinde sağladığı üstün özellikler sayesinde beton teknolojisinde bir devrim olarak bilinir. KYB kendi ağırlığı altında ayrışmadan kalıp içerisinde elastik aktığından, beton kalıba rahatlıkla yerleşmekte ve sonuç olarak sıkıştırmak için herhangi bir harici titreşime gerek kalmamaktadır. İşlenebilirliğinin yüksek olması ile öne çıkan KYB, 1980'lerin sonlarında Japonya'da ortaya çıkmıştır (Nagamoto N., 1997). Geliştirilen bu teknoloji ile, KYB ayrışma olmaksızın dar ya da sık donatılı kalıplar içerisinde kendi ağırlığı altında rahatça yayılabilmektedir. Bu malzemenin, yüksek akış kabiliyeti ve ayrışma karşı dirençli olmasını sağlayan geliştirilmiş viskoziteyi sağlamak için düşük bir akma değerine sahip olmalıdır. Daha da önemlisi, KYB uzun süreli dayanıklılığı ve yeterli yapısal performansı sağlamak için nakliye, yerleştirme ve sertleştirme işlemleri sırasında homojenliğini korumalıdır. KYB başarılı bir şekilde geliştirilirse, stabilite ve deforme olabilirlik arasında uygun bir denge sağlanabilir. Literatürde KYB'nin karışım oranını belirlemek için bazı kurallar vardır; (i) agreganın çimentolu malzemeye hacim oranını azaltmak; (ii) hamur hacmini ve su-çimento oranını arttırmak; (iii) maksimum kaba agrega partikül ebadını ve toplam hacmini dikkatli bir şekilde kontrol etmek; ve (iv) farklı viskozite arttırıcı katkıların yararlanılması gerekmektedir (Hilal, 2017; Khayat vd., 2006; Nagamoto N., 1997). Kauçuklu betonun (KAB) mukavemet, kullanışlılık ve taze özelliklerinin, lastik türlerinin ve lastik artıklarının büyüklüğü ve miktarına göre değişimi, son yirmi yılda birçok çalışmacı tarafından yapılan deneysel çalışmalar ile araştırılmıştır (Hilal, 2017; Petersson vd., 1996). KAB'un ani etkilere maruz kalan yapısal elemanlar için mükemmel bir malzeme olduğu ve bunun için yol temelleri, jarse bariyerleri ve köprü bariyerleri gibi kuvvetten daha ziyade

tokluk veya deforme olabilirliğin daha önemli olduğu yapılarda kullanılabileceği ortaya konmuştur. Spesifik olarak, KAB titreşimi en aza indirgemesi ve darbe enerjisini geleneksel betondan daha fazla emebilmesi gibi bazı dinamik özelliklere sahiptir.

Atık lastiklerden elde edilen kauçuk agregaları KYB'a dahil edildiğinde, KYB den farklı taze ve mekanik özelliklere sahip yeni bir karışım üretilir, bu karışım çevresel etkilerden kaynaklı tahribata dirençli ve ekonomik olarak KYB dan daha değerli olan kendiliğinden yerleşen kauçuk agregalı beton (KYKAB) olarak adlandırılmaktadır. Bu derlemede son yıllarda KYKAB ile alakalı yapılan deneysel çalışmaların bir özeti sunulacaktır.

KYKAB'un mekanik özellikleri

Hilal (Hilal, 2017) KA boyutu ve içeriğinin kendiliğinden yerleşen betonun sertleştirilmiş özellikleri üzerindeki etkisini incelemiştir. Bu amaçla, çalışmasında KYB karışımları, su/bağlayıcı oranını 0.35 ve bağlayıcı miktarını da 520 kg/m^3 olarak seçmiş ve sabit tutmuştur. KYB karışımlarına ayrıca F sınıfı uçucu külü çimento ağırlığınca %30 olarak ikame etmiştir. Çalışma kapsamında KA içeriği 6, 5, 10, 15, 20 ve %25 oranında belirlenmiş ve bu oranların her biri üç farklı boyutta No. 18, No. 5 ve karışık boyutta olarak kullanılmıştır. KYB'nin sertleştirilmiş özellikleri, basınç dayanımı, yarmada çekme dayanımı, eğilme, elastikiyet modülü, kırılma enerjisi ve bağlanma dayanımı açısından incelenmiştir. Bu çalışmada kapsamında 90 gün boyunca yapılan basınç dayanım testleri sonucunda 39.28 MPa ila 72.44 MPa arasında değişen basınç dayanımı değerleri elde edildi. Elde edilen sonuçlara göre, KA kullanımı, kendiliğinden yerleşen betonların sertleştirilmiş özellikleri üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olasında rağmen süneklilik açısından tüm KA tiplerinin için elde edilen KYB'lerde önemli bir gelişme yakalanmıştır. Bu çalışma kapsamında KA eklenerek üretilen KYB'lerin basınç dayanımının 30 MPa' dan daha fazla olarak kolayca üretilebileceği gösterilmiştir. Basınç dayanımı sonuçlarına göre KYB üretiminde KA kullanımının, basınç dayanımını KA kullanım oranı ile orantılı olarak azalttığı sonucunu göstermiştir. Ayrıca, kaba KA kullanımı, kendiliğinden yerleşen betonun basınç dayanımını, ince KA'dan daha fazla azaltmıştır. Statik elastik modül, artan KA ebadı ve içeriği ile hem basınç hem de yarma çekme kuvvetlerinde gözlemlenene benzer şekilde azalmıştır. En yüksek kırılma enerjisi sonucu kontrol karışımından elde edildi ve kırılma enerjisinin sistematik olarak azalması kauçuk içeriği arttıkça gözlendi. Betonun sünekliliğinin bir ölçüsü olan karakteristik uzunluk, KA hacmi fraksiyonunun arttırılmasıyla önemli ölçüde arttırılmıştır. Hilal (Hilal, 2017) tarafından elde edilen bulgular incelendiğinde;

- Kontrol karışımının net eğilme dayanımı en yüksek değeri vermiştir.Ancak, No.5 KA ile üretilen kendiliğinden yerleşen betonlar en düşük net eğilme mukavemetini verirken, No.18 KA ile üretilenler en yüksek net eğilme mukavemetini vermiştir.
- En yüksek kırılma enerjisi sonucu kontrol karışımından elde edildi ve kırılma enerjisinin sistematik olarak azalması KA içeriği artması ile gözlendi. En yüksek kırılma enerjisi değeri, doğal ince agrega % 5 No.18 KA ile değiştirilirken elde edilmiş, en düşük değer ise doğal ince agrega % 25 No.5 KA ile değiştirildiğinde elde edilmiştir. KA kullanılarak üretilen KYKAB da en verimli sonuçlar kırılma enerjisi ölçümlerinde elde edilmiştir.
- Betonun sünekliliğinin bir ölçüsü olan karakteristik uzunluk, KA hacmi fraksiyonunun arttırılmasıyla önemli ölçüde arttırılmıştır. Tüm KA tiplerinin eklenmesiyle önemli bir gelişme sağlanmışken, süneklik için en iyi değer % 25 karma KA kullanılması ile üretilen KYKAB dan elde edilmiştir.

KYKAB'nin yüksek sıcaklık etkisi altındaki özellikleri

Farhad ve ark. (Aslani ve Khan, 2019) tarafından yapılan deneysel çalışmada yüksek sıcaklıkların KYKAB üzerindeki yüksek sıcaklık sonrasındaki kalıcı özelliklerinin değişimi incelenmiştir. Çalışma kapsamında incelenen özellikler basınç ve çekme dayanımı, elastisite modülü, kütle kaybı ve dağılma yoğunluğu dur. Bu çalışmada, 2-5 mm ve 5-10 mm KA'ları, % 10, % 20, % 30 ve % 40 hacim oranlarında KYB'daki doğal agregalar ile ikameli olarak kullanıldı. 2-5 mm KA ile ince agrega ve 5-10 mm KA ile kaba agrega hacimsel olarak yer değiştirilmiştir. Yüksek sıcaklık etkisi ardından KYKAB'a ait kalıcı özellikler, 100x200 mm silindirik numunelerin 100 °C, 300 °C ve 600 °C sıcaklıklar uygulanmasının ardından test edilmiştir. Sonuçlar, bir agrega olarak KA'nın Hilal (Hilal, 2017) tarafından da elde edildiği gibi deformasyonu ve enerji emilimini arttırdığını ancak işlenebilirliği ve mekanik özellikleri azalttığını göstermiştir. Deneysel verilere göre yüksek sıcaklık etkisi altında, 2-5 mm KA ile üretilen KYKAB karışımlarının, 5-10 mm lik KA ile elde edilen karışımlardan daha az miktarda dağıldığını göstermektedir. 600 °C'lik bir sıcaklıkta % 40'lık değiştirme oranlarında her iki KA boyutu ile hazırlanan KYKAB için büyük miktarda kütlesel dökülmelerin meydana geldiği elde edilmiştir. Farhad ve ark. (Aslani ve Khan, 2019) tarafından elde edilen bulgular incelendiğinde;

- Artık 2-5 mm ve 5-10 mm KA ile %10 ve %20 ikame oranında üretilen KYKAB 300 °C sıcaklık sonrasında kalıcı basınç ve çekme dayanımı sonuçları, 20 °C'deki sonuçlarından daha yüksektir.
- En düşük kalıcı basınç ve çekme dayanımı 2-5 mm ve 5-10 mm KA ile elde edilen KYKAB serilerinde % 40 KA oranı için elde edilmiştir.
- 600 °C'de KYKAB'un basınç ve çekme dayanımında yüksek bir azalma gözlenmiştir, bunun sebebi esas olarak çimento hamuruna ait matrisin gözenekliliğini artıran KA yanması olarak gösterilmiştir. Ayrıca yine bu sıcaklıkta % 40 oranında 5-10 mm KA ile üretilen KYKAB'lar parçalar halinde dağılmış ve numuneler kullanılmaz hale gelmiştir.
- Maksimum elastisite modülü 100 °C'de elde edilmiş ve sıcaklık arttıkça da azalmıştır. Sunulan sonuçlar, artan sıcaklıklarla elastisite modülü kaybının, basınç kuvvetindeki azalmadan çok daha büyük olduğunu göstermektedir.

KYKAB'nin reolojik ve durabilite özellikleri

Saman ve ark. (Rahat Dahmardeh vd., 2019) yaptıkları çalışmada, KA ile kaba ve ince agregaların kısmen ikame edilmesi ile elde edilen KYKAB'a ait reolojik, mekanik ve dayanıklılık özelliklerinin değişimini araştırmıştır. Çalışma kapsamında, on yedi karışım üretilmiş ve karışımlarda ,% 5, 10, 15 ve 20 oranlarında KA ile doğal agregalar yer değiştirerek tasarlanmıştır. Reolojik ve mekanik özellikleri değerlendirmek için taze (Jring, L-box, çökme akışı, T_{50} süresi ve V-hunisi) ve sertleştirilmiş (basınç ve eğilme dayanımları ve ultrasonik darbe hızı) testlerini yapmışlardır. Ayrıca, asit korozyonuna karşı dayanıklılığı belirlemek için su emilimi ve sülfürik asit etkisi testleri yapılmıştır. Literatürdeki diğer araştırmacılara benzer şekilde (Aslani ve Khan, 2019; Hilal, 2017) işlenebilirliğin azalmasına ek olarak KYB'a KA eklenmesi, basınç ve eğilme mukavemetlerini azaltmış dahası ultrasonik darbe hızını da benzer şekilde düşürmüştür. Daha da önemlisi, durabilite deneyleri sonuçları, KA ikamesinin sülfürik asit saldırısına karşı KYB direncini önemli ölçüde artırabileceğini göstermiştir. Saman ve ark. (Rahat Dahmardeh vd., 2019) tarafından elde edilen bulgular incelendiğinde;

- KA'nın KYB karışımında kullanılması akışkanlık, doldurma kabiliyeti ve geçirme kabiliyeti üzerinde azalan bir etkiye sahiptir ve bu miktar yüksek miktarda KA için, kauçuk parçacıklarının boyutu azaldığında daha etkin olarak ortaya çıkmaktadır.

- Doğal agregaların % 0'dan % 20'ye kadar KA ile değiştirilmesi, UPV üzerinde negatif bir doğrusal etki sergilediği gözlemlenmiştir ve bu etkinin % 13'e kadar UPV değerinde azalma ile sonuçlandığı gösterilmektedir.
- KA'ların KYB'a hidrofobik yapısı ve sıfıra yakın su emilimini dikkate alarak eklenmesinden dolayı numunelerin su emiliminde önemli bir azalmaya neden olmaktadır. Atık malzemelerin miktarı arttıkça su emiliminin azaldığı deneysel olarak elde edilmiştir.
- KYB karışımlarının sülfürik asit saldırılarına karşı direnci, KA içeriği arttırılıp % 20 ikame oranına ulaştığında maksimum değere ulaşmaktadır. Kütle kaybı sonuçlarına göre KA içeren karışımlar için maksimum durabilite gelişimi kontrol karışımına göre % 48.7'dir. Dolayısıyla, KYKAB'lar agresif asidik ortamlarda kullanım için idealdir.

Güneyisi ve ark. (Güneyisi vd., 2016) yaptıkları çalışmada, Herschel–Bulkley ve modifiye Bingham modellerinin KA içeren taze kendiliğinden yerleşen betonun işlenebilirliğine ilişkin reolojik davranışı izlemek için kullanımını incelemişlerdir. Bu nedenle, KYKAB'lar üretildi. Üretilen KYKAB'lar sabit su-bağlayıcı oranı kullanılmıştır ve bu oran 0.35, bağlayıcı içeriği 520 kg/m^3'tür. F sınıfı uçucu kül, toplam bağlayıcı içeriğinin ağırlıkça % 30'u olarak KYKAB karışımlarında dâhil edilmiştir. Sırasıyla çeşitli seviyelerde doğal ince ve kaba agrega yerine iki tip atık hurda lastiğinden elde edilen KA, kırıntı lastiği ve lastik parçacıkları kullanılmıştır. Lastik yongaları ve üç farklı kademeli KA (No.18, No.5 ve karışık KA) ve % 5,% 10, % 15, % 20 ve % 25 gibi beş belirlenmiş KA içeriği deneysel parametreler olarak kabul edildi. Taze betonların işlenebilirliğine ilişkin reolojik davranış, ICAR reometresi kullanılarak incelenmiştir. Reometreden elde edilen tork-hız ilişkisi, Herschel-Bulkley ve modifiye Bingham modellerini deneysel verilere uygulayarak taze KYKAB reolojik davranışını karakterize etmek için kullanılmıştır. Sonuçlar, bu çalışmada üretilen KYB'ların shear thickening davranışı gösterdiğini ve KA içeriğinin arttırılmasının Herschel-Bulkley için daha yüksek 'n' değerleri ve modifiye Bingham modelleri için ise daha yüksek c/μ katsayılarıyla sonuçlandığını ortaya koymaktadır. Güneyisi ve ark. (Güneyisi vd., 2016) tarafından elde edilen bulgular incelendiğinde;

- Reometreden elde edilen veriler, doğal agreganın lastik parçacıklarla değiştirilmesinin aynı dönme hızında daha yüksek tork gerektirdiğini göstermiştir. Özellikle lastik parçacıkları kullanılması tork değerlerini önemli ölçüde arttırmıştır.
- Herschel-Bulkley ve modifiye Bingham modellerinin sonuçları, doğal agrega yerine % 0'dan % 25'e kadar KA kullanımının "n" (Herschel - Bulkley) değerleri ve c/μ (modifiye Bingham) katsayılarının artırılmasına yol açtığını göstermiştir. Bu artış, shear thickening göstergesidir.

KYKAB'nin eğilme yükü altında yorulma özellikleri

Chen ve ark. (Chen vd., 2019) yaptıkları çalışmada, maksimum gerilme seviyesi, yükleme sıklığı ve gerilme oranı etkilerine bağlı olarak, KYB ve KYKAB numunelerinin dört noktadan bükülme altındaki yorulma davranışları incelenmiştir. Hata döngülerinin sayısı, gerilme ve sertlikteki gelişmeler dikkate alındığında, KYKAB, KYB'a kıyasla yorulma davranışında ve deformasyon direncinde daha iyi sonuçlar göstermiştir. Ayrıca, yorulma ömürleri farklı olduğundan, KYB ve KYKAB'un yorulma ömürlerini iki parametreli Weibull dağılımı ile modellenmiştirler. Sonuçlara bakarak, yorgunluk ömrünü tahmin etmenin bir yolunu sağlayan çift logaritmik yorgunluk denklemleri belirlemiştirler. Chen ve ark. (Chen vd., 2019) tarafından elde edilen bulgular incelendiğinde;

- Dört noktalı bükülme altında, gerilme seviyesinin artması, yükleme sıklığının azalması ve gerilme oranının düşmesi ile KYB ve KYKAB'un yorulma ömürleri azalır. Ayrıca, tüm çalışma koşullarında, KYKAB'un ortalama yorulma ömrü

KYB'unkinden daha büyüktür. KA KYB'nin yorulma performansını etkili bir şekilde iyileştirildiği gösterilmiştir.

- Yorulma yükü altında KYB ve KYKAB'un gerilme ve sertliğinin gelişimini değerlendirmek için tokluk değerleri hesaplanmıştır. Analiz sonuçları, KYKAB'un daha iyi tokluğa sahip olduğunu göstermektedir.
- KA'ların KYB'ye uygulanmasının, deformasyon direncini arttırdığı görülmüştür.

Referanslar

Abdullahi, M., Eng Swee, J. T., Wong, G., Mohammed, B. S., ve Anwar Hossain, K. M. (2011). Properties of crumb rubber hollow concrete block. *Journal of Cleaner Production*, *23*(1), 57–67. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.10.035

Aslani, F., ve Khan, M. (2019). Properties of High-Performance Self-Compacting Rubberized Concrete Exposed to High Temperatures. *Journal of Materials in Civil Engineering*, *31*(5), 04019040. https://doi.org/10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0002672

Azevedo, F., Pacheco-Torgal, F., Jesus, C., Barroso De Aguiar, J. L., ve Camões, A. F. (2012). Properties and durability of HPC with tyre rubber wastes. *Construction and Building Materials*, *34*, 186–191. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2012.02.062

Benazzouk, A., Douzane, O., Mezreb, K., ve Quéneudec, M. (2006). Physico-mechanical properties of aerated cement composites containing shredded rubber waste. *Cement and Concrete Composites*, *28*(7), 650–657. https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2006.05.006

Bora, M. C. (2010). Sustainable Concrete with Scrap Tyre Aggregate. *Nbmcw*. https://www.nbmcw.com/tech-articles/concrete/20090-sustainable-concrete-with-scrap-tyre-aggregate.html?highlight=WyJzdXN0YWluYWJsZSIsInN1c3RhaW4iLCInc3VzdGFpbmFiaWxpdHknLCIsIidzdXN0YWluYWJsZScsIiwic3VzdGFpbmFiaWxpdHknIiwiY29uY3JldGUiLCJjb25jcmV0IiwiY29uY3

Bravo, M., ve De Brito, J. (2012). Concrete made with used tyre aggregate: Durability-related performance. *Journal of Cleaner Production*, *25*, 42–50. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.11.066

Chen, X., Liu, Z., Guo, S., Huang, Y., ve Xu, W. (2019). Experimental study on fatigue properties of normal and rubberized self-compacting concrete under bending. *Construction and Building Materials*, *205*, 10–20. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.01.207

Eiras, J. N., Segovia, F., Borrachero, M. V., Monzó, J., Bonilla, M., ve Payá, J. (2014). Physical and mechanical properties of foamed Portland cement composite containing crumb rubber from worn tires. *Materials and Design*, *59*, 550–557. https://doi.org/10.1016/j.matdes.2014.03.021

Eldin, N. N., ve Senouci, A. B. (1994). Measurement and prediction of the strength of rubberized concrete. *Cement and Concrete Composites*, *16*(4), 287–298. https://doi.org/10.1016/0958-9465(94)90041-8

Gesolu, M., ve Güneyisi, E. (2011). Permeability properties of self-compacting rubberized concretes. *Construction and Building Materials*, *25*(8), 3319–3326. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2011.03.021

Güneyisi, E., Gesoglu, M., Naji, N., ve Ipek, S. (2016). Evaluation of the rheological behavior of fresh self-compacting rubberized concrete by using the Herschel-Bulkley and modified Bingham models. *Archives of Civil and Mechanical Engineering*, *16*(1), 9–19. https://doi.org/10.1016/j.acme.2015.09.003

Hilal, N. N. (2017). Hardened properties of self-compacting concrete with different crumb rubber size and content. *International Journal of Sustainable Built Environment*, *6*(1), 191–206. https://doi.org/10.1016/j.ijsbe.2017.03.001

Khayat, K. H., Ghezal, A., ve Hadriche, M. S. (2006). Utility of statistical models in proportioning self-consolidating concrete. *Materials and Structures*, *33*(5), 338–344. https://doi.org/10.1007/bf02479705

Li, L., Ruan, S., ve Zeng, L. (2014). Mechanical properties and constitutive equations of concrete containing a low volume of tire rubber particles. *Construction and Building Materials*, *70*, 291–308. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.07.105

Nagamoto N., O. K. (1997). *Mixture properties of Self-Compacting, High-Performance Concrete*. 623-637.

Oikonomou, N., ve Mavridou, S. (2009). Improvement of chloride ion penetration resistance in cement mortars modified with rubber from worn automobile tires. *Cement and Concrete Composites*, *31*(6), 403–407. https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2009.04.004

Pacheco-Torgal, F., Ding, Y., ve Jalali, S. (2012). Properties and durability of concrete containing polymeric wastes (tyre rubber and polyethylene terephthalate bottles): An overview. *Construction and Building Materials*, *30*, 714–724. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2011.11.047

Petersson, Ö., Billeberg, P., ve Van, B. (1996). A model for Self-Compacting Concrete. *Production Methods and Workability of Concrete*, 483–492.

Rahat Dahmardeh, S., Sargazi Moghaddam, M. S., ve Mirabi Moghaddam, M. H. (2019). Effects of waste glass and rubber on the SCC: rheological, mechanical, and durability properties. *European Journal of Environmental and Civil Engineering*. https://doi.org/10.1080/19648189.2018.1528891

Rubber Manufacturers Association. (2010). 24–26.

Segre, N., ve Joekes, I. (2000). Use of tire rubber particles as addition to cement paste. *Cement and Concrete Research*, *30*(9), 1421–1425. https://doi.org/10.1016/S0008-8846(00)00373-2

Shen, W., Shan, L., Zhang, T., Ma, H., Cai, Z., ve Shi, H. (2013). Investigation on polymer-rubber aggregate modified porous concrete. *Construction and Building Materials*, *38*, 667–674. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2012.09.006

Shu, X., ve Huang, B. (2014). Recycling of waste tire rubber in asphalt and portland cement concrete: An overview. *Construction and Building Materials*, *67*(PART B), 217–224. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.11.027

Siddique, R., ve Naik, T. R. (2004). Properties of concrete containing scrap-tire rubber - An overview. *Waste Management*, *24*(6), 563–569. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2004.01.006

Thomas, B. S., Damare, A., ve Gupta, R. C. (2013). Strength and durability characteristics of copper tailing concrete. *Construction and Building Materials*, *48*, 894–900. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.07.075

Thomas, B. S., ve Gupta, R. C. (2016). A comprehensive review on the applications of waste tire rubber in cement concrete. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *54*, 1323–1333. https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.10.092

Presentation ID / Sunum No= 58

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0000-0003-4249-7791

Saha Doğrulaması İçin Asfalt Kaplamaların Su Emme ve Sıkışma Düzeyleri Arasındaki İlişkinin İncelenmesi

Dr. Öğretim Üyesi Yavuz Abut[1]

[1]*Yalova University, Faculty of Engineering, Department of Transportation Engineering*
yavuz.abut@yalova.edu.tr

Özet

Çevresel koşullara ve trafiğe dayanıklı bir asfalt betonu kaplama yapımında, karışımın doğru şekilde tasarlanması ve serme işlemlerinden sonra uygun ekipmanlarla sıkıştırılması zorunludur. Bitmiş bir kaplamada hava boşluğu miktarı ve boyutları belirli bir limitin üzerindeyse ve özellikle boşluklar birbirine bağlıysa, hava ve su girişi kaplamanın hizmet ömrünü özellikle ıslanma-kuruma ve donma-çözülme etkileri nedeniyle olumsuz etkileyebilmektedir. Bu nedenle, bitmiş bir kaplamada sıkışma düzeyinin belirli bir limit içerisinde kalması çeşitli şartnamelerce şart koşulmaktadır. Sahadaki minimum yığın yoğunluğu, tipik olarak laboratuvarda sıkıştırılmış yığın yoğunluğunun %96 ila %100'ü arasında değişmektedir. Ayrıca, Türkiye karayolu inşaatlarında amir bir şartname olan KTŞ 2013'e göre, bir günlük imalattan alınmış 10-15 cm çapındaki karot numunelerinin ortalama yoğunluğu, işyeri karışım yoğunluğunun %98'inden, tekil yoğunluğu ise %96'sından aşağı olmamalıdır. Geçirimli boşluklar nedeniyle kaplamaya sızan ve ıslanma-kuruma ve donma-çözülme çevriminde kaplamaya zarar verecek olan su miktarına ise bir sınırlandırma getirilmemiştir. Buna karşın, AASHTO T 283'e uygun olacak şekilde hazırlanan numunelerin, sudan kaynaklanan bozulmalara karşı direncin tespitinde, İndirekt Çekme Mukavemeti (İÇM) deneyi uygulanmaktadır. Fakat bu deney oldukça teferruatlı bir deney olduğu için icra edilmesi her proje, laboratuvar ve profesyonel düzeyinde mümkün olamamaktadır. Bu çalışmada, Kocaeli Büyükşehir Belediyesi sorumluluğunda bulunan asfalt yol ağından, Bitümlü Temel, Binder ve Aşınma tipi karot örnekler alınarak, sıkışma düzeyi ve su emme oranlarının belirlendiği bir kalite kontrol data setinden faydalanılmıştır. Doğrusal regresyon analizine göre, toplamda 1460 adet karotun deney sonuçlarının kullanıldığı çalışmada, deney setinin %79'unda sıkışma düzeyi açısından %96 ve daha yüksek bir seviye elde edilmiştir. Şartname kriterlerini sağlayan bu grup için kütlece su emme oranı %1 olarak tespit edilmiş olup, ilgili değerin kalite güvence sisteminde bir limit değer olarak kullanılmasının ıslanma-kuruma ve donma-çözülme çevrimlerinde kaplamada oluşacak olan hasarları en aza indirgemesi konusunda faydalı olacağı tavsiye edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Asfalt Karot, Sıkışma Seviyesi, Su Emme, Saha Doğrulaması

Investigation of Relationship Between Water Absorption and Compaction Level of Asphalt Pavements for Field Verification

Abstract

In order to build an asphalt concrete pavement resistant to environmental conditions and traffic, it is imperative that the mixture is designed correctly and compacted with appropriate equipment after laying operations. If the air voids distribution and dimensions in a finished pavement are above a certain limit, and especially if the air voids are interconnected, air and water intrusion may adversely affect the service life of the pavement, especially due to wet-dry and freeze-thaw cycle effects. Therefore, it is stipulated by various specifications that the level of compaction in a finished pavement should not exceed a certain limit. Minimum bulk density in the field typically ranges from 96% to 100% of compacted bulk density in the laboratory. In addition, according to KTS 2013, which is a main specification for highway constructions in Turkey, the average density of the core samples with a diameter of 10-15 cm taken from the field one day after its construction should not be less than 98% of the laboratory mix density and the single density should not be less than 96%. There is no limitation on the level of water that leaks into the pavement due to permeable voids and is likely to damage the pavement during the wet-dry and freeze-thaw cycles. On the other hand, Indirect Tensile Strength (ITS) test is applied to determine the resistance of the samples prepared in accordance with AASHTO T 283 against moisture-induced damage. However, since this experiment is a very detailed one, it cannot be performed at every project, laboratory and professional level. In this study, a quality control data set was used to determine the compaction level and water absorption rates by taking Bituminous Base Course (BBC), Binder Course (BC) and Wearing Course (WC) type core samples from the asphalt road network under the responsibility of Kocaeli Metropolitan Municipality. According to the linear regression analysis, by an experimental set in which the test results of a total of 1460 cores were used, a compacted level of 96% or higher was obtained in 79% of the set. For this group that meets the specification criteria, the water absorption rate by mass has been determined as 1% and it has been suggested that using this value as a threshold in the quality assurance system may be beneficial in minimizing possible damage to the pavement during wet-dry and freeze-thaw cycles.

Keywords: Asphalt Cores, Compaction Level, Water Absorption, Field Verification

1. INTRODUCTION

Turkey is one of the countries where asphalt roads are used relatively more than other pavements. Hot-Mix Asphalt (HMA) is densely graded mixes with coarse, fine and mineral fillers. HMA is produced in the plant and is paved and compacted with a multi-layered form. The pavement, which is expected to meet axle loads, should provide minimum properties such as friction, surface smoothness, noise control, rutting resistance, impermeability and adequate drainage. Mixing proportion is made according to Marshall Design. The purpose of the Marshall Design method is to determine rutting and fatigue resistance, low temperature crack resistance, moisture resistance, shear resistance and workability properties in order to correlate laboratory results with field performance (Asphalt Institute, MS-2, 2014). These criteria should be considered during laboratory mix design. Other design methods, such as Superpave, are not yet widely used due to their high demand for material properties that require additional investment of time and money.

The quality control processes of the compacted pavement on asphalt roads in Turkey are carried out according to HTS 2013. Bulk density of the pavement is determined by the cores taken from the marked locations by Technical Audit Engineer. Cores are taken as at least one pair from

every 250 tons of production, or at least one pair every day in shorter sections made without connection with each other. Average bulk density of the cores with a diameter of 10-15 cm taken from daily construction should not be less than 98% of the laboratory mix density. In addition, core densities should be no less than 96% of the laboratory mix density for Binder Course and Bituminous Base Course and no less than 97% for Wearing Course. If the compaction level cannot be achieved, the reasons should be investigated and the sections where the compaction level is insufficient should be excavated and reconstructed. Also, no section of the road should have more than 100% compaction level. The limit for layer thickness is determined by the maximum aggregate size in the mixture. To this end, the layer thickness, which is paved and compacted at once, should not be less than 1.5 times and more than 3 times of the maximum aggregate size. In addition, the thickness tolerance of the layer is allowed to deviate up to 10% of the project thickness (HTS 2013). There is no limitation on the amount of water that leaks into the pavement due to permeable voids and is likely to damage the layer during the wet-dry and freeze-thawing cycles. On the other hand, Indirect Tensile Strength (ITS) test is applied to determine the resistance of the samples prepared in accordance with AASHTO T 283 against deterioration caused by water. However, since this test is a very detailed experiment, it cannot be performed at every project, laboratory and professional levels. In this study, a quality control data set was used to determine the relationship between compaction level and water absorption rates by taking cores (Bituminous Base Course (BBC), Binder Course (BC) and Wearing Course (WC)) from the asphalt road network under the responsibility of Kocaeli Metropolitan Municipality.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. Mixture Design and Field Application

Within the scope of the study, AC 50/70 bitumen was procured from the Turkish Petroleum Refineries Corporation (TUPRAS), Körfez Refinery and the physical properties of the bitumen are given in Table 1. Aggregate obtained from the Körfez-Hereke limestone quarry was used and the physical properties of the mineral limestone aggregate are given in Table 2. In the laboratory, asphalt mixture design was made according to the Marshall procedure in accordance with ASTM D6927, and then field application was made. A flow-chart of the Quality Assurance System referenced in asphalt road construction is given in Figure 1 and an activity checklist is given in Table 3.

Table 1. Physical properties of bitumen (AC 50/70)

TEST	STANDARD	RESULTS
Penetration (0.1mm), 100 g, 5 s	TS EN 1426	54
Softening point (°C)	TS EN 1427	52
Specific gravity (g/cm^3)	TS 1087	1.034

Table 2. Physical properties of limestone aggregate

TEST	STANDARD	RESULTS		
		Coarse Aggregate	Fine Aggregate	Filler
L.A. abrasion (%)	TS EN 1097-2	22	--	--
Magnesium sulfate test (%)	TS EN 1367-2	1	--	--
Crushed value (%)	—	100	--	--
Flatness Index (%)	BS 812	19.5	--	--
Nicholson stripping test (%)	KTS 2013 Appendix-A	55	--	--
Plasticity Index (PI)	TS 1900	--	NP	NP
Specific gravity (g/cm^3)	TS EN 1097-6	2.723	2.721	2.696
Water absorption (%)	TS EN 1097-6	0.617	0.41	--

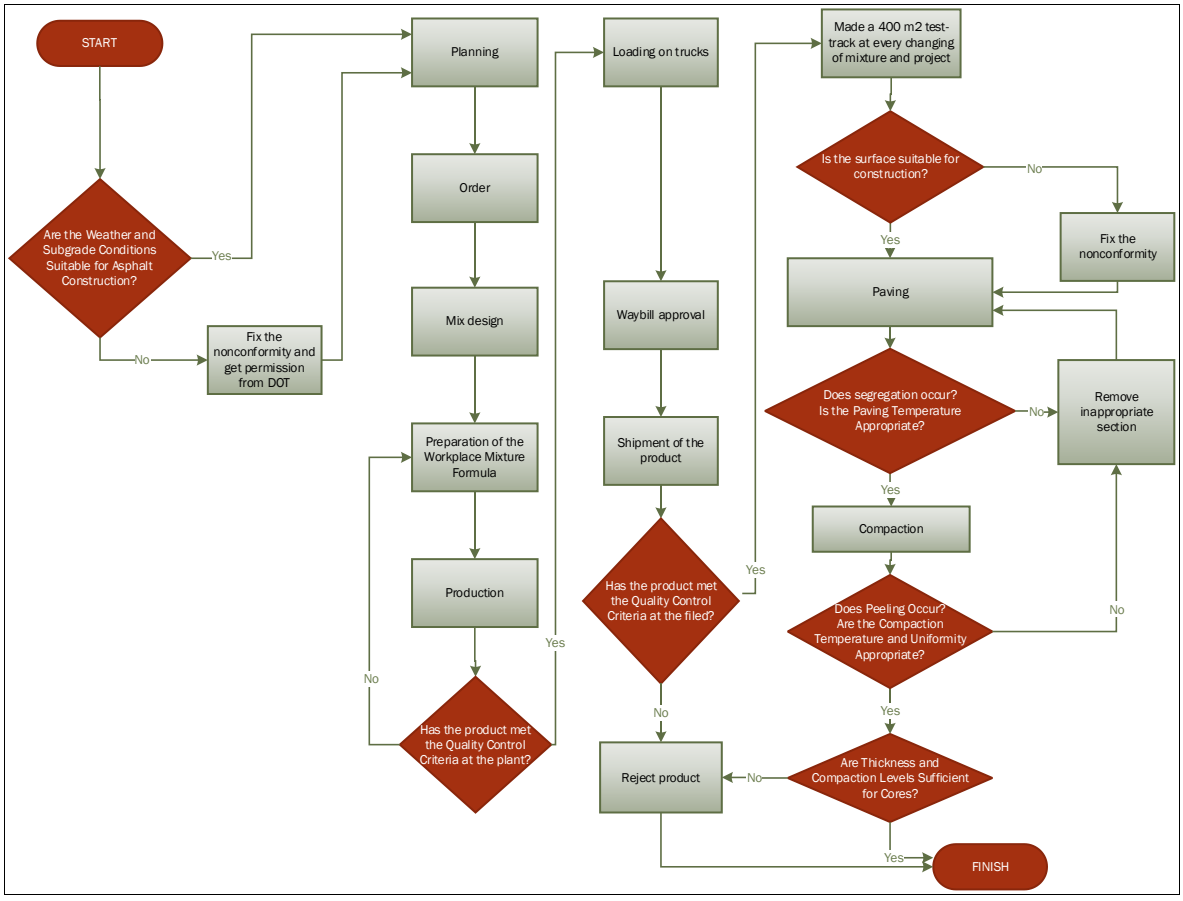


Figure 1. Reference flow-chart for asphalt road construction (Abut, 2018)

Table 3. Reference checklist for asphalt road construction (Abut, 2018)

No.	Processes	Yes & No
1	Have necessary security measures been taken?	
2	Is the mix design report appropriate?	
3	Is the Workplace Mixture Formula (WMF) appropriate?	
4	Is asphalt produced using at least three different aggregate fractions?	
5	Is the aggregate used in the mix design for asphalt production?	
6	Is the declared aggregate used in the mix design for asphalt production?	
7	Has a test track of 400 m^2 been done?	
8	Does the information on the delivery note meet the material specifications required in the project?	
9	Are the air temperature and subgrade conditions suitable for asphalt construction?	
10	If the weather is not suitable, has "THE APPROVAL LETTER" been received from the Administration for asphalt construction?	
11	Does segregation occur while the HMA is being paved?	
12	Are there any uncommon materials in the mixture?	
13	The temperature of the production leaving the plant should be between 140-155 °C. Is the temperature recorded?	
14	The temperature of the mixture in the paver should not be less than 135 °C. Is the temperature recorded?	
15	The temperature of the mixture should not be below 130 °C when the rolling is started. Is the temperature recorded?	
16	Rolling should be completed before the temperature of the mixture drops below 80 °C. Is the temperature recorded?	
17	Is the product consistently produced homogeneously?	
18	Does the transportation of the product comply with the specification?	
19	Is paving done with a paver?	
20	Are paving & compaction equipment, tools, workers and foremen sufficient for the project?	
21	Does the layer paved on it meet the necessary conditions? Is the geometry and compaction level sufficient?	
22	Does the prime coat comply with the specification?	
23	Does the tack coat comply with the specification?	
24	Is the plant capacity sufficient to ensure regular production?	
25	If the granular layer is the PMB (Plant-Mix Base), has it been compacted with compactors or rollers so that there is no loose aggregate and a smooth surface?	

26	Is the compaction process done from low to high elevation?	
27	Is the compaction process done from the inside of the curve to the outside?	
28	Are the geodesy activities suitable for paving & compaction process?	
29	Did the laboratory staff take enough HMA samples?	
30	Has the compaction test been applied to the PMB (Plant-Mix Base), and is it level enough?	
31	Is the surface unevenness of the compacted asphalt suitable?	
32	Are the cylindrical samples (cores) taken from the compacted layer?	
33	Does the thickness of the cores meet the specification tolerance limits?	
34	Does the compaction level of the cores meet the specification tolerance limits?	
35	Have the necessary safety measures been taken to prevent vehicles from passing through the fresh pavement?	
36	After the last rolling, no traffic should pass over the pavement until the surface temperature reaches the ambient temperature. Is it provided?	

2.2. Field Verification

A quality control data set (1460 cores) was used to determine the compaction level and water absorption rates by taking core samples (Bituminous Base Course (BBC), Binder Course (BC) and Wearing Course (WC)) from the asphalt road network under the responsibility of Kocaeli Metropolitan Municipality. A spreadsheet of the dataset is shown in Figure 2. Bulk density tests were applied to the core samples taken from the field in this data set in accordance with ASTM D 2726 (Figure 3). Percent of Bulk Density is expressed as the percentage of the densities of the cores taken from the field and the Marshall briquette produced in the laboratory, as shown in Equation 1.

$$Percent\ of\ Bulk\ Density = \frac{In - Place\ Density\ x\ 100}{Laboratory\ Bulk\ Density} \quad (1)$$

1460

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	YEARS	LAB NO	CORE TYPE	THICKNESS (mm)	Mass of the dry specimen in air (g)	Mass of the specimen in water (g)	Mass of the saturated surface-dry specimen in air (g)	Laboratory Bulk Density (g/cm3)	Mass of the water (g)	In-Place Density (g/cm3)	COMPACTION LEVEL (%)	WATER ABSORBTION (%)
2	2007	2	WEARING COARSE	41.5	673.0	386.0	677.5	2.505	4.50	2.309	92.2	0.67
3	2007	2	WEARING COARSE	62.5	1092.0	638.0	1094.5	2.505	2.50	2.392	95.5	0.23
4	2007	2	WEARING COARSE	53.0	924.0	540.0	926.5	2.505	2.50	2.391	95.4	0.27
5	2007	3	WEARING COARSE	83.3	1450.0	836.5	1451.0	2.424	1.00	2.360	97.3	0.07
6	2007	3	WEARING COARSE	61.5	1031.5	583.0	1037.0	2.424	5.50	2.272	93.7	0.53
7	2007	3	WEARING COARSE	57.9	983.0	561.5	984.5	2.424	1.50	2.324	95.9	0.15
8	2007	4	WEARING COARSE	77.6	1281.0	723.5	1285.5	2.452	4.50	2.279	93.0	0.35
9	2007	4	WEARING COARSE	56.3	926.0	526.0	931.5	2.452	5.50	2.284	93.1	0.59
10	2007	5	WEARING COARSE	83.3	1449.0	831.0	1449.5	2.470	0.50	2.343	94.8	0.03
11	2007	5	WEARING COARSE	63.2	972.5	558.5	978.5	2.470	6.00	2.315	93.7	0.62
12	2007	5	WEARING COARSE	74.2	1253.0	704.5	1259.0	2.470	6.00	2.260	91.5	0.48
13	2007	6	WEARING COARSE	51.1	931.5	533.5	940.5	2.323	9.00	2.289	98.5	0.97
14	2007	6	WEARING COARSE	64.8	1065.5	614.0	1072.5	2.323	7.00	2.324	100.0	0.66
15	2007	6	WEARING COARSE	50.1	788.0	458.5	800.0	2.323	12.00	2.307	99.3	1.52
16	2007	7	BINDER COARSE	82.0	1417.5	839.0	1420.5	2.474	3.00	2.438	98.5	0.21
17	2007	7	BINDER COARSE	82.4	1425.5	837.5	1428.5	2.474	3.00	2.412	97.5	0.21
18	2007	7	BINDER COARSE	108.0	1820.5	1070.5	1844.0	2.474	23.50	2.354	95.1	1.29
19	2007	8	BINDER COARSE	54.1	913.0	527.5	916.0	2.437	3.00	2.350	96.4	0.33

... 2007 2008 2009 2010 2011 2013 2014 2015 2016 2017 2018 2019 TO ...

Figure 2. The spreadsheet for cores used in field verification

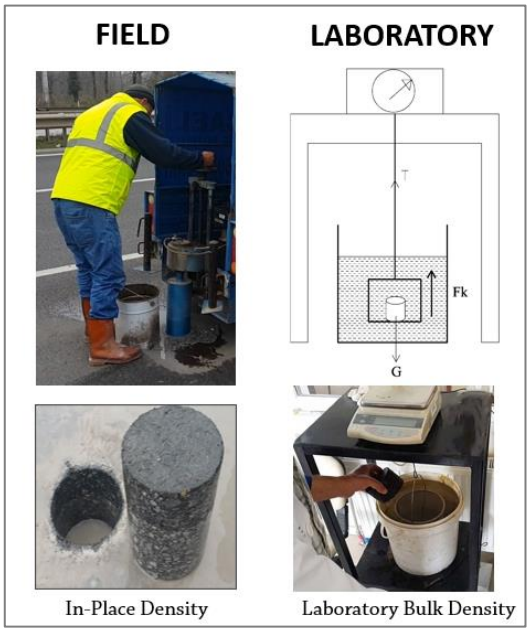
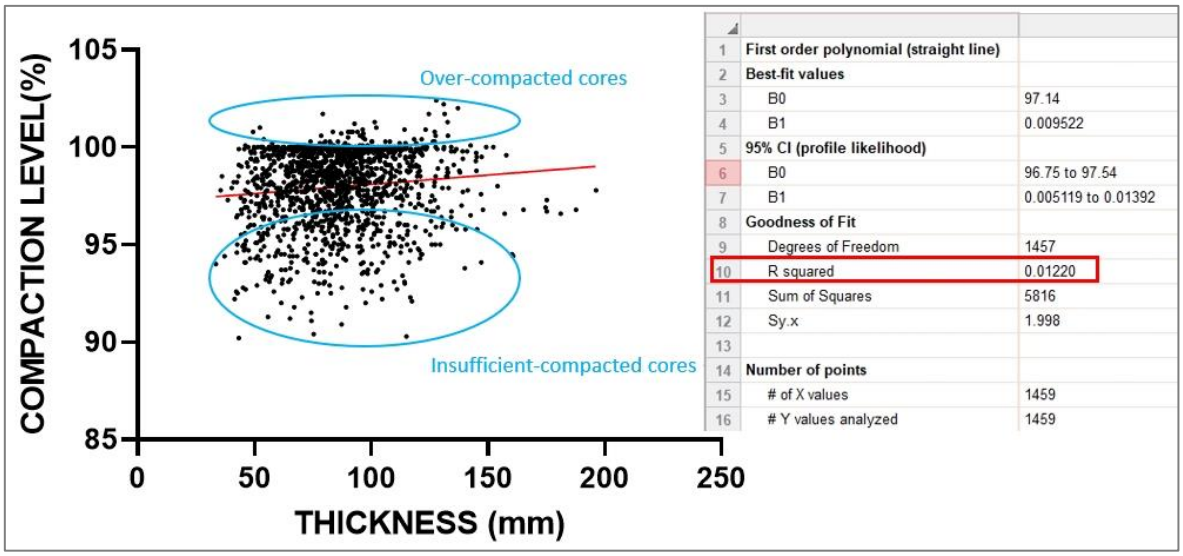


Figure 3. Comparison of field and laboratory densities (Abut, 2018)

3. RESULTS AND DISCUSSION

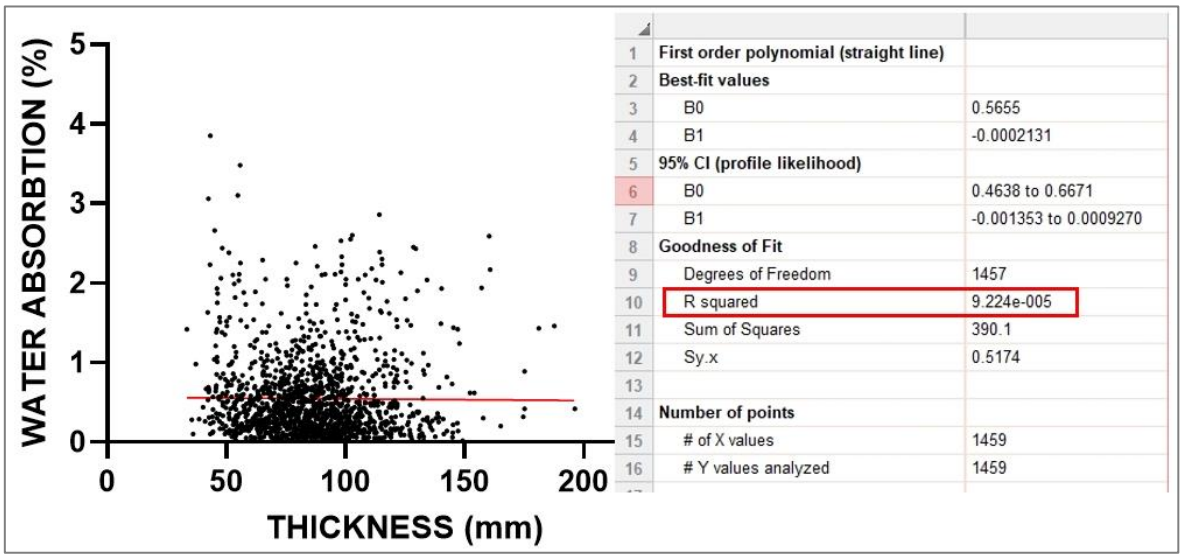
The following results were obtained according to the regression analysis;

- It has been determined that the values in the blue circle shown as over-compacted and insufficiently compacted cores do not meet the specification limits (Figure 4). Root cause analysis of such deficiencies should be done with the control forms and charts of the quality assurance system given in Figure 1 and Table 3. As the pavement thickness increases, better results can be obtained for the compaction level results, and although there is a trend, it can be said that this relationship is not very significant (Figure 4, R^2=0.01).
- Figure 5 shows the relationship between pavement thickness and water absorption. Thick or thin pavement did not have any effect on the water absorption rate. It can be said that water absorption varies depending on other effects (temperature, roller types, number of rollers passes, slope, early traffic opening, etc.) independent of the pavement thickness.
- Figure 6 shows the relationship between compaction level and water absorption. According to the linear regression analysis, by an experimental set in which the test results of a total of 1460 cores were used, compacted level of 96% or higher was obtained in 79% of the set (R^2=0.40). For this group that meets the specification criteria, the water absorption rate by mass has been determined as 1% and it has been suggested that using this value as a threshold in the quality assurance system may be beneficial in minimizing possible damage to the pavement during wet-dry and freeze-thaw cycles.



1	First order polynomial (straight line)	
2	Best-fit values	
3	B0	97.14
4	B1	0.009522
5	95% CI (profile likelihood)	
6	B0	96.75 to 97.54
7	B1	0.005119 to 0.01392
8	Goodness of Fit	
9	Degrees of Freedom	1457
10	R squared	0.01220
11	Sum of Squares	5816
12	Sy.x	1.998
13		
14	Number of points	
15	# of X values	1459
16	# Y values analyzed	1459

Figure 4. Variation of Pavement Thickness and Compaction Level



1	First order polynomial (straight line)	
2	Best-fit values	
3	B0	0.5655
4	B1	-0.0002131
5	95% CI (profile likelihood)	
6	B0	0.4638 to 0.6671
7	B1	-0.001353 to 0.0009270
8	Goodness of Fit	
9	Degrees of Freedom	1457
10	R squared	9.224e-005
11	Sum of Squares	390.1
12	Sy.x	0.5174
13		
14	Number of points	
15	# of X values	1459
16	# Y values analyzed	1459

Figure 5. Variation of Pavement Thickness and Water Absorption

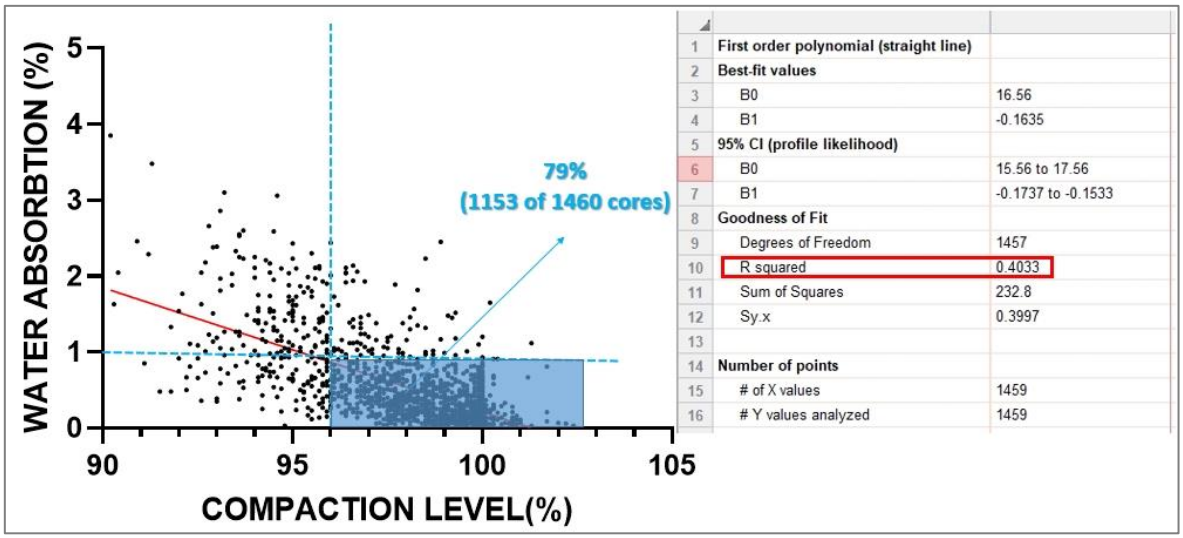


Figure 6. Variation of Compaction Level and Water Absorption

CONCLUSION

Turkey is one of the countries where asphalt roads are used relatively more than other pavements. The quality control processes of the compacted pavement on asphalt roads in Turkey are carried out according to HTS 2013. Average bulk density of the cores with a diameter of 10-15 cm taken from daily construction should not be less than 98% of the laboratory mix density. In addition, core densities should be no less than 96% of the laboratory mix density for Binder Course and Bituminous Base Course and no less than 97% for Wearing Course. There is no limitation on the amount of water that leaks into the pavement due to permeable voids and is likely to damage the pavement during the wet-dry and freeze-thaw cycles. With this work, the water absorption rate by mass has been determined as 1% and it has been suggested that using this value as a threshold in the quality assurance system may be beneficial in minimizing possible damage to the pavement during wet-dry and freeze-thaw cycles.

Acknowledgements

I would like to gratefully acknowledge the Kocaeli Metropolitan Municipality, for the support provided during the field application part of the study.

REFERENCES

AASHTO T 283, Standard Method of Test for Resistance of Compacted Asphalt Mixtures to Moisture-Induced Damage, Washington DC., American Association of State Highway and Transportation Officials, 2021.

Abut, Y., Highway Management Systems for Flexible Pavements, In-service Training Seminars, Kocaeli Metropolitan Municipality, Kocaeli, 2018, (in Turkish).

Asphalt Institute, Asphalt mix design methods. Manual series No.2, 7th Edition. AI, Lexington, KY, USA, 2014.

ASTM D2726 / D2726M, Standard Test Method for Bulk Specific Gravity and Density of Non-Absorptive Compacted Asphalt Mixtures, American Society for Testing and Materials, 2017.

ASTM D6927, Standard Test Method for Marshall Stability and Flow of Asphalt Mixtures, American Society for Testing and Materials, 2015.

HTS, 2013. Highway Technical Specifications, General Directorate of Highways, Republic of Turkey, Ankara, Turkey, 406/13 pp, (in Turkish).

Presentation ID / Sunum No= 40

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0000-0003-1954-0253

Normal Olmayan Dağılımların Varyansı İçin Sağlam Tahmin Edicilere Dayalı Güven Aralığı Yöntemleri

Ahmet Gürgaşin[1], Prof. Dr. Hamza Gamgam

[1]Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstatistik Bölümü
[2]Gazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, İstatistik Bölümü
ahmet.gurgasin@gmail.com

Özet

Yığın varyansının tahmin edilmesinde yaygın olarak kullanılan yöntemlerden birisi güven aralığı yöntemidir. İstatistikler yardımıyla elde edilecek dar bir aralığın bilinmeyen yığın varyansını belirli bir olasılıkla kapsaması bilimsel açıdan daha iyi sonuçlar elde edilmesini sağlayacaktır. Ancak normal dağılım varsayımı sağlanmadığında ve bunun bir sonucu olarak veri aykırı değerler içerdiğinde bu dağılımların varyansı için nokta tahmin edicisi ve aralık tahmin edicisi örnek verisinde yer alan değerlerden daha fazla etkilenebilir. Bu gibi durumlarda ilgili tahmin edicinin sağladığı istatistiksel sonuçlar iyi olmayacaktır. Normal dağılım varsayımının sağlanmadığı bu gibi durumlarda sağlam tahmin ediciler kullanılmaktadır. Bu çalışmada, normal olmayan dağılımların varyansları için sağlam varyans tahmin edicilere dayalı olan iki güven aralığı yöntemi önerilmiştir. Bu amaçla kullanılan sağlam tahmin ediciler Budanmış ortalamaya dayalı sağlam varyans tahmin edicisi ve Winsorized ortalamaya dayalı sağlam varyans tahmin edicisidir. Sonrasında bu sağlam tahmin edicilere dayalı olarak önerilen iki güven aralığı yöntemi ele alınmıştır. Ardından sağlam tahmin edicilerin varyanslarının hesaplanabilmesi için simülasyon yöntemi kullanılmıştır. Yapılan simülasyon çalışmasında Monte Carlo ve Bootstrap yöntemleri ile sağlam varyans tahmin edicilerinin dağılımlarından varyans tahminleri elde edilmiştir. Elde edilen sayısal örnek verileri ile güven aralığı yöntemlerinin uygulanması yapılmıştır. Hesaplanan sonuçlara göre hem Budanmış varyans tahmin edicisi hem de Winsorized varyans tahmin edicisine göre oluşturulan güven aralıklarının simülasyon çalışması ile elde edilen dağılımın varyansını kapsadığını ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Güven Aralığı, Sağlam Tahmin Ediciler, Normal Olmayan Dağılımlar

Confidence Interval Methods Based on Robust Estimator for Non-Normal Distribution Variance

Abstract

One of the most prevalent methods for evaluating population variance is the confidence interval method. Better scientific results will be reached by covering the unknown population variance with a certain probability in a restricted range that can be obtained with the use of statistics. However, when the assumption of normal distribution is violated, and the data contains outliers, the point estimate and interval estimation for the variance of these distributions may be more affected by values in the sample data. The statistical findings produced by the applicable estimator will be poor in such instances. Robust estimators are used in circumstances where the normal distribution assumption is not met. In this paper, two confidence interval methods based on robust variance estimators are suggested for the variances of non-normal distributions. The Trimmed mean-based robust variance estimator and the Winsorized mean-based robust variance estimator are utilized for this purpose. Then, based on these robust estimators, two proposed confidence interval methods were explored. The robust estimators' variances were then calculated using the simulation approach. The variance estimates were obtained using Monte Carlo and Bootstrap methods using the distributions of robust variance estimators in the simulation study. Confidence interval methods were applied with the obtained numerical sample data. According to the estimated results, it is revealed that the confidence intervals provided by both the Trimmed variance estimator and the Winsorized variance estimator contain the variance of the distribution acquired by the simulation research.

Keywords: Confidence İnterval, Robust Estimators, Non-Normal Distributions

1.GİRİŞ

Normal dağılım varsayımı altında, yığın varyansının tahmin edilmesinde kullanılan iki yöntem vardır. Bunlardan biri bu parametrenin tek bir değer olarak tahmin edildiği nokta tahmin yöntemi diğeri de bu parametre için oluşturulan güven aralığı tahmin yöntemidir.

Bilindiği gibi, n hacimli bir rasgele örnek $Y_1, Y_2, \ldots ve\ Y_n$ olmak üzere, yığın varyansı σ^2 için nokta tahmin edicisi aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$S^2 = \frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(Y_i - \bar{Y})^2 \tag{1.1}$$

$$\bar{Y} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} Y_i \tag{1.2}$$

Bu n hacimli örneğin seçildiği yığının dağılımının normal olduğu varsayımı altında

$$\frac{S^2(n-1)}{\sigma^2} \sim \chi^2_{n-1} \tag{1.3}$$

olduğu bilinir. Buna göre,

α : Anlamlılık düzeyi

$\chi^2_{n-1,\alpha/2}$: χ^2_{n-1} dağılımında üst $(\alpha/2)$. yüzdelik değeri (1.4)

ve

$_{\alpha/2}\chi^2_{n-1}$: χ^2_{n-1} dağılımında alt $(\alpha/2)$. yüzdelik değeri (1.5)

olmak üzere, yığın varyansı σ^2 için aralık tahmin edicisi

$$P\left(\frac{S^2(n-1)}{\chi^2_{n-1,\alpha/2}} < \sigma^2 < \frac{S^2(n-1)}{_{\alpha/2}\chi^2_{n-1}}\right) = 1-\alpha \tag{1.6}$$

olarak verilir.

Normal olmayan dağılımların varyansı için yukarıdaki nokta tahmin edicisi ve aralık tahmin edicisi örnek verisinde yer alabilecek aykırı değerlerden daha fazla etkilenebilir. Bu durumda ilgili tahmin edicinin sağladığı istatistiksel sonuçlar iyi olmaz. Böyle durumlarda, diğer bir ifade ile normal dağılım varsayımının sağlanmaması nedeniyle verinin aykırı değer içermesi durumunda, örnek varyansı tahmin edicisi yerine sağlam tahmin edicilerin kullanılması önerilmektedir.

Normal dağılım varsayımı sağlanmadığında sağlam tahmin ediciler daha güvenli sonuçlar elde etmemizi sağlamaktadır. Sağlam tahmin ediciler, verideki aykırı değerlerden ve normallik varsayımının sağlanmamasından etkilenmeyen tahmin edicilerdir (Tiku,Tan, veBalakrishnan, 1986). Etkin bir tahmin edici parametre için yansızdır ve tahmin edicinin varyansı ise Rao-Cramer minumum varyans sınırına eşittir. Tahmin edici öngörülen varsayımlardan sapmalara karşı etkinliğini koruyorsa o tahmin edicinin sağlam bir tahmin edici olduğu söylenir. Sağlamlıkta asıl soru, öngörülen varsayımlardan sapmaların I. tip hata düzeyini ve testin gücünü nasıl etkilediğidir. Diğer bir deyişle, bir testin öngörülen varsayımlardan sapmalara karşı ne kadar sağlam olduğudur (Şenoğlu, 2005). Bir testin I. tip hata düzeyi nominal I. tip hata düzeyinden oldukça büyük değilse testin sağlamlık kriterine sahip olduğu, aynı zamanda testin gücünden daha büyük bir değere sahip ise o testin etkin (efficiency) sağlam olduğu söylenir (Şenoğlu ve Tiku, 2001).

2.NORMAL OLMAYAN DAĞILIMLARIN VARYANSI İÇİN SAĞLAM TAHMİN EDİCİLER

Normal olmayan dağılımların bilinmeyen varyansı için önerilen sağlam tahmin edicilerden ikisi aşağıda verilmiştir.

2.1. Budanmış Ortalamaya Dayalı Örnek Varyansı Tahmin Edicisi

Budanmış ortalama ve budanmış ortalamaya dayalı örnek varyansı n hacimli örnek verisi sıralandıktan sonra her iki taraftan veya sadece sağ taraftan belirli sayıda gözlemin budanmasından (atılmasından) sonra geriye kalan gözlemlere dayalı olarak hesaplanır. Budama işlemi sağa çarpık dağılımlar için sıralanmış örnek verisinde sadece sağ taraftan yapılırken simetrik dağılımlar için sıralanmış örnek verisinde her iki taraftan da yapılır.

Sağ taraftan budanan birim sayısı u_n olmak üzere, sağa çarpık dağılımlar için budanmış ortalama ve budanmış ortalamaya dayalı sağlam varyans tahmin edicisi, sırasıyla, aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$T_n(l_n, u_n) = \frac{1}{n-u_n}\sum_{i=1}^{n-u_n} Y_{(i)} \tag{2.1}$$

ve

$$S_T^2 = \frac{1}{n-u_n-1}\sum_{i=1}^{n-u_n}(Y_i - T_n)^2 \tag{2.2}$$

Sol taraftan budanan gözlem sayısı l_n ve sağ taraftan budanan gözlem sayısı da u_n olmak üzere, simetrik dağılımlar için budanmış ortalama ve budanmış ortalamaya dayalı sağlam varyans tahmin edicisi, sırasıyla, aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$T_n(l_n, u_n) = \frac{1}{n-2l_n}\sum_{i=l_n+1}^{n-u_n} Y_{(i)} \tag{2.3}$$

ve

$$S_T^2 = \frac{1}{n-2l_n-1}\sum_{i=l_n+1}^{n-u_n}(Y_i - T_n)^2 \tag{2.4}$$

2.2.Winsorized Ortalamaya Dayalı Örnek Varyansı Tahmin Edicisi

Veri aykırı değerler içerdiğinde yığın ortalamasının tahmin edicisi olarak örnek ortalaması yerine sağlam bir tahmin edici olan Winsorized Ortalama kullanılabilir. Winsorized Ortalama, ilk kez örnekleme alanında kullanılmıştır (Rivest, 1993). Budanmış Ortalama ve Winsorized Ortalama örnekteki uç değerlerin etkisini azaltmak için kullanılır. Budanmış Ortalama, verinin dağılımının kuyruklarını yok eder. Bu durum bilgi kaybına neden olmaktadır. Özellikle örnek hacmi küçük olduğunda bu bilgi kaybından kaçınmak gerekir. Winsorized Ortalama Budanmış Ortalamaya benzerdir ancak Winsorized Ortalamada verinin uç kısımları atılmaz (Altın ve Şenoğlu, 2008).

Winsorized Ortalama elde edilirken sıralı veride en küçük değerli l_n sayıda gözlem (l_n+1). gözlemle ve en büyük değerli u_n sayıda gözlem de (n-u_n). gözlemle yer değiştirir. n hacimli rasgele örnek $Y_1, Y_2, \ldots, Y_n$ olmak üzere i. sıra istatistiği $Y_{(i)}$ ile gösterilsin. Sağa çarpık dağılımlardan seçilen örnek verileri ile gerçekleştirilen işlemlerde yer değiştirme işlemi sıralı verinin sadece üst ucundan yapılırken simetrik dağılımlardan üretilen örnek verileri için ise her iki uçtan da yer değiştirme işlemi gerçekleştirilir (Tiku ve Akkaya, 2004).

Sağ taraftan değiştirilen gözlem sayısı u_n olmak üzere sağa çarpık dağılımlar için değiştirme işlemi sadece sağ taraftan yapıldığında Winsorized ortalama ve Winsorized ortalamaya dayalı sağlam varyans tahmin edicisi, sırasıyla, aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$W_n(l_n, u_n) = \frac{1}{n}\left\{\sum_{i=1}^{n-u_n} Y_{(i)} + u_n Y_{(n-u_n)}\right\} \tag{2.5}$$

$$S_W^2 = \frac{1}{n-1}\left\{\sum_{i=1}^{n-u_n-1}(Y_i - W_n)^2 + (u_n+1)(Y_{n-u_n} - W_n)^2\right\} \tag{2.6}$$

Sol taraftan budanan gözlem sayısı l_n ve sağ taraftan budanan gözlem sayısı da u_n olmak üzere simetrik dağılımlar için değiştirme işlemi her iki taraftan da yapıldığında Winsorized ortalama ve Winsorized ortalamaya dayalı sağlam varyans tahmin edicisi, sırasıyla, aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$W_n(l_n, u_n) = \frac{1}{n}\left(\sum_{i=l_n+1}^{n-u_n} Y_i + l_n Y_{(l_n+1)} + u_n Y_{(n-u_n)}\right) \tag{2.7}$$

ve

$$S_W^2 = \frac{1}{n-1}\left\{(l_n+1)\left((Y_{l_n+1}-W_n)^2+(Y_{n-u_n}-W_n)^2\right)+\sum_{i=l_n+2}^{n-u_n-1}(Y_i-W_n)^2\right\} \quad (2.8)$$

3. S_T^2 VE S_W^2 SAĞLAM TAHMİN EDİCİLERİNİN DAĞILIMLARI

Bilindiği gibi $Y \sim N(\mu,\sigma^2)$ dağılımından n hacimli rastgele örnek $Y_1, Y_2, \ldots, Y_n$ olmak üzere σ^2 parametresinin bilinen klasik tahmin edicisi olan S^2 istatistiği aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$S^2 = \frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(Y_i-\bar{Y})^2 \quad (3.1)$$

$$\bar{Y} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} Y_i \quad (3.2)$$

Yığının dağılımının normalliği altında, bu S^2 istatistiğinin dağılımı asimptotik olarak normal dağılıma yakınsar. (Herbert, Hayen, Macaskill, Walter, 2011). Diğer yandan, yığının dağılımı normal olmadığında bu S^2 istatistiğinin dağılımının asimptotik olarak normal dağılıma yakınsamadığı yapılan simülasyon çalışmaları ile gösterilmiştir.Bu nedenle normal olmayan dağılımların bilinmeyen parametresi σ^2 için sağlam tahmin edicilerin kullanımı önerilmektedir. Bunlardan ikisi yukarıda bahsedilen S_T^2 ve S_W^2 sağlam tahmin edicileridir.

4. ÖNERİLEN GÜVEN ARALIKLARI

Normal olmayan dağılımların varyansı için sağlam tahmin edicilere dayalı güven aralıkları aşağıdaki gibidir.

4.1.S_T^2 Sağlam Tahmin Edicisine Dayalı Güven Aralığı

Normal olmayan dağılımların bilinmeyen varyansı σ^2 için S_T^2 sağlam tahmin edicisine dayalı olan güven aralığı aşağıdaki gibi verilir.

$$P(S_T^2 - Z_{\alpha/2}\sqrt{V(S_T^2)} < \sigma^2 < S_T^2 + Z_{\alpha/2}\sqrt{V(S_T^2)}) = 1-\alpha \quad (4.1)$$

Yukarıdaki $Z_{\alpha/2}$ değeri standart normal dağılımda üst $(\alpha/2)$ inci yüzdelik değeridir. $V(S_T^2)$ de bu sağlam tahmin edicinin varyansıdır. Normal olmayan dağılımlarda $V(S_T^2)$ değerinin bulunması için herhangi bir teorik formül yoktur. Bu tür durumlarda bir tahmin edicinin varyansının bulunması için 2 yol önerilmektedir.

Bunlardan biri Monte Carlo Yöntemi ile S_T^2 sağlam tahmin edicisinin dağılımından varyans tahmininin bulunmasıdır. Diğeri de Bootstrap yöntemi ile elde edilen varyans tahminidir (Carpenter, Bithell, 2000). Bu yöntemler aşağıda kısaca açıklanmıştır.

4.1.1. Monte Carlo yöntemi ile S_T^2 sağlam tahmin edicisinin dağılımından $V(S_T^2)$ değerinin bulunması

Örnek hacmi *n* olmak üzere tekrar sayısı R olan bir simülasyon çalışmasında herhangi bir dağılımdan i' inci tekrar için bu tahmin edici,

$$S_{T_i}^2 \quad , \quad i = 1,2,\ldots,R \quad (4.2)$$

biçiminde ifade edilsin. Buna göre Monte Carlo Yöntemi ile S_T^2 sağlam tahmin edicisinin dağılımından bu tahmin edici için varyans tahmini aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$V(S_T^2) = \frac{1}{R-1}\sum_{i=1}^{R}(S_{T_i}^2 - \bar{S}_T^2)^2 \tag{4.3}$$

Yukarıdaki $\bar{S}_T^2$ değeri $S_{T_i}^2, i = 1,2,\ldots,R,$ tahmin edicilerinin gözlem değerlerinin ortalamasıdır ve aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$\bar{S}_T^2 = \frac{1}{R}\sum_{i=1}^{R} S_{T_i}^2 \tag{4.4}$$

Bu yolla bulunan $V(S_T^2)$ değeri S_T^2 sağlam tahmin edicisinin varyans tahmini olarak kullanılır.

4.1.2. Bootstrap yöntemi ile S_T^2 sağlam tahmin edicisinin dağılımından $V(S_T^2)$ değerinin bulunması

Bilindiği gibi Bootstrap yönteminde önce ilgilenilen dağılımdan *n* hacimli bir rastgele örnek seçilir, daha sonra da bu rastgele örnek içinden yine n hacimli örnek yerine koyarak yöntemi ile seçilir ve bu işlem B defa tekrarlanır. Buradaki B değeri Bootstrap tekrar sayısıdır.

Örnek hacmi *n* olmak üzere Bootstrap tekrar sayısı B olan bir simülasyon çalışmasında i' inci tekrar için bu tahmin edici

$$S_{T_i}^2 \quad , \quad i = 1,2,\ldots,B \tag{4.5}$$

biçiminde ifade edilsin. Buna göre Bootstrap yöntemi ile S_T^2 sağlam tahmin edicisinin dağılımından bu tahmin edici için varyans tahmini aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$V(S_T^2) = \frac{1}{B-1}\sum_{i=1}^{B}(S_{T_i}^2 - \bar{S}_T^2)^2 \tag{4.6}$$

Yukarıdaki $\bar{S}_T^2$ değeri $S_{T_i}^2$, $i = 1,2,\ldots,B,$ tahmin edicilerinin gözlem değerlerinin ortalamasıdır ve aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$\bar{S}_T^2 = \frac{1}{B}\sum_{i=1}^{B} S_{T_i}^2 \tag{4.7}$$

Bu yolla bulunan $V(S_T^2)$ değeri S_T^2 sağlam tahmin edicisinin varyans tahmini olarak kullanılır.

4.2. S_W^2 Sağlam Tahmin Edicisine Dayalı Güven Aralığı

Normal olmayan dağılımların bilinmeyen varyansı, σ^2 , için S_W^2 sağlam tahmin edicisine dayalı olan güven aralığı aşağıdaki gibi verilir.

$$P\left(S_W^2 - Z_{\frac{\alpha}{2}}\sqrt{V(S_W^2)} < \sigma^2 < S_W^2 + Z_{\frac{\alpha}{2}}\sqrt{V(S_W^2)}\right) = 1 - \alpha \tag{4.8}$$

Yukarıdaki $Z_{\alpha/2}$ değeri standart normal dağılımda üst $(\alpha/2)$ inci yüzdelik değeridir. $V(S_W^2)$ bu sağlam tahmin edicinin varyansıdır. Normal olmayan dağılımlarda $V(S_W^2)$ değerinin bulunması için herhangi bir teorik formül yoktur. Bu tür durumlarda bir tahmin edicinin varyansının bulunması için 2 yol önerilmektedir.

Bunlardan biri Monte Carlo Yöntemi ile S_W^2 sağlam tahmin edicisinin dağılımından varyans tahmininin bulunmasıdır. Diğeri deBootstrap yöntemi ile elde edilen varyans tahminidir (Carpenter, Bithell, 2000). Bu yöntemler aşağıda kısaca açıklanmıştır.

4.2.1. Monte Carlo yöntemi ile S_W^2 sağlam tahmin edicisinin dağılımından $V(S_W^2)$ değerinin bulunması

Örnek hacmi *n* olmak üzere tekrar sayısı R olan bir simülasyon çalışmasında herhangi bir dağılımdan i' inci tekrar için bu tahmin edici

$$S_{W_i}^2 \quad , \quad i = 1,2,\ldots,R \tag{4.9}$$

biçiminde ifade edilsin. Buna göre Monte Carlo Yöntemi ile S_W^2 tahmin edicisinin dağılımından bu tahmin edici için varyans tahmini aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$V(S_W^2) = \frac{1}{R-1}\sum_{i=1}^{R}(S_{W_i}^2 - \bar{S}_W^2)^2 \tag{4.10}$$

Yukarıdaki $\bar{S}_W^2$ değeri $S_{W_i}^2$, $i = 1,2,\ldots,R$, tahmin edicilerinin gözlem değerlerinin ortalamasıdır ve aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$\bar{S}_W^2 = \frac{1}{R}\sum_{i=1}^{R} S_{W_i}^2 \tag{4.11}$$

Bu yolla bulunan $V(S_W^2)$ değeri S_W^2 sağlam tahmin edicisinin varyans tahmini olarak kullanılır.

4.2.2. Bootstrap yöntemi ile S_W^2 tahmin edicisinin dağılımından $V(S_W^2)$ değerinin bulunması

Bilindiği gibi Bootstrap yönteminde önce ilgilenilen dağılımdan *n* hacimli bir rasgele örnek seçilir, daha sonra da bu rasgele örnek içinden yine n hacimli örnek yerine koyarak yöntemi ile seçilir ve bu işlem B defa tekrarlanır. Buradaki B değeri Bootstrap tekrar sayısıdır.

Örnek hacmi *n* olmak üzere Bootstrap tekrar sayısı B olan bir simülasyon çalışmasında i'inci tekrar için bu tahmin edici

$$S_{W_i}^2, \quad i = 1,2,\ldots,B \tag{4.12}$$

biçiminde ifade edilsin. Buna göre Monte Carlo Yöntemi ile S_W^2 sağlam tahmin edicisinin dağılımından bu tahmin edici için varyans tahmini aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$V(S_W^2) = \frac{1}{B-1}\sum_{i=1}^{B}(S_{W_i}^2 - \bar{S}_W^2)^2 \tag{4.13}$$

Yukarıdaki $\bar{S}_W^2$ değeri $S_{W_i}^2$, $i = 1,2,\ldots,B$, tahmin edicilerinin gözlem değerlerinin ortalamasıdır ve aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$\bar{S}_W^2 = \frac{1}{B}\sum_{i=1}^{B} S_{W_i}^2 \tag{4.14}$$

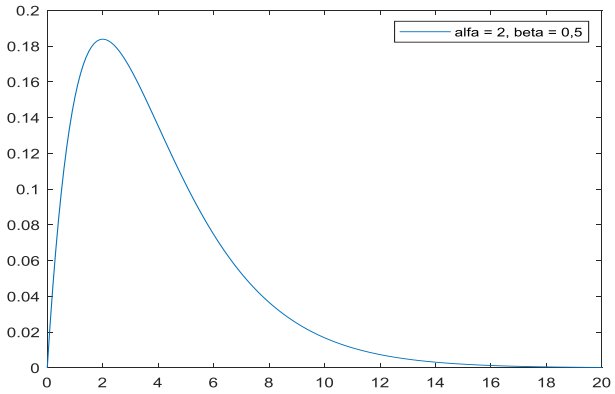
Bu yolla bulunan $V(S_W^2)$ değeri S_W^2 sağlam tahmin edicisinin varyans tahmini olarak kullanılır.

5. SAYISAL ÖRNEK

Bu bölümde, normal olmayan dağılımların bilinmeyen varyansı için sağlam tahmin edicilere dayalı güven aralıkları için sayısal örnekler verilmiştir. Bu amaçla $Gamma(\alpha,\beta)$ dağılımından $n = 20$ hacimli bir örnek verisi kullanılmıştır.

Güven aralıklarının oluşturulmasında $\alpha = 2$ ve $\beta = 0{,}5$ parametreli Gamma dağılımı kullanılmıştır. Buna göre, bu dağılımın varyans ve çarpıklık katsayısı, $\sigma^2 = 8$ ve $ÇK = 1.4142$ olarak bulunur. Çarpıklık katsayısı 1,4142 olduğundan bu Gamma dağılımının sağa çarpık olduğu anlaşılır. Aşağıda $\alpha = 2$ ve $\beta = 0{,}5$ parametreli Gamma dağılımına ilişkin eğri verilmiştir.

Şekil 1. $Gamma(2, 0.5)$ dağılımına ilişkin eğri



Aşağıda önce S_T^2 sağlam tahmin edicisine dayalı olan güven aralığı için sonra da S_W^2 tahmin edicisine dayalı olan güven aralığı için sayısal örnekler verilmiştir.

5.1 S_T^2 Sağlam Tahmin Edicisine Dayalı Güven Aralığı

Sağlam tahmin edicilere dayalı güven aralığının oluşturulması amacıyla $Gamma(2, 0.5)$ dağılımından $n = 20$ hacimli rasgele örnek verisi kullanılmıştır. Sonra bu örnek gözlemleri sıralanmış ve aşağıdaki sıralı veri elde edilmiştir.

0,9686	1,0866	1,1622	1,6496	1,6858	1,7394	2,6096	2,7480	2,8316	3,1732
4,2081	4,2986	6,0918	6,7822	8,4948	8,5973	8,8489	9,5630	10,6644	18,9139

Tablo 1. $Gamma(2, 0.5)$ dağılımından elde edilmiş 20 hacimli sıralı örnek verisi

Bu Gamma dağılımı sağa çarpık olduğundan budama işlemi sıralı verisinin sadece sağ tarafından 0,20 budama oranı ile $u_n = 4$ alınarak yani sıralı verideki son 4 gözlem atılarak, yapılmıştır. Bu budanmış veri için budanmış ortalama ve budanmış ortalamaya dayalı sağlam varyans tahmin edicisi Eş. (2.1) ve Eş. (2.2) kullanılarak,

T_n=3,6330 ve S_T^2 = 6,5801 olarak hesaplanmıştır.

$V(S_T^2)$ değerini bulmak için önce Monte Carlo yöntemi kullanılmıştır. Bu amaçla aynı Gamma dağılımından yine 20 hacimli bir örnek seçip aynı budama işlemine bağlı olarak sağlam örnek varyans tahmin edicisinin, S_T^2 istatistiğinin, değeri hesaplanmıştır.

Bu işlem 10 000 kez tekrarlanarak,

$$S_{T_i}^2,\ i = 1,2,\ldots,10000 \tag{5.1}$$

değerleri elde edilmiştir. Bu sonuçlara dayalı olarak bu sağlam tahmin edicinin ortalaması ve varyansı Eş. (4.4) ve Eş. (4.3) kullanılarak,

$\bar{S}_T^2$ = 2,8464 ve $V(S_T^2) =$ 0,8791 olarak hesaplanmıştır.

$V(S_T^2)$ değerini bulmak amacıyla Bootstrap yöntemi de kullanılmıştır. Bu S_T^2 tahmin edicinin varyansını bu yöntemle bulmak için Çizelge 1.1'de yer alan örnek verisi içinden yine 20 hacimli bir örnek yerine koyarak yöntemi ile seçilip aynı budama işlemine bağlı olarak sağlam örnek varyans tahmin edicisinin, S_T^2 istatistiğinin, değeri hesaplanmıştır.

Bu işlem 10000 kez tekrarlanarak,

$$S_{T_i}^2\ ,\quad i = 1,2,,\ldots,10000 \tag{5.2}$$

değerleri elde edilmiştir. Bu sonuçlara dayalı olarak bu sağlam tahmin edicinin ortalaması ve varyansı, Eş. (4.7) ve Eş. (4.6) kullanılarak,

$\bar{S}_T^2$ = 5,7500 ve $V(S_T^2) =$ 4,3122 olarak hesaplanmıştır.

$Gamma(2, 0.5)$ dağılımının varyansı σ^2 için S_T^2 sağlam tahmin edicisine dayalı güven aralığının bulunması için hem Monte Carlo hem de Bootstrap yöntemleri ile elde edilen varyans tahminleri kullanılmıştır. Daha önce σ^2 için S_T^2 sağlam tahmin edicisine dayalı olan güven aralığı Eş. (4.1)'de verilmişti.

$Gamma(2, 0.5)$ dağılımından 20 hacimli örnek için budanmış ortalamaya dayalı varyans

S_T^2 = 6,5801

olarak hesaplanmıştı. Ayrıca bu Gamma dağılımının varyansının da 8 olduğu belirlenmişti. I.tip hata 0,05 iken, $Z_{\alpha/2}$ =1,96 olduğu bilinir. Buna göre Monte Carlo yöntemi ile hesaplanan varyans tahmini, $V(S_T^2) =$ 0,8791 ile $1-\alpha$ güven düzeyinde $Gamma(2, 0.5)$ dağılımının varyansı için güven aralığı,

4,7424 $< \sigma^2 <$ 8,4177

olarak bulunur.

Bu dağılımın varyansının 8 olduğu daha önce belirtilmişti. Bu sonuçlara göre oluşturulan güven aralığının bu Gamma dağılımının varyansını kapsadığı anlaşılmaktadır.

Benzer biçimde Bootstrap yöntemi ile hesaplanan varyans tahmini, $V(S_T^2) = 4.3122$ ile $1-\alpha$ güven düzeyinde $Gamma(2,0.5)$ dağılımının varyansı için güven aralığı,

2,5100 $< \sigma^2 <$ 10,6501

olarak hesaplanır.

Bu dağılımın varyansının 8 olduğu daha önce belirtilmişti. Bu sonuçlara göre oluşturulan güven aralığının bu Gamma dağılımının varyansını kapsadığı anlaşılmaktadır.

Sonuç olarak, iki varyans tahmin edicisi ile oluşturulan güven aralıklarının ikisinin de $Gamma(2,0.5)$ dağılımının varyansı kapsadığı görülmektedir.

5.2 S_W^2 Sağlam Tahmin Edicisine Dayalı Güven Aralığı

Daha önce S_T^2 sağlam tahmin edicisine dayalı olan güven aralığının oluşturulmasında Çizelge 1.1'de yer alan $Gamma(2, 0.5)$ dağılımından $n = 20$ hacimli rasgele örnek verisi kullanılmıştı.

$Gamma(2, 0.5)$ dağılımı sağa çarpık bir dağılım olduğundan yer değiştirme işleminin sıralanmış örnek verisinin sadece sağ tarafından yapıldığı daha önce belirtilmişti. Buna göre 0,20 yer değiştirme oranı ile $u_n = 4$ alınmış ve sadece sağ tarafta yer değiştirme yapılarak oluşturulan veri aşağıda verilmiştir.

0,9686	1,0866	1,1622	1,6496	1,6858	1,7394	2,6096	2,7480	2,8316	3,1732
4,2081	4,2986	6,0918	6,7822	8,4948	8,5973	8,5973	8,5973	8,5973	8,5973

Tablo 2. Çizelge 1.1'de yer alan sıralı örnek verisinin sağ tarafından 0,20 oranında yer değiştirme işlemi sonucu elde edilen sıralı örnek verisi

Yukarıdaki veri ile Winsorized ortalama ve Winsorized ortalamaya dayalı sağlam varyans tahmin edicisi, Eş. (2.5) ve Eş. (2.6) kullanılarak,

W_n = 4,6258 ve S_W^2 = 9,3454 olarak hesaplanır.

$V(S_W^2)$ değerini bulmak için iki yol olduğu daha önce belirtilmişti. Bunlar aşağıda sırasıyla ele alınmıştır.

Monte Carlo yöntemi ile aynı Gamma dağılımından yine 20 hacimli bir örnek seçip aynı yer değiştirme işlemine bağlı olarak sağlam örnek varyans tahmin edicisinin, S_W^2 istatistiğinin, değeri hesaplanmıştır.

Bu işlem 10 000 kez tekrarlanarak,

$$S_{W_i}^2 \,,\ i = 1,2,,\ldots,10000 \tag{5.3}$$

değerleri elde edilmiştir. Bu sonuçlara dayalı olarak bu sağlam tahmin edicinin ortalaması ve varyansı, Eş. (4.11) ve Eş. (4.10) kullanılarak,

$\bar{S}_W^2$ = 3,8007 ve $V(S_W^2)$ = 1,8350

olarak hesaplanmıştır. $V(S_W^2)$ değerini bulmak için Bootstrap yöntemi de kullanılmıştır.

Bu tahmin edicinin varyansını bu yöntemle bulmak için Çizelge 1.1'de yer alan 20 hacimli örnek verisi içinden yine 20 hacimli bir örnek yerine koyarak yöntemi ile seçilip aynı yer değiştirme işlemine bağlı olarak örnek varyans tahmin edicisinin, S_W^2 istatistiğinin, değeri hesaplanmıştır.

Bu işlem 10 000 kez tekrarlanarak,

$$S_{W_i}^2 \,,\ i = 1,2,,\ldots,10000 \tag{5.4}$$

değerleri elde edilmiştir. Bu sonuçlara dayalı olarak bu sağlam tahmin edicinin ortalaması ve varyansı, Eş. (4.14) ve Eş. (4.13) kullanılarak

$\bar{S}_W^2$ = 9,9497 ve $V(S_W^2)$ = 4,8133 olarak hesaplanmıştır.

Bu Gamma dağılımının varyansı için S_W^2 sağlam tahmin edicisine dayalı güven aralığının oluşturulmasında hem Monte Carlo hem de Bootstrap yöntemleri ile elde edilen varyans tahminleri kullanılmıştır.

σ^2 için S_W^2 sağlam tahmin edicisine dayalı olan güven aralığı Eş. (4.8)'de verilmişti.

$Gamma(2, 0.5)$ dağılımından 20 hacimli örnek için Winsorized ortalamaya dayalı varyans tahmin edicisi S_W^2 = 9,3454 olarak hesaplanmıştı. Ayrıca bu Gamma dağılımının varyansının da 8 olduğu belirtilmişti.

I.tip hata 0,05 iken $Z_{\alpha/2}$ =1,96 olduğu bilinir. Buna göre Monte Carlo yöntemi ile hesaplanan varyans tahmini, $V(S_W^2)$ = 1,8350 ile $1-\alpha$ güven düzeyinde $Gamma(2, 0.5)$ dağılımının varyansı için güven aralığı,

$6{,}6904 < \sigma^2 < 12{,}0004$

olarak elde edilmiştir.

Aynı şekilde Bootstrap yöntemi ile hesaplanan varyans tahmini, $V(S_W^2)$=4,8133 ile $1-\alpha$ güven düzeyinde bu Gamma dağılımının varyansı için güven aralığı,

$5{,}0454 < \sigma^2 < 13{,}6454$

olarak elde edilmiştir.

Bu sonuçlara göre iki varyans tahmin edicisine göre oluşturulan güven aralıklarının ikisinin de $Gamma(2, 0.5)$ dağılımının varyansını, $\sigma^2 = 8$, değerini kapsadığı görülmektedir.

KAYNAKLAR

Akyüz, H.E., Gamgam, H., Yalçınkaya A. (2017). IntervalEstimationfortheDifference of TwoIndependentNonnormalPopulationVariances. *Gazi UniversityJournal of Science,* 30(3), 117-129.

Altın, A., ve Şenoğlu, B. (2008). Konum parametresinin bazı sağlam tahmin edicilerinin örnekleme alanında kullanılması ve bir tarım uygulaması. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 8(1), 291-306.

Carpenter, J., Bithell, J.,"Bootstrapconfidenceintervals:when, which,what? A practicalguideformedicalstatisticians", Statistics in Medicine, 19(9):1141-1164, (2000).

Herbert, R.D., Hayen, A., Macaskill, P., andWalter, S.D. (2011). Intervalestimationforthedifference of twoindependentvariances. *Communications in StatisticsSimulationandComputation*, 40, 744-758.

Rivest, L.P. (1993). *Winsorization of Survey Data*. Proceedings of the 49th Session of the International Statistical Institute, 73-88.

Şenoğlu, B. (2005). Robust 2k factorialdesignwithweibullerrordistributions. *Journal of AppliedStatistics*, 32(10), 1051-1066.

Şenoğlu, B., andTiku, M.L. (2001). Analysis of variance in experimentaldesignwithnonnormalerrordistributions. *Communications in Statistics-TheoryandMethods*, 30(7), 1335-1352.

Tiku, M.L., and Akkaya, A.D. (2004). *RobustEstimationAndHypothesisTesting.* New Delhi: New Age International Limited, 354.

Tiku, M.L., Tan, W.Y., andBalakrishnan, N. (1986). *RobustInference*. New York: MarcelDekkerInc., 141.

Presentation ID / Sunum No= 25

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0000-0002-6976-5859

Farklı Tipte Hata Fonksiyonları Kullanan Doğrusal ve Doğrusal Olmayan İlişkileri Birlikte Ele Alan Yeni Bir Yapay Sinir Ağı Modeli

Öğr. Gör. Asiye Zuhal Baltacı[1], Prof. Dr. Vedide Rezan Uslu[2]

[1]Avrasya Üniversitesi
[2]Ondokuz Mayıs Üniversitesi
**Corresponding author: Asiye Zuhal Baltacı*

Özet

Regresyon çözümlemesi, gerektirdiği varsayımlar altında en güçlü istatistiksel tekniklerinden biridir. Ancak bu varsayımların sağlanamaması durumunda ortaya çıkan değişen varyans, normal dağılmama, oto-korelasyon ve çoklu-bağlantı problemleri ve ayrıca veri içerisinde olabilecek aykırı değer(ler) regresyon çözümlemesinin tahmin sonuçları üzerinde olumsuz etkilere sahiptir. Bu nedenle yapılacak olan çıkarsamalar yanıltıcı sonuçlara neden olabilmektedir. Sıklıkla gerçek yaşam verileri ile çalışıldığında söz konusu varsayımlardan sapmalar meydana gelmektedir. Literatürde varsayımlardan sapmalar olduğunda regresyon çözümlemesi tahminleri üzerinde olumsuz etkiye sahip olmayan dayanıklı regresyon çözümlemesi teknikleri geliştirilmiştir. Çalışmada veri içerisinde aykırı değer(ler)in varlığı durumunda; regresyon verisinin doğası gereği içerisinde var olan hem doğrusal hem de doğrusal olmayan ilişkileri aynı anda çözümleyen yapay sinir ağının klasik amaç fonksiyonu yerine, farklı tipte dayanıklı regresyon tahmin edicilerinin amaç fonksiyonları kullanılmıştır. Gerçek yaşam veri setine uygulanan farklı amaç fonksiyonları içeren yöntemden elde edilen sonuçlar hem doğrusal hem karesel hem de kübik regresyon analizinden elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılmıştır. Önerilen yöntem, amaç fonksiyonlarının özellikleri doğrultusunda klasik yöntemlerden daha iyi bir performans göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Dayanıklı Tahmin Ediciler, Yapay Sinir Ağları, Hibrit Model.

A New Artificial Neural Network Model to Consider Simultaneously Linear and Nonlinear Relations Using Different Types of Error Functions

Abstract

Regression analysis is one of the most powerful statistical techniques under the assumptions it requires. However, if these assumptions are not met by the data, non-constant variance, non-normality, auto-correlation and multicollinearity problems and moreover the problem of having

outliers in the data set have negative effects on the estimation results of the regression analysis. Therefore the inferences about regression results can lead to misleading interpretation. When working with real-life data, deviations from these assumptions occur. In the literature, robust regression analysis techniques have been developed that do not have a negative impact on regression estimates when there are deviations from the assumptions. In this study, in case of the data contaminated by the outlier(s), the different types of objective functions corresponding to robust regression estimation have been used instead of the classical objective function of the artificial neural network that analyzes simultaneously both linear and nonlinear relationships. The proposed method with including different objective functions was applied to the real-life data set. The obtained results were compared with the results obtained from linear, quadratic and cubic regression analysis. The proposed methods according to the characteristics of the objective functions performed better than the classical methods.

Keywords: Robust Estimators, Artificial Neural Networks, Hybrid Model.

GİRİŞ

İstatistiksel tahminleme gözlemler ve varsayımlar olmak üzere iki temel üzerine kurulmuştur (Huber, 1981). Regresyon analizinde; hata terimlerinin sıfır ortalamalı, sabit varyanslı, hataların dağılımlarının normal dağılıma sahip olması temel varsayımlar olarak sıralanabilir. Varsayımlar geçerli olduğu sürece regresyon analizinden elde edilen en küçük kareler (EKK) tahmin edicileri lineer, yansız ve minimum varyanslı olma özelliklerini sahip olur. Ancak gerçek yaşam veri seti ile çalışıldığında, aykırı değer(ler)in varlığı ve/veya hata terimleri normal dağılım göstermediği durumlarında varsayımlardan sapmalar meydana gelmekte ve regresyon tahminlerinin tutarlılığı bozulabilmektedir.

Literatürde veri içerisinde aykırı değer(lerin) varlığından daha az etkilenen çok sayıda dayanıklı regresyon tahmin edicisi geliştirilmiştir. Bunlardan başlıca dayanıklı tahmin ediciler; en küçük mutlak sapma (Least Absoulute Devilation-LAD), en küçük medyan kare (Least median square-LMS), LTS, M tahmin edicileri olarak sıralanabilir (Huber, 1981; Rousseeuw ve Leroy, 1987; Öztürk, 2008). Dayanıklı yöntemlerin öncelikli hedefleri aykırı değer(ler)in var olduğu durumlara karşı dayanıklı ve kararlı sonuçlar sağlayarak uygun parametre tahminleri elde etmektir. Çalışmanın yönteminde önem arz ettiği için LAD ve LMS tahmin edicilerine ayrıntılı olarak değinilecektir. LAD tahmin edicisinin amaç fonksiyonu mutlak hataların toplamını en küçüklemeyi hedeflemektedir. Denklem (1)'de LAD tahmin edicisinin amaç fonksiyonu formülüze edilmiştir. Bu bağlamda LAD tahminleri aykırı değerlerin varlığında EKK tahminlerinden daha iyi performans göstermektedir. LMS tahmin edicisinin amaç fonksiyonu ise hata karelerinin medyanını en küçüklemeyi hedeflemektedir. Aykırı değer(ler) karşısında hem EKK hem de LAD tahminlerine karşın daha iyi performans göstermektedir. Denklem (2)'de LMS tahmin edicisinin amaç fonksiyonu formülüze edilmiştir (Rousseeuw ve Leroy, 1987).

$$LAD = \sum_{i=1}^{n} \left| Y - \hat{Y} \right| \quad \textbf{(1)}$$

$$\text{LMS} = med(Y - \hat{Y})^2 \quad \textbf{(2)}$$

Literatürde dayanıklı tahmin ediciler ve yapay sinir ağları hem ayrı ayrı hem de kendi aralarında farklı biçimlerde geleneksel yöntemlere alternatif olarak sunulmuştur. Dayanıklı yöntemler, yapay sinir ağları içerisinde kullanıldığı durumlarda yapay sinir ağlarının daha iyi performans gösterdikleri belirlenmiştir (Rusiecki, 2012; Lin vd., 2015; Baş vd., 2016; Zhu vd., 2018).

Literatürde, gerçek yaşam verisinin doğası gereği yapılarında bulunan hem doğrusal hem de doğrusal olmayan karmaşık ilişkiyi çözümlemek için Yolcu vd. (2013), parçacık sürü optimizasyonu ile eğitilmiş yeni bir hibrit yapay sinir ağları önermektedir. Çalışma referans alınarak yapılan bir başka çalışmada, Baltacı ve Uslu (2021), gerçek yaşam verisinin karmaşık

yapısının içinde var olan doğrusal ve doğrusal olmayan ilişkileri aynı anda çözümleyen geri yayılım algoritması ile eğitilmiş yapay sinir ağı ile klasik regresyon yöntemlerine karşı başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Çalışmada ise, dayanıklı regresyon tahmin edicilerinden LAD ve LMS tahmin edicilerinin amaç fonksiyonları kullanılarak önerilen ağın klasik amaç fonksiyonuna alternatif oluşturulmuştur.

Çalışmanın amacı; veri içerisinde aykırı değer(ler)in varlığı durumunda; regresyon verisinin doğası gereği içerisinde var olan hem doğrusal hem de doğrusal olmayan ilişkileri aynı anda çözümleyen yapay sinir ağının klasik amaç fonksiyonu yerine, farklı tipte hata fonksiyonları kullanarak yeni bir hibrit ağ geliştirmektir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal, Kurnaz vd. (2018)'nin yapmış oldukları çalışmada 85 farklı yayılma ortamından kaydettikleri ve yeni bir haritalama kuralı geliştirdikleri ölçüm değerlerinden oluşmaktadır. Bu bağlamda veride haritalama için SIR (signal-to-interference ratio) değişkeni kullanılarak CQI (channel quality indicator) değişkeni açıklanmaya çalışılmıştır.

Tablo 1. *Kurnaz vd. (2018) veri seti*

Gözlem No	CQI	SIR
1	28.025	20.427
2	27.150	18.940
⋮	⋮	
84	29.430	21.820
85	29.860	23.450

Veriye, önerilen ağda sigmoid fonksiyon kullanıldığı için denklem (3)'deki [0,1] aralığında veri üreten normalizasyon yöntemi uygulanmıştır.

$$x = \frac{x_0 - x_{min}}{x_{max} - x_{min}} \quad \textbf{(3)}$$

Performans kriteri olarak normalize edilen verilerin (4) numaralı denklemde ifade edilen RMSE değerinin en küçük, en büyük, ortalama ve medyan değerleri hesaplanmıştır.

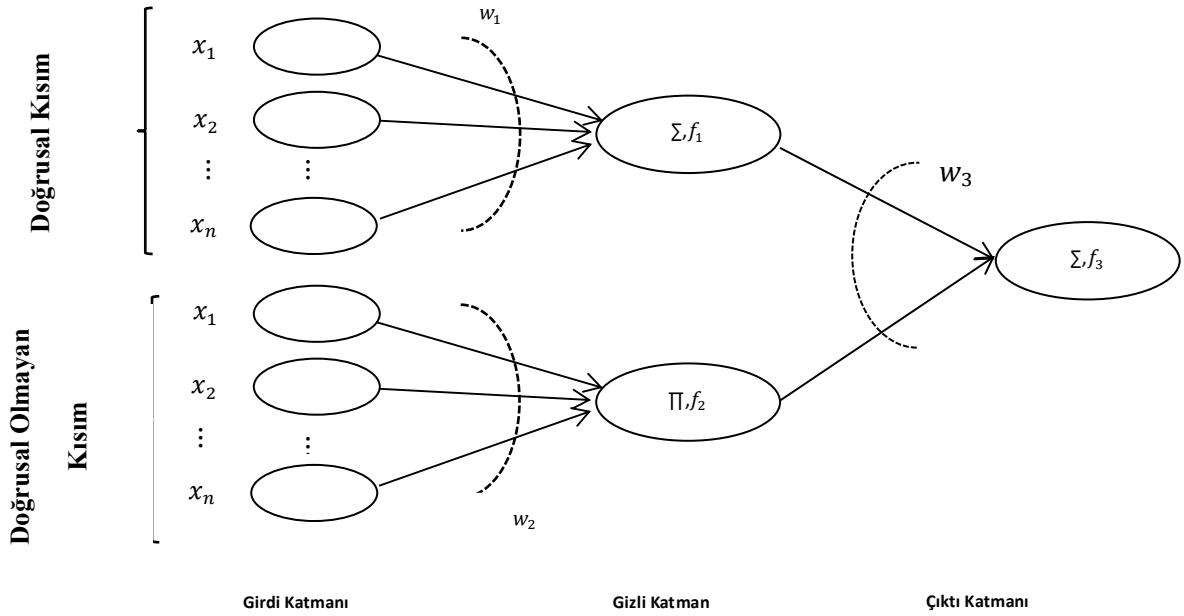
$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(beklenen\ çıktı_i - çıktı_i)^2} \quad \textbf{(4)}$$

Geliştirilen yöntemde; Baltacı ve Uslu (2021)'nun önerdikleri ağın klasik amaç fonksiyonuna alternatif olarak dayanıklı tahmin edicilerin amaç fonksiyonlarını öneren yeni bir ağ geliştirilmiştir. Klasik durdurma kriterine sahip olan ağın kullanıldığı yöntem LS&D&DO&YSA; LAD kriterinin kullanıldığı yöntem LAD&D&DO&YSA ve LMS kriterinin kullanıldığı yöntem ise LMS&D&DO&YSA olarak adlandırılmıştır. Bu bağlamda ağın algoritması aşağıdaki gibi verilmiştir.

Adım 1: Örneklerin toplanması aşamasında eğitim ve test kümelerinde hangi gözlemlerin olacağına karar vermek amacıyla örneklem seçimi yapılmıştır. Bu bağlamda 100 farklı rastgele küme seçimi yapılmıştır. Eğitim küme oranı 0.70 buna karşılık test küme oranı ise 0.30 olarak belirlenmiştir.

Adım 2: Şekil 1'de ağ yapısının şematize edilmektedir (Yolcu vd. 2013).

Şekil 1. *D&DO&YSA mimarisi*



x_i'ler girdi değişkenlerini, w_j'ler ağırlık değerlerini temsil etmektedir. Birleştirme fonksiyonları; McCulloch-Pitts fonksiyon ($\sum$) ve çarpımsal nöron fonksiyon ($\prod$) olarak belirlenmiştir. Aktivasyon fonksiyonları da doğrusal ve sigmoid fonksiyonlar olmak üzere (5) ve (6) denklemdeki gibi formülüze edilmiştir.

$$f_1(x) = x \quad \textbf{(5)}$$

$$f_2(x) = \left(\frac{1}{1+e^{-x}}\right) \quad \textbf{(6)}$$

Adım 3: Başlangıç ağırlıklarının hesaplanması aşamasında ilk ağırlık değerleri rastgele oluşturulurken daha sonraki ağırlıklar geri yayılım algoritması ile ağ tarafından öğrenilecektir.

Adım 4: Doğrusal ilişkinin çözümlendiği bölümün çıktıları denklem (7) denklem (8)'de hesaplanmıştır. Denklem (7)'de doğrusal kısım için aktivasyon değeri Net_1 formülüze edilmiştir.

$$Net_1 = \sum_{j=1}^{n} w_{1j} x_1 + b_1 \quad \textbf{(7)}$$

Denklemde; w_{1j} $(j = 1, 2, \ldots, n)$, doğrusal kısım için girdi katmanı ile gizli katmandaki nöron arasındaki ağırlık vektörünü; b_1: Yan (eşik) değerini temsil etmektedir. Denklem (8)'de çıktı değeri ifade edilmiştir.

$$o_1 = f_1(Net_1) = Net_1 \quad \textbf{(8)}$$

Denklemde; o_1, doğrusal kısım için çıktı değerini ifade etmektedir.

Adım 5: Doğrusal olmayan ilişkinin aktivasyon fonksiyonu (9) numaralı denklemde hesaplanmıştır.

$$Net_2 = \prod_{j=1}^{n} w_{2j} x_1 + b_{2j} \quad \textbf{(9)}$$

Burada; w_{2j} $(j = 1, 2, \dots, n)$, doğrusal olmayan kısımdaki girdi katmanı ile gizli katmandaki nöron arasındaki ağırlık vektörünü, b_2 yan (eşik) değerini temsil etmektedir. Denklem (10)'da ise çıktı değeri ifade edilmiştir.

$$o_2 = f_2(Net_2) = \frac{1}{1+\exp(-Net_2)} \quad \textbf{(10)}$$

Adım 6: Yöntemin çıktı değeri (11) numaralı denklem ile hesaplanmıştır.

$$Net_3 = [w_{31}Net_1 + w_{31}Net_1 + b_3] \quad \textbf{(11)}$$

Burada; w_{31} ve w_{32}, çıktı katmanı ile gizli katmandaki nöron arasındaki ağırlık vektörlerini; b_3 ise yan (eşik) değerini ifade etmekte ve modelin çıktısı (12) numaralı denklemde formülüze edilmektedir.

$$\hat{Y} = f_1(Net_3) = Net_3 \quad \textbf{(12)}$$

Önerilen ağın hatası ise denklem (13)'de hesaplanmıştır.

$$E_m = Hata = Y - \hat{Y} \quad \textbf{(13)}$$

Adım 7: Ağırlıklar geri yayılım algoritması ile eğitilerek güncellenmiştir. Ağın mimarisi gereğince öncelikle doğrusal sonrasında doğrusal olmayan kısmın ağırlıkları güncellenecektir.

Adım 7.1: Çıktı katmanı ile ara katman arasındaki ağırlıkların güncellenmesi denklem (14)'te ifade edilmiştir.

$$\Delta w_{jm}(t) = \lambda\delta_m f(Net) + \alpha\left[\Delta w_{jm}(t-1)\right] \quad \textbf{(14)}$$

Burada; $\Delta w_{jm}(t)$: t. iterasyon için ara katmandaki j. işlem elemanını çıktı katmanındaki m. işlem elemanına bağlayan bağlantının ağırlığındaki değişim miktarını; λ, öğrenme katsayısını; δ_m, hata payını; $f(Net)$, aktivasyon fonksiyonunu; α, momentum katsayısını ve $\Delta w_{jm}(t-1)$ ise $(t-1)$.nci iterasyondaki ağırlık değişim miktarı ifade etmektedir. Hata payı ise (15) numaralı denklemdeki gibi hesaplanmaktadır.

$$\delta_m = f'(Net_3)E_m \quad \textbf{(15)}$$

Güncel ağırlık değeri ise (16) numaralı denklemde ifade edilmiştir.

$$w_{jm}(t) = w_{jm}(t-1) + \Delta w_{jm}(t) \quad \textbf{(16)}$$

Denklemde; $w_{jm}(t)$, t. iterasyon için yeni ağırlık değerini; $w_{jm}(t-1)$, (t-1). iterasyon ağırlık değerini; $\Delta w_{jm}(t)$ ise t. iterasyon için değişim miktarını temsil etmektedir.

Adım 7.2: Ara katman ile girdi katmanı arasındaki ağırlıkların güncellenmesine ilişkin notasyon denklem 17'deki gibi hesaplanmıştır.

$$\Delta w_{kj}(t) = \lambda\delta_j f(Net_1) + \alpha\left[\Delta w_{kj}(t-1)\right] \quad \textbf{(17)}$$

Burada; $\Delta w_{kj}(t)$, t. iterasyon için girdi katmandaki k. işlem elemanını ara katmandaki j. işlem elemanına bağlayan bağlantının ağırlığındaki değişim miktarı; λ, öğrenme katsayısını; δ_j, hata payını; $f(Net_1)$, aktivasyon fonksiyonunu (Özdeş Fonksiyon); α, momentum katsayısını ve $\Delta w_{kj}(t-1)$ ise $(t-1)$.nci iterasyondaki ağrılık değişim miktarı temsil etmektedir. Hata payı ise 18 numaralı denklemde ifade edilmiştir.

$$\delta_j = f'(Net_1)\sum_m \delta_m w_{jm} \quad \textbf{(18)}$$

Güncellenen ağırlık değerleri (16) numaralı denklemdeki gibi hesaplanmaktadır.

Adım 7.3: Güncel eşik değerleri (19) numaralı denklemdeki gibi hesaplanmaktadır.

$$\Delta b_m(t) = \lambda\delta_m + \alpha[\Delta b_m(t-1)] \quad \textbf{(19)}$$

Burada; $\Delta b_m(t-1)$, $(t-1)$.nci iterasyondaki eşik değerinin ağrılık değişim miktarını; $\Delta b_m(t), t.$ iterasyon için çıktı katmanındaki m. işlem elemanının eşik değerinin ağırlığındaki değişim miktarını ifade etmektedir. Güncel eşik değeri ise (20) numaralı denklemdeki gibi hesaplanmıştır.

$$b_m(t) = b_m(t-1) + \Delta b_{jm}(t) \quad \textbf{(20)}$$

Denklemde; $b_m(t)$, t. iterasyon için çıktı katmanındaki m. işlem elemanının eşik değerinin yeni ağırlık değerini; $b_m(t-1)$, $(t-1)$. iterasyon için çıktı katmanındaki m. işlem elemanının eşik değerini ifade etmektedir.

Adım 8: Optimal çözümün belirlenirken durdurma kriteri, yapay sinir ağlarının klasik kriterine alternatif olarak literatürde LAD ve LMS dayanıklı regresyon tahminlerinin amaç fonksiyonları olan (1) ve (2) numaralı denklemlerde ifade edilen fonksiyonlar kullanılmıştır. Hataların karelerini en küçüklemeyi hedefleyen klasik durdurma fonksiyonu ise (21) numaralı denklemde ifade edilmiştir.

$$LS = \sum_{i=1}^{n} \left(Y - \hat{Y}\right)^2 \quad \textbf{(21)}$$

BULGULAR

Önerilen yöntemden elde edilen bulgular hem doğrusal regresyon analizi ile hem polinom regresyon olarak tanımlanan karesel ve kübik regresyon yöntemleri kıyaslanmıştır. Ayrıca veri seti için literatürde geliştirilen diğer referans değerler ile de kıyaslama yapılmıştır.

Öncelikle veri setinde aykırı değer tespiti için artık analizi yapılmıştır. Sonuçlar Minitab 17 paket programından elde edilmiştir. COOK uzaklıkları, çekim gücü (h_{ii}), tahmin değerleri arasındaki fark (DFFITS), silinmiş artıklar (TRES) ve standart artıklar (SRES) ölçütleri değerlendirilerek yapılan analiz sonuçlarına göre 27, 28 ve 34 numaralı gözlemler aykırı değer belirlenmiştir.

Öğrenme parametrelerinden momentum katsayısı 0.90 öğrenme katsayısı ise 0.10 olarak belirlenmiştir. 100 farklı örneklem seçimine ilişkin 30'ar iterasyon için program 100 kez koşturulmuş olup nihai sonuçlara bu parametreler ile varılmıştır. Ağın sonuçları sonuçları Matlab (R2019) programında elde edilmiştir.

Tablo 2. *Farklı hata fonksiyonlarında önerilen model için optimal ağırlık değerleri ve ilgili örneklem seçim kombinasyon numarası*

Kombinasyon Numarası	Yöntem	w_1	b_1	w_2	b_2	w_3	b_3
11	LS&D&DO&YSA	3.0729	-1.5907	1.4416	0.2076	0.2564	0.0997
						0.9935	
		w_1	b_1	w_2	b_2	w_3	b_3
11	LAD&D&DO&YSA	-0.7991	-0.4041	0.2357	0.6360	-0.8485	-0.4011
						0.6792	
		w_1	b_1	w_2	b_2	w_3	b_3
11	LMS&D&DO&YSA	-0.8624	-0.4441	0.2276	0.9708	-0.8047	-0.3466
						0.5802	

Tablo 2'de farklı LS, LAD ve LMS hata fonksiyonları için elde edilen sonuçların optimal ağırlık değerleri verilmektedir.

Tablo 3. *Farklı hata fonksiyonlarına sahip yöntemlerin test kümesi performans değerlerine ait istatistikler*

Kriter		**LS&D&DO&YSA**	**LAD&D&DO&YSA**	**LMS&D&DO&YSA**
RMSE	**En Küçük**	0.0901	0.0887	0.0877
	En Büyük	0.1144	0.1346	0.1292
	Ortalama	0.1045	0.1108	0.1081
	Medyan	0.1059	0.1346	0.1090

Tablo 3'te örneklem seçimine gerek duymaksızın tüm fonksiyonlar için RMSE değerinin en büyük, en küçük, ortalama ve medyan değerleri verilmiştir. Bu bağlamda; en iyi performans değeri en küçük RMSE değerine göre LMS&D&DO&YSA yönteminden; ortalama ve medyan RMSE değerine göre ise LS&D&DO&YSA yönteminden elde edilmiştir.

Tablo 4. *Yöntemlerin en küçük RMSE değerlerine göre karşılaştırılması*

Yöntem	**RMSE**
Kurnaz vd. (2018)	0.0991
Doğrusal Model	0.1285
Karesel Model	0.1606
Kübik Model	0.1747
LS&D&DO&YSA	0.0901
LAD&D&DO&YSA	0.0887
LMS&D&DO&YSA	**0.0877**

Tablo 4 incelendiğinde önerilen yöntemlerin hem klasik doğrusal regresyon modeli ile hem karesel ve kübik regresyon modelleri hem de Kurnaz vd. (2018) çalışmalarında önerdikleri model ile karşılaştırılması görülmektedir. Bu bağlamda; LMS fonksiyonu kullanılarak hesaplanan yöntemden elde edilen sonuçlar diğer tüm yöntemlerden iyi performans sergilemiştir.

SONUÇ

Çalışmada, gerçek yaşam verileri ile çalışıldığında, aykırı değer(ler)in ve verideki doğrusal ya da doğrusal olmayan ilişkilerin varlığı durumunda klasik yöntemlere alternatif olarak hem aykırı değer(ler)in etkilerini en aza indirgeyecek hem de verideki karmaşık yapıyı aynı anda çözümleyecek yeni bir hibrit ağ geliştirilmiştir. Geliştirilen ağ; doğrusal ve doğrusal olmayan geleneksel yöntemlere, önerilen ağın klasik amaç fonksiyonuna ve literatür sonucuna karşı üstün performans göstermiştir.

Artık analizi sonucunda 27, 28 ve 34 numaralı gözlemler aykırı değer olarak belirlenmiştir. Bu bağlamda önerilen hibrit ağ için en küçük RMSE değerine göre kıyaslama yapıldığında; LMS

amaç fonksiyonunun en az hata ile tahminleme yaptığı görülmektedir. LMS hata fonksiyonunun aykırı değer(ler) varlığında başarılı sonuç göstermesi literatürü destekler niteliktedir. Ayrıca LAD hata fonksiyonunun ise klasik amaç fonksiyonundan daha iyi sonuç verdiği tespit edilmiştir. Bu durum da literatürü destekler niteliktedir. Önerilen yöntemin tüm amaç fonksiyonlarında en az hata ile tahminleme yapan örnek kombinasyonunun 11 numaralı kombinasyon olması dikkat çekicidir.

Sonuç olarak, geri yayılım algoritması ile eğitilen hibrit ağa ilişkin tüm hata fonksiyonlarının geleneksel ve Kurnaz vd. (2018) yöntemlerine karşın üstün performans gösterdiği görülmektedir. İlerleyen çalışmalarda önerilen ağın başlangıç ağırlıklarını genetik algoritma kullanarak belirlenmesi ile daha az hata ile tahminleme yapılması hedeflenmektedir.

KAYNAKÇA

BALTACI, A.Z. ve USLU, V.R. (2021). "Doğrusal ve Doğrusal Olmayan İlişkileri Aynı Anda Dikkate Alan Yeni Bir Yapay Sinir Ağı Modeli", 7. Uluslararası Bilimsel Çalışmalar Kongresi, 213-221, https://kongre.akademikiletisim.com/files/ubcak7/ubcak7_tam_metin_kitabi.pdf.

BAŞ, E. (2016). "The Training Of Multiplicative Neuron Model Based Artificial Neural Networks With Differential Evolution Algorithm For Forecasting", JAISCR, 6 (1), 5-11.

HUBER, P.J. (1981). Robust statistics. John Wiley, New York.

KURNAZ, Ç., KORUNUR ENGİZ, B. ve ESENALP, M.O. (2018). "A novel empirical SIR-to-CQI mapping rule for DC-HSDPA systems." Turkish Journal of Electrical Engineering & Computer Sciences, 25, 4768-4776.

LIN, Y.L., HSIEH, J.G., JENG, J.H. ve CHENG, W.C. (2015). "On least trimmed squares neural networks", Neurocomputing, 161, 107-112.

ÖZTÜRK, L. (2008). "Hata terimlerinin pareto ve weibull dağıldığı durumda LTS ve EKK regresyon kestiricilerinin karşılaştırılması", Öneri Dergisi, 8, 199-207.

ROUSSEEUW, P.J. ve LEROY, M.A. (1987). Robust Regression and Outlier Detection. John Wiley & Sons, New York.

Rusiecki, A. (2012). "Robust Learning Algorithm Based on Iterative Least Median of Squares, Neural Process Lett", 36, 145–160, DOI 10.1007/s11063-012-9227.

YOLCU, U., EGRIOGLU, E., ALADAG, C.H. (2013). "A new linear&nonlinear artificial neural network model time series forecasting", Decision Support Systems, 54, 1340-1347.

ZHU, X., WU,G., COULON, F., WU, L ve CHEN, D. (2018). "Correlating Asphaltene Dimerization with Its Molecular Structure by Potential of Mean Force Calculation and Data Mining", Energy Fuels, 32, 5779−5788. DOI: 10.1021/acs.energyfuels.8b00470.

Presentation ID / Sunum No=

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID:

Bootstrap Yeniden Örnekleme Yöntemi

İlkay Koyuncuoğlu

Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstatistik
E-mail: ilkay.koyuncuoglu@gmail.com

Özet

Modern bilgisayarlar ve yazılımlar, verilere grafiksel ve sayısal olarak bakmaya imkan sağlar. Kağıt kalemle yapılabilecek olandan daha gerçekçi, doğru ve bilgilendirici analizler yapılmasına olanak verir. Yeniden örnekleme yöntemleri, anlamlılık testlerinin performansını, güven aralıklarını ve standart hatalarını hesaplayarak belirsizliği ölçmeye yardımcı olur. Örnekleme dağılımına dayanan bir fikirdir. Bootstrap yöntemi, yeniden örnekleme yönteminin bir başlığıdır ve en yaygın kullanılan yöntemdir. Bir istatistiğin bootstrap dağılımı pek çok örneklemi temel alan örnekleme dağılımını temsil etmektedir. Bootstrap dağılımının yaklaşık olarak normal ve orijinal istatistiği merkez alıp almadığını belirlemek ve yayılımı hakkında bilgi sahibi olmak için grafik ve sayısal özetler kullanılmaktadır. Bootstrap dağılımı tüm istatistikler için geçerlidir.

Anahtar kelimeler: yeniden örnekleme yöntemleri, bootstrap dağılımı, güven aralıkları, küçük örneklem, konum kestiricileri

Bootstrap Resampling Method

Abstract

Modern computers and software allow viewing data both graphically and numerically. It allows for more realistic, accurate and informative analyzes than can be done with paper and pencil. Resampling methods help measure uncertainty by calculating the performance of significance tests, confidence intervals and standard errors. It is an idea based on sampling distribution. The Bootstrap method is a title of the resampling method and is the most commonly used method. The bootstrap distribution of a statistic represents a sampling distribution based on many samples. Graphical and numerical summaries are used to determine whether the Bootstrap distribution is based approximately on normal and original statistics and to have information about its spread. The Bootstrap distribution applies to all statistics.

Keywords: resampling methods, bootstrap distribution, confidence Intervals, small sample, location estimators

1. YENİDEN ÖRNEKLEME YÖNTEMLERİ GİRİŞ

Yeniden örnekleme yöntemleri, yazılımlar kullanılarak kitleden alınan bir örneklemden yeniden örneklemler alarak daha hızlı ve güvenilir sonuçlar elde edilmesine imkan sağlar. Tekrar tekrar örneklemler alınmasından dolayı elle oldukça zor ve zahmetli olacak analizleri yazılımlar vasıtasıyla daha hızlı ve anlaşılır elde eder. Örnekleme dağılımının tüm olası örneklemlerini elde etmenin zor olmasından ve yeterli örneklem alınmasının çok mümkün olmamasından dolayı daha kullanışlıdır.

Modern bilgisayarlar ve yazılımlar, verilere grafiksel ve sayısal olarak bakmaya imkan sağlamaktadır. Kağıt kalemle yapılabilecek olandan daha gerçekçi, doğru ve bilgilendirici analizler yapılmasına olanak verir. En yaygın olarak kullanılan yeniden örnekleme yöntemleri; bootstrap, permütasyon testi, jackknife ve çapraz doğrulama yöntemleridir. Yeniden örnekleme yöntemleri, anlamlılık testlerinin performansını, güven aralıklarını, hipotez testlerini ve standart hatalarını hesaplayarak belirsizliği ölçmeye yardımcı olur. Örnekleme dağılımına dayanan bir fikirdir ve örnekleme dağılımı taklit etmektedir.

Normal dağılım varsayımı veya büyük örneklem zorunluluğu şartları yoktur. Bu durumda daha az varsayım gerektirdiği görülür. Pratikte klasik yöntemlere göre daha başarılı ve yüksek doğruluk vermektedir. Her istatistik için yeni formül gerektirmez böylece genelle uyarlanabilir sonuçlar verir. Teorik olarak yapılan işlerin uygun yazılımlar kullanılarak somut hale getirilerek uygulanmasına ve dolayısıyla anlaşılması daha kolay hale getirilmesine olanak sağlamaktadır.

Kitle iki tepeli veya çarpık olduğu varsayıldığında örnekleme dağılımı merkezi limit teoremi ile normal dağılmaktadır. Rastgele yeterli sayıda örneklemler alındığında, bu örneklemler kitleyi temsil edeceği için yine çarpık olabilmektedir. Fakat elde edilen bu örneklemlerden 1000 tekrar ile yeniden örnekleme prosedürü işlendiğinde dağılımın şekli normal dağılıma uymakta ve merkezi çekildiği örneklemin merkezinde yer almaktadır. Eğer tek bir örneklemden yeniden örneklem prosedürü işlenerek yeniden örnekleme dağılımları oluşturulursa elde edilen birden fazla yeniden örnekleme dağılımlarının şekli ve yayılımı birbirlerine benzemektedir.

2. BOOTSTRAP DAĞILIMI

Bootstrap prosedürü, bir örneklemden bir çok örneklem çekerek gerçekleştirilen bir yaklaşımdır. (Hesterberg vd., 2003:4)

1. Orijinal örneklemden, yerine koyarak örneklem boyutunu değiştirmeden yeniden B kere örneklem alınır.

2. Her yeniden örneklem için istenilen istatistik hesaplanır.

3. Bootstrap dağılımı, istatistiğin örnekleme dağılımının şekli, ortalaması ve yayılımı hakkında bilgi verir.

Bir istatistiğin bootstrap dağılımı pek çok örneklemi temel alan örnekleme dağılımını temsil eder. Bootstrap dağılımı, istatistiğin örnekleme dağılımına yaklaşır ve örnekleme dağılımı ile yaklaşık olarak aynı dağılımı ve şekli alır. Bootstrap dağılımının yaklaşık olarak normal ve orijinal istatistiği merkez alıp almadığını belirlemek ve yayılımı hakkında bilgi sahibi olmak için grafik ve sayısal özetler kullanılır.

Bootstrap dağılımının standart hatası aynı zamanda standart sapması olarak kullanılır ve istatistikteki değişimi orijinal verilere dayalı tahmin etmenin bir yolu olarak kullanılır. Bootstrap dağılımı, orijinal verileri değiştirmeden veya orijinal verilere ekleme yapmadan kullanır. Bootstrap dağılımı bilginin arttırılması için, daha fazla örneklem kullanmanın yerine geçmez. Örneklemin boyunun büyük olması her zaman daha iyi sonuçlar vermektedir. Daha az örneklem alarak yeniden örnekleme sayısının arttırılması ile aynı sonuçları vermemektedir. Plug-in ilkesi

tarafından μ ve σ/ n, $\bar{x}$ve $s/\sqrt{n}$ ile tahmin edilmesini önerilir. Bootstrap dağılımı tüm istatistikler için geçerlidir. (Efron ve Tibshirani, 1993).

2.1 Örnekleme Dağılımı ve Bootstrap Dağılımı

Güven aralıkları, hipotez testleri ve standart hataların tümü bir istatistiğin örnekleme dağılımına dayanır. Pratikte, örnekleme dağılımını oluşturmak için tüm olası rassal örneklemleri hesaplanması gerekir fakat bu pek mümkün değildir. Bunun yerine kitle dağılımı biliniyorsa, olasılık yasaları (merkezi limit teoremi), bazı durumlarda örnekleme dağılımı hakkında bilgi verir. Fakat kitle dağılımı için çoğu durumda normallik varsayımı sağlanmaz ve elde edilen birçok örneklem yeterli olmayabilir. Bu durumda olasılık yasalarına başvurulamaz. Ancak kitleden birçok örneklem seçmektense, orijinal örneklemden yeniden örnekleme yapılması daha hızlı ve uygundur. Kitleden alınan bir örneklem kitle gibi kullanılarak, bootstrap dağılımı oluşturulmak için ondan birçok örneklem alınır. Artık örnekleme dağılımı yerine bootstrap dağılımı kullanılır. Çoğu durumda bootstrap dağılımı, şekil ve yayılım olarak örnekleme dağılımıyla aynıdır. Ancak, parametre değeri yerine orijinal istatistik değerinde konumlanır.

2.2 Standart Hata

Bootstrap dağılımı, ortalamanın dışındaki istatistiklerin standart hatalarını bulmak için de kullanılmaktadır. Örnekleme dağılımı normal dağılıma yakınsa ve gercek parametre değerinde konumlanmışsa, 't' güven aralığını hesaplamak için bootstrap standart hatası kullanılabilir. Bu nedenle örnekleme dağılımının şekli, yayılımı ve konumunu kontrol etmek için bootstrap dağılımı kullanılabilir.

Bootstrap dağılımının standart hatası, orijinal örneklemin ortalamasının değişimi hakkında bilgi verir. Bootstrap dağılımının standart sapmasını hesaplayarak örneklemin değişimi hakkında daha net bilgi elde edilebilir. Bootstrap uygulayarak, bu standart sapma, $\bar{x}$' ın örnekleme dağılımının standart sapmasının tahmini için kullanılır.

2.3 Yanlılık

Örnekleme dağılımı için yanlılık tahmini:

$$\text{bias}(\hat{\theta})=E(\hat{\theta}) - \theta \tag{1}$$

şeklinde gösterilir. Bootstrap yöntemi sonucunda elde edilen istatistik, tam olarak istatistiğin tahmin ettiği parametre değerinde konumlanmadığı için yanlılık ortaya çıkmaktadır (Efron ve Tibshirani, 1993).

Yanlılığın Bootstrap Tahmini:

$$\text{bias}(\widehat{\theta^*})=E(\widehat{\theta^*}) - \hat{\theta} \tag{2}$$

şeklinde gösterilir. Yanlılığın az olması, bootstrap dağılımının, orijinal örneklemin istatistiğinde konumlandığını gösterir.

2.4 Bootstrap Yöntemi ve Diğer Konum Kestiricileri

Özellikle kitle dağılımı çarpık olduğu durumlarda, ortalama yerine, budanmış ortalama veya medyan tercih edilebilir. Budanmış ortalama; veri setinin ilk ve son %γ'sını veri seti dışında bırakılarak geriye kalan %1-2γ ile çalışır.

Bootstrap budanmış ortalama, ortalamayı bootstrap medyandan daha iyi temsil eder. Çünkü medyanda örneklem sayısı tek olan örneklemlerde arada kalan tek bir değerle ve örneklem sayısı çift olan örneklemlerde ise arada kalan iki değerin ortalamasıyla ilgilenilir. Bu durumda budanmış ortalamanın belirlenen aralık içinde kalan değerlerle ilgilendiği için daha iyi temsil etmektedir. Budanmış ortalamanın bootstrap dağılımı, ortalamanın bootstrap dağılımından ve medyanın bootstrap dağılımından daha az çarpık ve normale daha yakın sonuçlar vermektedir. Bootstrap

örneklemlerinin elde edildiği orijinal örneklem yeterince büyük olmadığı sürece bootstrap medyan iyi sonuç vermemektedir (Hesterberg vd., 2003).

Bootstrap iki grup karşılaştırması, iki kitle olduğu ve iki kitlenin de normal dağıldığı varsayıldığında, her kitleden ayrı örneklemler alınırak iki örneklem t testi kullanılır. Bootstrap örneklemler oluşturulurken, her örneklem birbirinden bağımsız olmalı ve her örneklem kendi içinde yeniden örneklenmelidir. Örneğin, iki farklı kitle olduğu ve ayrı örneklemler alındığı varsayılsın. Bu durumda belirlenen tekrar sayısına göre, B, yeniden örneklemler iki ayrı örneklemden elde edilir ve sıralı şekilde farkları alınarak B tane fark elde edilir. B tane fark için bootstrap dağılımı oluşturulur.

2.5 Bootstrap Yöntemi Küçük Örneklem

Küçük örneklemler için değişkenlik ve çarpıklığa dayanıklı olan BCa ve Tilting yöntemleri kullanılabilir. Küçük örneklem kullanılırken 1000 veya daha fazla yeniden örneklem kullanılması durumunda daha az ekstra değişim görülür. Bu değişim örneklem boyutu yeterli seviyeye getirilerek azaltılabilir. Bootstrap yöntemi örnekleme dağılımında olduğu gibi küçük örneklemlerin zayıflığının üstesinden gelemez.

Kitle dağılımı normal olduğu varsayıldığında, örnekleme dağılımı yine merkezi limit teoreminden dolayı normal dağılıma uyacaktır. Fakat küçük örneklemler çekildiğinde dağılımları normalden uzak, tekdüze, çarpık veya 2 tepeli olabilir. Bu örneklemlerden yeniden örneklemler çekildiğinde yeniden örnekleme dağılımlarının normal dağılım şeklini, yayılımını ve merkezini taklit ettiği görülmektedir.

2.6 Diğer Bootstrap Yöntemler

Yeterli veri olmama durumunda yanlılık ve çarpıklık düzeltmeleri için BCa ve tilting yöntemleri kullanılabilir. Dağılım sağa çarpık olduğu ve örneklem sayısı yeterince büyük olmadığı durumlarda parametre tahmin edilirken, örnekleme dağılımı normal varsayılamamaktadır.

Yüzdelik bootstrap yönteminin hem teoride hem de uygulamada görülen yetersizliklerinin giderilmesi amacıyla geliştirilmiştir (Efron ve Tibshirani, 1993). BCa yöntemi, bir yanlılık düzeltme faktörü ekleyerek bootstrap parametresi tahminlerinin hem sapmasını hem de çarpıklığını düzeltir (Jung, Lee, Gupta and Cho, 2019). BCa ve tilting hesaplamaları temelde farklı olsa da, yeniden örnekleme sayısı 5000'den az ise BCa'daki rastgelelikten gelen değişimin haricindeki sonuçlar yaklaşık olarak standart yöntemlerle aynı olma eğilimindedirler (Hesterberg vd., 2003).

2.7 Bootstrap Güven Aralıkları

Güven aralıkları bir istatistiğin örnekleme dağılımına dayanmaktadır. Bootstrap güven aralıkları oluşturmak için kitle ile ilgili koşullara veya istatistiğin örnekleme dağılımı hakkında özel bilgiye ihtiyaç yoktur.

Bootstrap güven aralıkları ilgilenilen her istatistik için kullanılabilir ve bootstrap formülleri değiştirilmeden kullanılır. Bootstrap dağılımı, örnekleme dağılımının yaklaşık olarak normal ve küçük yanlılığa sahip olduğunu söylediği durumda bootstrap güven aralığı kullanılabilir (Jung vd., 2019). Kitle aritmetik ortalaması için güven aralığı (tek örneklem t test güven aralığı):

$$\bar{x} \mp t * s/\sqrt{n} \tag{3}$$

şeklinde gösterilir. Herhangi bir parametre için güven aralığı elde edilirken bootstrap standart hatasının hesaplanış şekli değişmez. Plug-in ilkesine göre ilgilenilen istatistiğe karşılık gelen parametre için yaklaşık olarak 1-α düzeyinde güven aralığı:

$$\theta \mp t\, SE_{boot,\hat{\theta}} \tag{4}$$

şeklinde gösterilir. Burada t, 1-α düzeyinde t_{n-1}serbestlik dereceli dağılımından elde edilen 't' değeridir.

Bir istatistiğin bootstrap dağılımının 2,5. ve 97,5. yüzdelikleri arasındaki aralık, karşılık gelen parametre için %95' lik bootstrap güven aralığıdır. Bootstrap dağılımın yanlılığı küçükse ve dağılım normale yakınsa, bootstrap t güven aralığı ve yüzdelik bootstrap güven aralıkları birbirine yakın sonuçlar vermektedir (Jung vd., 2019).

SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Bir istatistiğe bootstrap uygulamak için, kitleden seçilen orijinal örneklemden, orijinal verileri değiştirmeden veya orijinal verileri ekleme yapmadan, B sayıda yeniden örneklemler elde edilir. Her yeniden örneklemden istenilen istatistik hesaplanır. Elde edilen B sayıda istatistiğin bootstrap dağılımı incelenir. Bootstrap dağılımı, istatistiğin örnekleme dağılımına yaklaşır. Şekil, yayılım ve konum açısından örnekleme dağılımını taklit etmektedir. Fakat örnekleme dağılımı parametreyi, bootstrap dağılımı ise orijinal örneklem istatistiğini merkez alır. Bootstrap dağılımının standart hatası, bootstrap dağılımının standart sapmasıdır. Bootstrap dağılımı ile, budanmış ortalama ve medyan gibi istatistiklerin örnekleme dağılımı ve standart hatası tahmin edilebilir. Küçük örneklemlerden elde edilen bootstrap dağılımlarının değişkenlikleri fazla olabilir. Örneklem sayısı arttırılarak daha yüksek doğruluk oranı elde edilebilir. Küçük örneklemler aynı zamanda medyan ve çeyreklikler gibi istatistikler için çok güvenilir değildir. Örneklem dağılımı çarpık, değişkenliği fazla ve örneklem boyutları küçük olduğu durumlarda bootstrap t güven aralıkları doğru sonuçlar vermeyebilir. Bu durumda standart bootstrap yöntemleri yerine tilting ve BCa yöntemleri gibi değişkenlik ve çarpıklığa dayanıklı bootstrap yöntemler kullanılmalıdır.

KAYNAKLAR

Efron, B. & Tibshirani R. (1993). "An Introduction to The Bootstrap". 1.st edition., London: Chapman and Hall/CRC.

Hesterberg, T., Monaghan, S., Moore, D. S., Clipson, A. & Epstein, R. (2003). "Bootstrap Methods and Permutation Test Companion". Chapter 18 to The Practice Of Business Statistics. 2nd edition., United States: W. H. Freeman and Company.

Jung, K., Lee, J., Gupta, V. & Cho, G. (2019). "Comparison of Bootstrap confidence interval methods for GSCA using a Monte Carlo Simulation". Frontiers in Psychology, 10, 2215.

Presentation ID / Sunum No= 52

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0000-0002-0773-9321

Amasya İli Elektrik Yük Verisinin Üstel Düzleştirme Yöntemleri ile Karşılaştırılmalı Analizi

Arş. Gör. Keziban Kılıç Topal[1], Prof. Dr. Vedide Rezan Uslu[2]

[1]Amasya Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Eğitim Bilimleri Bölümü, Amasya / Türkiye; E-mail: keziban.kilic@amasya.edu.tr;
[2]Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, İstatistik Bölümü, Samsun/ Türkiye, E-mail: rezzanu@omu.edu.tr;

Özet

Tahmin ve öngörüler geleceğe yönelik, planlar ve hedefler için önemlidir ve günlük yaşamımızda önemli rol oynamaktadır. Tek değişkenli zaman serileri analizinde yaygın olarak kullanılan üstel düzleştirme yöntemleri iş dünyasında ve endüstride çok kullanılan bir yöntemdir. Üstel düzleştirme yöntemleri basit olmasının yanı sıra güvenilir tahminler veren yöntemlerdir. Üstel düzleştirme yöntemlerinde başlangıç değerleri ve düzleştirme parametrelerinin belirlenmesi büyük bir önem taşımaktadır. Yük tahmini, elektrik enerji sistemleri için önemli bir bileşendir, geçmiş ve günümüz koşulların incelenerek gelecek hakkında bilgi edinmeyi sağlayan tahminlerdir. Yük tahmini üretim, iletim ve dağıtım kapasitelerinin artırılmasında veya azaltılmasının belirlenmesinde kullanılır. Bu çalışmada gerçek yaşam verisi olan Amasya ili Merzifon trafo merkezine ait kısa dönem yük verisi için üstel düzleştirme yöntemleri kullanılarak tahminler yapılmış ve tahmin sonuçları hata kareler ortalaması karekökü kullanılarak karşılaştırılmıştır. Üstel düzleştirme yöntemlerinde başlangıç değerleri ve düzleştirme parametreleri genetik algoritma yardımı ile belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Zaman Serileri, Kısa Dönem Yük Tahmini, Üstel Düzleştirme Yöntemleri, Genetik Algoritma.

Comparative Analysis of Amasya Province Electric Load Data With Exponential Smoothing Methods

Abstract

Estimates and forecasts are important for future plans and goals and play an important role in our daily life. Exponential smoothing methods, which are widely used in univariate time series analysis, are widely used in business and industry. Exponential smoothing methods are simple as

well as they give reliable estimates. Determination of initial values and smoothing parameters is an important issue in appliying exponential smoothing methods. Load forecasting is an important component for electrical energy systems; it provides information about the future by examining past and present conditions. Load forecasting is used to determine whether to increase or decrease generation, transmission, and distribution capacities. In this study, estimations were made by using exponential smoothing methods for real life data such as short-term load data. The data were obtained from the Merzifon transformer center in Amasya. The results obtained from the methods mentioned in this paper were compared according to the square root of the mean square error used as performance measure. In exponential smoothing methods, initial values and smoothing parameters were determined by using genetic algorithm.

Keywords: Time Series, Short Term Load Forecast, Exponential Smoothing Methods, Genetic Algorithm.

1.GİRİŞ

Enerji sistemleri üzerinde planlama yapmak enerji ihtiyaçlarını ekonomik, güvenilir ve kaliteli bir şekilde karşılamayı amaçlar. Elektrik yük tahmini üretim, iletim ve dağıtım kapasitelerini belirlemek amacıyla kullanılır. Geçmiş ve günümüz koşullarının birlikte değerlendirilmesi sonucunda yük tahmini hakkında, gelecekte ne olacağı dair varsayımlara dayanır. Tahminlerdeki hata, güç sistemi planlamalarında sıkıntılara neden olabilir. Kusursuz bir tahmin, kaynakların minimum israfı ile optimum yük akışını ve maliyet aşımlarının planlanmasını sağlayacaktır. İstatistiksel yöntemler yük tahmininde kolay ve iyi tahminler veren yaygın kullanıma sahip yöntemlerdir.

Zaman serisi verilerindeki değişimleri dikkate alarak tahminleri aynı anda sürekli güncelleştiren üstel düzleştirme yöntemleri ilk olarak Brown'un çalışmalarıyla ortaya çıkmıştır. Üç temel varyasyonu ile bu yöntemler; Brown tarafından 1959'da önerilen basit üstel düzleştirme yöntemi, Holt' un 1957'de önerdiği ikili üstel düzleştirme yöntemi, Winters' ın 1960' da önerdiği Holt-Winters üstel düzleştirme yöntemidir. Son yıllarda zaman serileri ve yapay zeka yöntemlerinin birlikte kullanımı ile yük tahmini için daha iyi sonuçlar elde edilmiştir.

Genetik Algoritma (GA), Genetik ve Doğal Seleksiyon ilkelerine dayanan arama tabanlı bir optimizasyon tekniğidir. Çözülmesi güç olan zor problemlere optimal veya optimale yakın çözümler bulmak için sıklıkla kullanılır. Doğadaki evrim yöntemlerini kullanan GA, iyi kuşakların yaşamlarının devam etmesini amaçlarken, kötü nesillerin yok olması kurallarına dayanır ve iyi çözümlerin kümelerini oluşturur. GA' da eş zamanlı olarak birden çok nokta değerlendirilmekte ve bütünsel çözüme ulaşma olasılığı yükselmektedir (https://tr.wikipedia.org/wiki/Genetik_algoritma).

2.YÖNTEM

Zaman serisi verilerini tahmin etmek amacıyla kullanılan üstel düzleştirme yöntemi, 1950'lerin sonlarında önerilen bir tekniktir. Başka bir tahmin tekniği olan basit hareketli ortalamada geçmiş gözlemlere aynı derecede ağırlık verirken, üstel düzleştirme yöntemi zaman içinde (en yeniden en eskiye gözlemler için) katlanarak azalan ağırlıkları kullanır. Yani üstel düzleştirme yönteminde dikkate alınan gözlem ne kadar eskiyse, o gözleme daha az ağırlık verilir; daha yeni gözlem daha alakalı olarak kabul edilir ve daha çok ağırlık alır. Üstel düzleştirme yöntemlerinde veride trend ve sadece bir mevsimsel davranış olduğunda Holt-Winters (HW) üstel düzleştirme yöntemi ile iyi tahminler elde edilmektedir. Taylor (2003)'de veride iki mevsimsel hareket olduğunda kullanmak amacıyla HW üstel düzleştirme yöntemi denklemlerine ikinci mevsimsel hareket için yeni bir denklem ekleyerek Çift Mevsimsel Holt Winters (ÇMHW) yöntemi ile ilk çalışmasını yapmıştır.

Aşağıdaki denklemler HW yönteminde tahminler elde edilmek için kullanılır. Denklem 1 ortalama düzeyin düzleştirmesi için kullanılan düzleştirme denklemini, denklem 2 trend bileşeni

için düzleştirme denklemini ve denklem 3 mevsimsel hareket ile baş edebilmek için kullanılan düzleştirme denklemini göstermektedir. m dönem ilerisi için tahmin denklem 4' te verilmiştir.

$$S_t = \alpha \frac{y_t}{I_t - L} + (1-\alpha)(S_{t-1} + b_{t-1}) \quad \textbf{(1)}$$

$$b_t = \gamma(S_t - S_{t-1}) + (1-\gamma)b_{t-1} \quad \textbf{(2)}$$

$$I_t = \beta \frac{y_t}{S_t} + (1-\beta)I_{t-L} \quad \textbf{(3)}$$

$$F_{t+m} = (S_t + mb_t)I_{t-L+m} \quad \textbf{(4)}$$

Aşağıdaki denklemler ÇMHW üstel düzleştirme yönteminde tahminler elde edilmek için kullanılır. Denklem 5 ortalama düzeyin düzleştirmesi için kullanılan düzleştirme denklemini, denklem 6 trend bileşeni için düzleştirme denklemini ve denklem 7 ilk mevsimsel hareket ile baş edebilmek için kullanılan düzleştirme denklemini denklem 8 ikinci mevsimsel hareket ile baş edebilmek için kullanılan düzleştirme denklemini göstermektedir. m dönem ilerisi için tahmin denklem 9'da verilmiştir.

$$S_t = \alpha \frac{y_t}{I_{t-L_1} W_{t-L_2}} + (1-\alpha)(S_{t-1} + b_{t-1}) \quad \textbf{(5)}$$

$$b_t = \gamma(S_t - S_{t-1}) + (1-\gamma)b_{t-1} \quad \textbf{(6)}$$

$$I_t = \beta \frac{y_t}{S_t W_{t-L_2}} + (1-\beta)I_{t-L_1} \quad \textbf{(7)}$$

$$\mathrm{w_t} = \delta \frac{y_t}{S_t I_{t-L_1}} + (1-\delta)\, W_{t-L_2} \quad \textbf{(8)}$$

$$F_{t+m} = (S_t + mb_t)I_{t-L_1+m_1} \times W_{t-L_2+m_2} \quad \textbf{(9)}$$

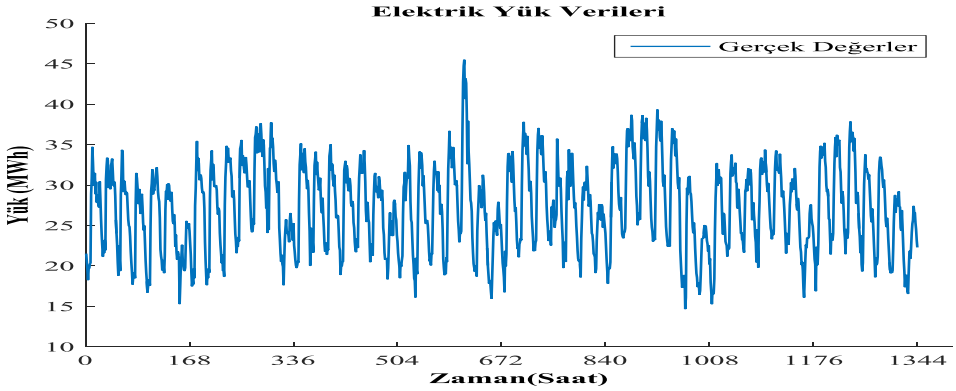
$m_1 = [(m-1) mod\, L_1] + 1$; $m_2 = [(m-1) mod\, L_2] + 1$ formülleri ile hesaplanmaktadır. Burada y_t, orijinal veri, L_1 birinci mevsimsel uzunluk, L_2 ikinci mevsimsel uzunluk, S_t serinin ortalama düzeyine için düzleştirme denklemi, I_t birinci mevsimsellik için düzleştirme denklemi, $\mathrm{w_t}$ ikinci mevsimsellik için düzleştirme denklemi, $\alpha, \gamma, \beta, \delta$ düzleştirme parametrelerini göstermektedir. Yukarıda tanımlanan denklemlerin kullanılabilmesi için S_0, serinin ortalama düzeyine ait başlangıç değeri, b_0, trend düzleştirme denklemi için başlangıç değeri, mevsimsel periyod sayısı kadar mevsimsel düzleştirme için başlangıç değerleri belirlenmelidir. Başlangıç değerleri model performansı üzerinde önemli rol oynamaktadır. Literatürde bu başlangıç değerleri için önerilen farklı yaklaşımlar bulunmaktadır (Topal ve Uslu, 2021). Bu yaklaşımlardan biri, zaman serisi verisine doğrusal regresyon analizi uygulanması sonucunda regresyon denklemindeki sabit terim, ortalama düzeyin düzleştirme denklemi için başlangıç değeri ve eğim katsayısı, trend bileşeni düzleştirme denklemi için başlangıç değeri olarak kabul edilmiştir. Her iki mevsimsel hareket için başlangıç değerleri ise ilk birkaç periyodun ortalaması kullanılarak hesaplanmaktadır. Başlangıç değerlerinin bulunmasında alternatif geliştirmek amacıyla bu çalışmada başlangıç değerleri ve düzleştirme parametreleri GA ile belirlenmesi önerilmektedir. Denklem 10'a göre hesaplanan Hata Kareler Ortalamasının Karekökü (HKOK), ÇMHW-GA yaklaşımında amaç fonksiyonu olarak tanımlanmıştır.

$$\mathrm{KOK} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2}{n}} \quad \textbf{(10)}$$

ÇMHW-GA olarak tanımladığımız önerilen yöntem Amasya, Merzifon dağıtım trafo merkezinden alınan yük verisine uygulanmıştır. HW, ÇMHW ve ÇMHW-GA' dan elde edilen sonuçların HKOK'sı karşılaştırılmıştır. Yük verisi saatlik ölçüm ile elde edilmiştir. Şekil 1 veriye ait zaman serisi grafiğini göstermektedir. Grafik incelendiğinde günlük ve haftalık olmak üzere veride iki farklı mevsimsel hareketliliğin olduğu görülmektedir. Bu durumda ÇMHW yöntemi için veriye ait mevsimsellik periyodlar; birinci mevsimsel uzunluk 24 (günlük), ikinci mevsimsel uzunluk 168 (haftalık)'dir. HW üstel düzleştirme yöntemi için mevsimsel uzunluk 168 olarak

analizler yapılmıştır. Uygulamada 3 farklı eğitim ve test kümesi için analizler yapılmıştır. Performans ölçüsü olarak en küçük HKOK' yı veren yöntem en iyi çözüm olarak belirlenmiştir.

Şekil 1. Zaman serisi grafiği



3.BULGULAR

Bir haftalık test kümesinden hesaplanan HKOK sonuçları tüm yöntemler için karşılaştırılmış, eğitim ve test kümesine ait sonuçlar Tablo 1 ve Tablo 2' de sunulmuştur.

Tablo 1. E*ğitim kümesine ait en iyi HKOK değerleri*

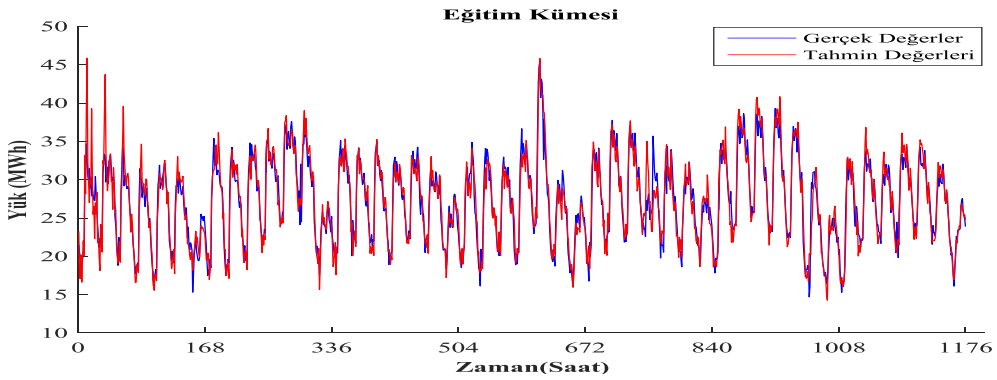
MODEL	HKOK
ÇMHW-GA	**1.7056**
ÇMHW	1.824
HW	2.01

Tablo 2. *Test kümesine ait en iyi HKOK değerleri*

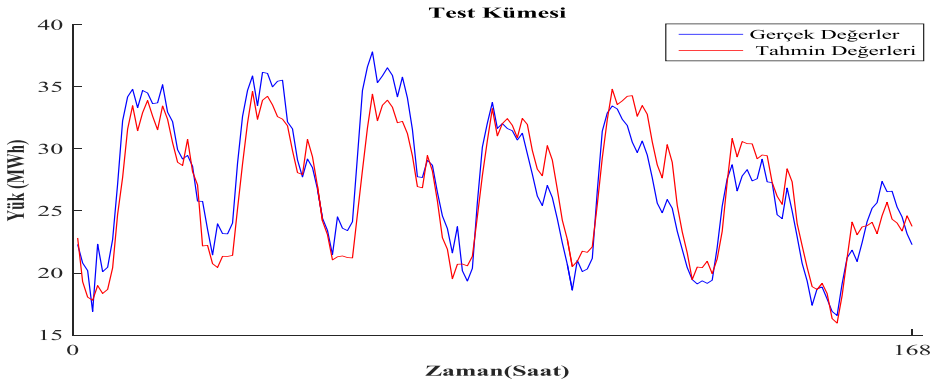
MODEL	HKOK
ÇMHW-GA	**2.0743**
ÇMHW	2.7622
HW	3.89

Tablo 1 incelendiğinde test kümesi bir hafta olduğunda eğitim kümesi için en iyi HKOK değeri önerilen yöntem olan ÇMHW-GA ile bulunmuştur. Tablo 2'de test kümesi için yine en iyi HKOK değeri önerilen yönteme aittir. Gerçek değerler ile tahmin değerlerinin grafiği sırasıyla Şekil 2 ve Şekil 3' te gösterilmektedir.

Şekil 2. Eğitim kümesine ait tahminlerin grafiği



Şekil 3. Test kümesine ait tahminlerin grafiği



İki haftalık test kümesinden hesaplanan HKOK sonuçları tüm yöntemler için karşılaştırılmış, eğitim ve test kümesine ait sonuçlar Tablo 3 ve Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 3. *Eğitim kümesine ait en iyi HKOK değerleri*

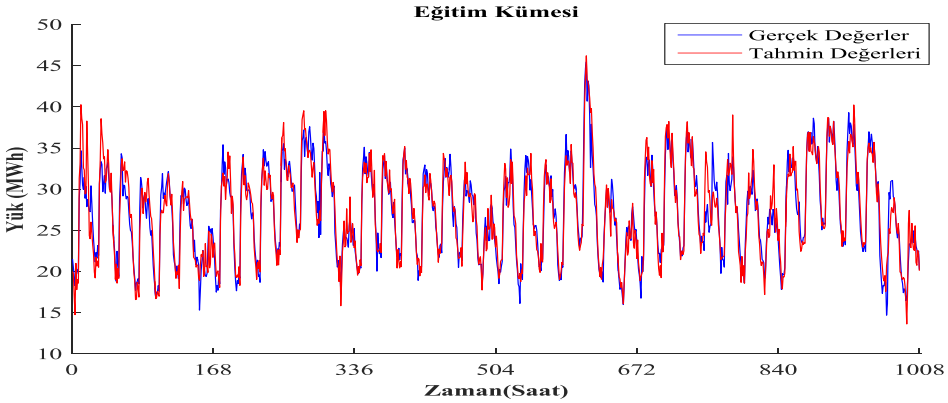
MODEL	HKOK
ÇMHW-GA	**1.8186**
ÇMHW	1.982
HW	2.28

Tablo 4. *Test kümesine ait en iyi HKOK değerleri*

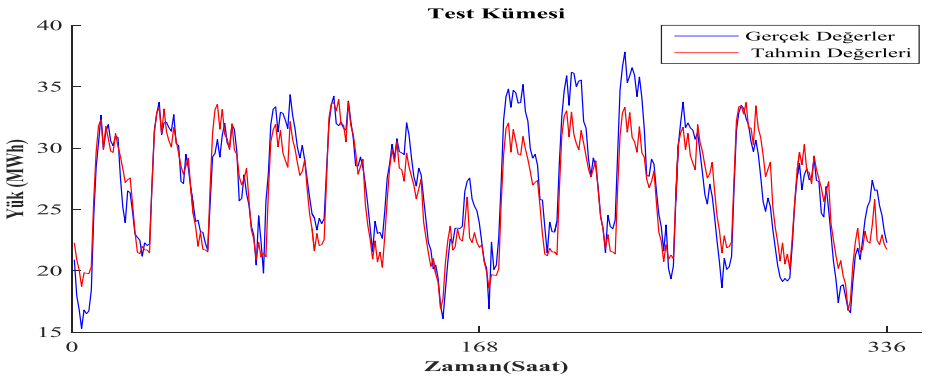
MODEL	HKOK
ÇMHW-GA	**1.9835**
ÇMHW	3.514
HW	6.25

Tablo 3 incelendiğinde test kümesi iki hafta olduğunda eğitim kümesi için en iyi HKOK değeri önerilen yöntem olan ÇMHW-GA ile bulunmuştur. Tablo 4'te test kümesi için yine en iyi HKOK değeri önerilen yönteme aittir. Gerçek değerler ile tahmin değerlerinin grafiği sırasıyla Şekil 4 ve Şekil 5' te gösterilmektedir.

Şekil 4. Eğitim kümesine ait tahminlerin grafiği



Şekil 5. Test kümesine ait tahminlerin grafiği



Üç haftalık test kümesi için HKOK sonuçları tüm yöntemler için karşılaştırılmış, eğitim ve test kümesine ait sonuçlar Tablo 5 ve Tablo 6'da sunulmuştur.

Tablo 5. Eğitim *kümesine ait en iyi HKOK değerleri*

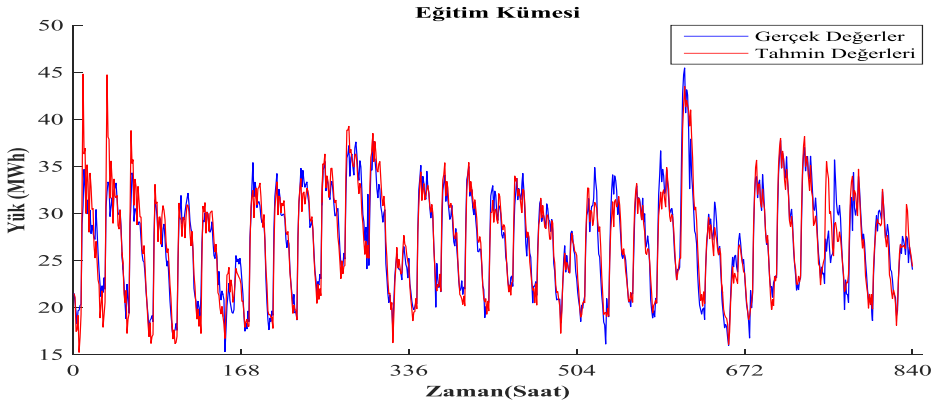
MODEL	HKOK
ÇMHW-GA	**1.7894**
ÇMHW	1.9805
HW	3.33

Tablo 6. *Test kümesine ait en iyi HKOK değerleri*

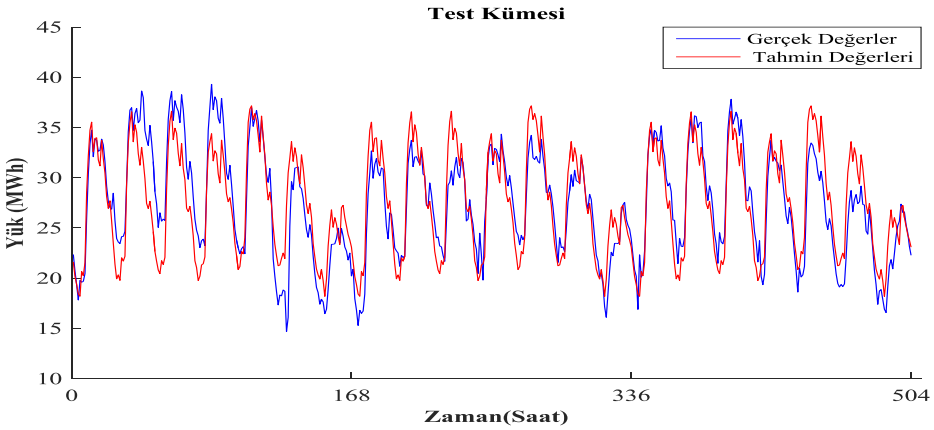
MODEL	HKOK
ÇMHW-GA	**2.7784**
ÇMHW	5.256
HW	8.58

Tablo 5 incelendiğinde test kümesi üç hafta olduğunda eğitim kümesi için en iyi HKOK değeri önerilen yöntem olan ÇMHW-GA ile bulunmuştur. Tablo 6'da test kümesi için yine en iyi HKOK değeri önerilen yönteme aittir. Gerçek değerler ile tahmin değerlerinin grafiği sırasıyla Şekil 6 ve Şekil 7' de gösterilmektedir.

Şekil 6. Eğitim kümesine ait tahminlerin grafiği



Şekil 7. Test kümesine ait tahminlerin grafiği



4. SONUÇ

Bu çalışmada HW, ÇMHW ve önerilen yöntem olan ÇMHW-GA üstel düzleştirme yöntemleri kullanılarak yük verisi için tahminler yapılmış ve performans kriteri HKOK' ya göre sonuçlar karşılaştırılmıştır. ÇMHW-GA 'dan elde edilen sonuçlar incelendiğinde önerilen yöntemin diğer üstel düzleştirme yöntemlerinden daha başarılı olduğu gösterilmiştir. Böylelikle başlangıç değerlerinin önemi bir kez daha vurgulanmıştır. İleriki çalışmalara ışık tutması açısından başlangıç değerlerinin bulunmasında farklı yapay zeka yöntemlerinin kullanılması önerilebilir.

KAYNAKÇA

Brown, R. G., 1959. Statistical forecasting for inventory control. New York McGraw-Hill.

Genetik Algortima Nedir? https://tr.wikipedia.org/wiki/Genetik_algoritma (18.12.2021).

Holt, C. C. (1957). Forecasting seasonals and trends by exponentially weighted averages. O.N.R. Memorandum 52/1957, Carnegie Institute of Technology. Reprinted with discussion in 2004. International Journal of Forecasting, 20, 5 – 13.

Taylor, J. W. 2003. Short-Term Electricity Demand Forecasting Using Double Seasonal Exponential Smoothing. Journal of Operational Research Society. 54: 799–805.

TOPAL K.K. ve USLU, V.R. (2021). "Elektrik Yükünün Yapay Sinir Ağları ile Tahmini ve Üstel Düzleştirme Yöntemleri ile Karşılaştırılması", 7. Uluslararası Bilimsel Çalışmalar Kongresi, 262-270, https://kongre.akademikiletisim.com/files/ubcak7/ubcak7_tam_metin_kitabi.pdf.

Winters, P. R. 1960. Forecasting sales by exponentially weighted moving averages. Management Science, 6, 324–342.

Presentation ID / Sunum No= 50

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0000-0002-4421-1315 / 000-0003-4488-746X / 0000-0002-6087-3685

ZnO/Fe_2O_3 ve Bentonit/ZnO/Fe_2O_3 Nanokompozitleri Üzerinde Rodamin B'nin Fotobozunması

Tuncay ÖDEK[1], Eda KELEŞ GÜNER[2], Agah Oktay ÖZDEMİR[3], Bülent ÇAĞLAR[4]

[1]Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, 24150, Erzincan
[2]Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Üzümlü Meslek Yüksekokulu, Mülkiyet Koruma ve Güvenlik Bölümü, 24150, Erzincan
[3]Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu, Tasarım Bölümü, 24150, Erzincan
[4]Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, 24150, Erzincan
eda.guner@erzincan.edu.tr

Özet

Bu çalışmada, ZnO/Fe_2O_3 nanokompozitlerinin görünür ışık altında fotokatalitik performansını arttırmak için bentonit yüzeyine ZnO/Fe_2O_3 nanoparçacıkların dekore edilmesiyle Bentonit/ZnO/Fe_2O_3 nanokompoziti hazırlandı. Hazırlanan ZnO/Fe_2O_3 ve Bentonit/ZnO/Fe_2O_3 nanokompozitleri toz X-ışını kırınımı (XRD), Fourier dönüşümlü kızılötesi spektroskopisi (FTIR), taramalı elektron mikroskobu ve enerji dağılımlı X-ışını (SEM-EDX) analizleriyle karakterize edildi. Fotokataliz işleminde en uygun koşulu belirlemek için katalizör miktarı, başlangıç boya konsantrasyonu ve süre gibi parametrelerin RhB'nin foto bozunması üzerindeki etkisi araştırıldı. Görünür bölge ışıması altında en uygun şartlar 5 mg L^{-1} başlangıç boya konsantrasyonu ve 50 mgL^{-1} katalizör miktarı olarak belirlendi. Bu şartlar altında RhB'nin fotokatalitik bozunma verimleri 90 dakika sonunda ZnO/Fe_2O_3 ve Bentonit/ZnO/Fe_2O_3 nanokompozitleri için sırasıyla %79,4 ve %100 olarak elde edildi. Bozunma kinetiğinin yalancı birinci dereceden kinetikle uyumlu olduğu görüldü. ZnO/Fe_2O_3 ve Bentonit/ZnO/Fe_2O_3 nanokompozitlerin fotokatalitik bozunmasından sorumlu reaktif türlerin katkısını belirlemek için radikal temizleme deneyleri yapıldı ve olası bir mekanizma önerildi.

Anahtar Kelimeler: Bentonit, ZnO, Fe_2O_3, Fotobozunma, Mekanizma

Photodegradation of Rhodamine B on ZnO/Fe_2O_3 and Bentonite/ZnO/Fe_2O_3 Nanocomposites

Abstract

In this study, Bentonite/ZnO/Fe_2O_3 nanocomposite was prepared by decorating ZnO/Fe_2O_3 nanoparticles on the bentonite surface to improve the photocatalytic performance of ZnO/Fe_2O_3 nanocomposites under visible light irradiation. Prepared ZnO/Fe_2O_3 and Bentonite/ZnO/Fe_2O_3

nanocomposites were characterized by powder X-ray diffraction (XRD), Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR), scanning electron microscope and energy dispersive X-ray (SEM-EDX) analysis. In order to determine optimal conditions in the photocatalysis process, the effect of parameters such as catalyst amount, initial dye concentration and time on the photodegradation of RhB was investigated. Optimal conditions were determined as 5 mg L^{-1} initial dye concentration and 50 mgL^{-1} catalyst amount under visible irradiation. Under these conditions, the photocatalytic degradation efficiencies of RhB over ZnO/Fe_2O_3 and Bentonite/ZnO/Fe_2O_3 nanocomposites were obtained as 79.4% and 100%, respectively, at 90 minutes. The degradation kinetics were found to be compatible with pseudo-first-order kinetics. In order to determine the contribution of reactive species responsible for the photocatalytic degradation of ZnO/Fe_2O_3 and Bentonite/ZnO/Fe_2O_3 nanocomposites, radical scavenging experiments were performed and a possible mechanism was proposed.

Keywords: Bentonite, ZnO, Fe_2O_3, Photodegradation, Mechanism

GİRİŞ

Endüstrilerin hızlı gelişimi ile su kirliliği sorunu gün geçtikçe daha ciddi bir probleme dönüşmektedir. Birçok türde endüstriyel atıksu üretilmektedir. Bunlar arasında boya üretimi, tekstil, kağıt, deri, kozmetik, plastik, imalatçıların ürettiği boyama atıksuları insanlar, hayvanlar ve bitkiler için ciddi bir tehdit oluşturmaktadır. Karmaşık yapıları ve özellikleri nedeniyle boyalar biyolojik olarak parçalanamaz ve çevreye zarar verir. Sonuç olarak, atık sulardaki boyaların kesinlikle arıtılması gerekmektedir (Zhang vd., 2016:1019, Warsi vd., 2021:181).

Adsorpsiyon, kimyasal pıhtılaşma, membran ayırma, iyon değişimi, foto-katalitik bozunma, biyolojik bozunma ve bazı optimize edilmiş kombinasyon prosesleri gibi boya içeren atık suları arıtmak için birçok teknik geliştirilmiştir (Bilińska vd., 2017:420; Huang vd., 2017:112; Gopi vd., 2017:115; Zhang vd., 2020:144217).

Fotokataliz tekniği, bozunmayan kirleticilerin mineralizasyonunu tamamlayabilir. Fotokataliz, katalizör olarak yarı iletken malzemelerin kullanıldığı bir fotokimyasal reaksiyondur. Yarı iletkenler ve substratlar bir ışın kaynağı tarafından ışınlandığında elektronların geçişini içeren bir redoks prosedürüdür. Bu çevre dostu ve ekonomik yaklaşım, bozunmayan bileşiklerin bozunabilir formlara dönüştürülmesini sağlar (Szostak ve Banach, 2019:110859).

Yarı iletken tabanlı bir fotokatalitik işlemin tam döngüsü, gelen UV veya görünür fotonların ışık geçişini, yük taşıyıcıların fotojenerasyonunu (elektron ve boşluk (e/h) çiftleri), ortaya çıkan yük taşıyıcılarının ayrılması ve transferi, ve son olarak, ışınlanmış yarı iletkenin yüzeyinde redoks reaksiyonlarının gerçekleştirilmesi şeklinde gerçekleşir. Bu redoks reaksiyonları, serbest fotojenere elektronların çözünmüş oksijen tarafından adsorpsiyonu yoluyla reaktif oksijen türlerinin, özellikle süperoksit radikallerinin ($.O_2^-$) ve fotojenere edilmiş boşluklar tarafından su moleküllerinin veya hidroksil anyonlarının oksidasyonu yoluyla hidroksil radikalleri (.OH) oluşumuna izin verir (Karimi-Shamsabadi ve Nezamzadeh-Ejhieh, 2016:103). Katalizörün yüzeyinde hidrojen peroksit de oluşabilir. Nihai redoks reaksiyonları, fotojenere edilmiş e/h çiftlerinin ve yukarıda bahsedilen radikallerin ortamda bulunan kirleticilerin moleküllerine saldırılarını içerir ve onları daha küçük parçalara ve son olarak CO_2, H_2O ve diğer inorganik türlere dönüşür. Yukarıda bahsedilen türlerin üretimi ve organik kirleticilerin parçalanması için ayrıntılı mekanizmalar literatürde rastlanmaktadır (Zhang vd., 2017:435; Noruozi ve Nezamzadeh-Ejhieh, 2020:137587). Fotojenere edilmiş e/h çiftleri birlikte yeniden birleşmeye (rekombinasyon) başladığında, yukarıda bahsedilen tüm türlerin verimliliği ve son olarak genel fotobozunma süreci büyük ölçüde azalır. Bu, enerji kaybına neden olur ve bu nedenle üstesinden gelinmelidir. Genel olarak, enerji tasarrufu insan yaşamının en büyük endişelerinden biridir. Yukarıda tartışılan rekombinasyon sürecini azaltmak için, en az iki yarıiletkenin (hetero-bağlantı yapıları) birleştirilmesi, bunların killer, zeolitler, metal veya metal olmayan katkılama gibi uygun

destekler üzerine desteklenmesi dahil çeşitli teknikler kullanılmıştır (Rostami-Vartooni vd., 2019:27; Babaahamdi-Milani ve Nezamzadeh-Ejhieh, 2016:291).

Çeşitli metal oksit yarı iletkenleri arasında çinko oksit (ZnO), önemli yarı iletken fotokatalizörlerden biridir. ZnO'in bant aralığı enerjisi (3.2 eV), uygun bant aralığı konumları ve karşılaştırılabilir aktivitesi nedeniyle titanyum dioksite (TiO_2) uygun bir alternatif olarak kabul edilir, ancak bazen fotojenere elektronlar ve boşluklar arasındaki hızlı rekombinasyon, görünür ışıkla ışımaya karşı zayıf tepkisi ve fotokorozyonun kritik dezavantajına zayıf tepkisi nedeniyle verim düşmektedir (Shooshtari ve Ghazi, 2017:527). Bu nedenle çinko oksidin fotokatalitik özelliklerini geliştirmek için soymetallerin üzerinde biriktirilmesi, geçiş metali iyonu katkısı ve yarı iletken fotokatalizörlerin bağlanması gibi çeşitli işlemlerden yararlanılmıştır. Diğer yöntemlerle karşılaştırıldığında, yarı iletken fotokatalizörlerin bağlanması, yani ZnO'nun Fe_2O_3, Cu_2O, CdS ve WO_3 gibi diğer dar bant aralıklı yarı iletkenlerle birleştirilmesi, büyük ilgi görmektedir (Wang vd., 2013:8326; Zou vd., 2014:1149).

α-, β-, ε- ve γ- Fe_2O_3 dahil olmak üzere demir oksit (Fe_2O_3), dar bir bant aralığına (1,9–2,2 eV) sahiptir. Fe_2O_3, TiO_2 ve ZnO gibi geniş bant aralıklı yarı iletkenlere elektron transfer edebildiği için görünür ışınlama altında duyarlılaştırıcı olarak kullanılabilen olası bir donördür (Shooshtari ve Ghazi, 2017:527). Fe_2O_3 bileşikleri arasında α-Fe_2O_3, ZnO ile birleşme için daha uygundur. Ayrıca, diğer çalışmalarda bildirildiği gibi, ZnO ve demir oksidi birleştirerek, üstün özelliklere sahip bir fotokatalizör olan ZnO/α-Fe_2O_3 elde edilebilir (Yin vd., 2014:135). Bu birleştirilmiş yarı iletken fotokatalizörler, yük ayrımını artırarak fotokatalitik aktiviteyi arttırır ve ayrıca kuantum hapsetme etkileri nedeniyle optik ve fiziksel özellikleri değiştirir. Bununla birlikte, en yaygın olarak kullanılan sentetik yöntemler karmaşıktır ve platformlara, yüksek sıcaklığa, özel çözücülere ve katkı maddelerine ihtiyaç duyar. Son zamanlarda, fotokatalizörlerin morfoloji kontrollü sentezi, nanopartiküller, nanotüpler, nanotabakalar, nanoteller, nano çubuklar ve nano kayışlar gibi farklı şekillendirilmiş malzemeler, özel özelliklere sahip farklı fotokatalitik aktivitelere yol açabileceğinden, artan bir ilgi kazanmıştır.

Bentonit, doğal katmanlı silikat kil mineralidir ve geniş spesifik yüzey alanı, büyük adsorpsiyon yeteneği ve katmanlar arası değiştirilebilir katyon özelliklerine sahiptir (Landge vd., 2021:101194). Tercih edilen bir platform olarak bentonit, sulu ortamda organik arıtma için verimli bir kompozit fotokatalizör oluşturmak üzere ZnO/α-Fe_2O_3 ile birleşebilir (Zhang vd., 2016:1019).

Nanomalzemeler ve nanokompozitler artık geniş çapta incelenmektedir. Elbette geleneksel malzemelere göre pahalıdırlar ancak çok daha küçük miktarlarda kullanılırlar. Bu çalışmanın amacı, nanoboyutlu çinko oksit ve nanoboyutlu demir oksit ile katkılanmış bentonite dayalı yeni bir yüzey geliştirmek ve bu nanokompoziti sulu çözeltilerden RhB'nin fotokatalitik olarak uzaklaştırılmasında katalizör olarak kullanmak ve ayrıca uygun parametreleri belirlemektir.

Bu çalışmada, ZnO/Fe_2O_3 ve Bentonit/ZnO/Fe_2O_3 nanokompozitler hazırlandı ve elde edilen numuneler XRD, FTIR ve SEM/EDX teknikleri ile karakterize edildi. Bentonit/ZnO/Fe_2O_3'in foto-katalitik performansı, görünür ışık altında RhB'nin giderilmesi için test edildi. En uygun şartlarda ZnO/Fe_2O_3 ile kıyaslandı. Fotokatalitik reaksiyonda mekanizma belirlendi.

MATERYAL VE METOT

ZnO/Fe_2O_3 ve Bentonit/ZnO/Fe_2O_3 nanokompozitlerin sentezi:

30 mL trietilenglikol içerisinde 2 g bentonit kili dağıtıldı ve üzerine 0.004 mol (1.412 gram) Fe (III) asetilasetonat ve 0.002 mol (0.527 gram) Zn (II) asetilasetonat ilave edilerek üç boyunlu balon içerisinde 20 dakika karıştırıldı. Daha sonra karışımın içerisinden ceketli ısıtıcı da 160C^o de 45 dakika N_2 gazı geçirildi. Ardından 180 C^o de 45 dakika daha ısıtılmaya devam edildi. Daha sonra 290 C^o de 5 dakika daha tutuldu. Elde edilen numune otoklava aktarılarak, 100 C^o de 1 gün bekletildi. Çökelti daha sonra 3000 rpm'de santrifüjlendi ve etanol ile yıkandı. Nihai ürün, bir gece 100 °C'de kurutuldu. Son olarak ürün, 450 °C'de 2 saat süreyle kalsine edildi.

ZnO/Fe_2O_3 yukarıdaki prosedüre kil ilave edilmeden aynı şekilde sentezlendi.

Karakterizasyon:

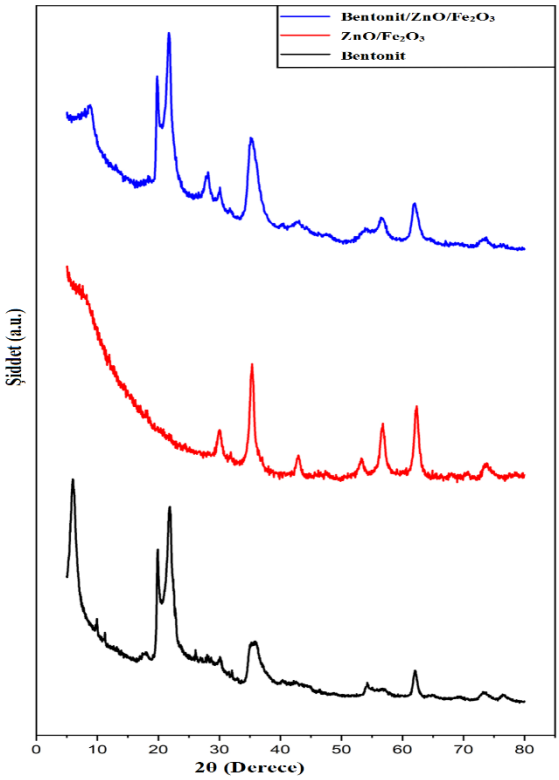
Numunelerin FTIR spektrumları 4 cm^{-1} çözünürlükte 4000–400 cm^{-1} bölgesinde Thermo Nicolet 6700 spektrofotometre ile ölçülmüştür. Numunelerin XRD spektrumları PANalytical Empyrean difraktometre üzerinde Ni filtrelenmiş CuK_α radyasyonunu kullanarak (λ= 1,54050 Å; 45 kV ve 40 mA) alınmıştır. Numunelerin SEM / EDX analizleri alan emisyon taramalı elektron mikroskobu (Quanta FEG 450-FEI) kullanılarak yapılmıştır.

Fotokatalitik Aktivite Testleri:

ZnO/Fe_2O_3 ve Bentonit/ZnO/Fe_2O_3 nanokompozitlerin fotokatalitik aktiviteleri, görünür bölge ışıması altında model boya maddesi olarak RhB'nin fotobozunması için gerçekleştirilmiştir. ZnO/Fe_2O_3 ve Bentonit/ZnO/Fe_2O_3 nanokompozitlerin varlığında RhB'nin fotobozunması başlangıç boya konsantrasyonu (5 mgL^{-1} ila 15 mg^{-1} aralığında) ve katalizör miktarı (0,01 ila 0,05 gL^{-1} aralığında) araştırıldı. Daha sonra, ZnO/Fe_2O_3 ve Bentonit/ZnO/Fe_2O_3 nanokompozitlerin üzerinde RhB'nin fotokatalitik bozunması için en uygun koşullar, 5 mgL^{-1} başlangıç boya konsantrasyonu, 0.05 gL^{-1} fotokatalizör miktarı olarak belirlendi. ZnO/Fe_2O_3 ve Bentonit/ZnO/Fe_2O_3 nanokompozitlerin nanoparçacıkları, adsorpsiyon/desorpsiyon dengelemesinden sonra zamanın bir fonksiyonu olarak aynı koşullar altında gerçekleştirilmiştir. Işınlamadan önce, boya moleküllerinin fotokatalizör yüzeylerinde adsorpsiyon/desorpsiyon dengesinin sağlanması için RhB boyarmaddeler ve fotokatalizör karanlıkta 45 dakika karıştırılmıştır. RhB boyar maddesilerinin başlangıç konsantrasyonunun (Co) belirlenmesi için, adsorpsiyon/desorpsiyon dengesinden kısa bir süre sonra 2 mL süspansiyon çıkarıldı ve santrifüj kullanılarak çözeltiden ayrıldı. Belirlenen bir zaman aralığında ana çözeltiden 1 mL süspansiyon alındı ve fotokatalizörü uzaklaştırmak için 10000 rpm'de santrifüj edilerek ayrıldı ve çözelti RhB için 554nm'de absorbansı ölçülerek hesaplanan konsantrasyonu (Ct) UV−Vis spektrofotometresi kullanılarak boyar maddelerin ışıkla bozunma etkinliği Denklem (1)'e göre değerlendirildi.

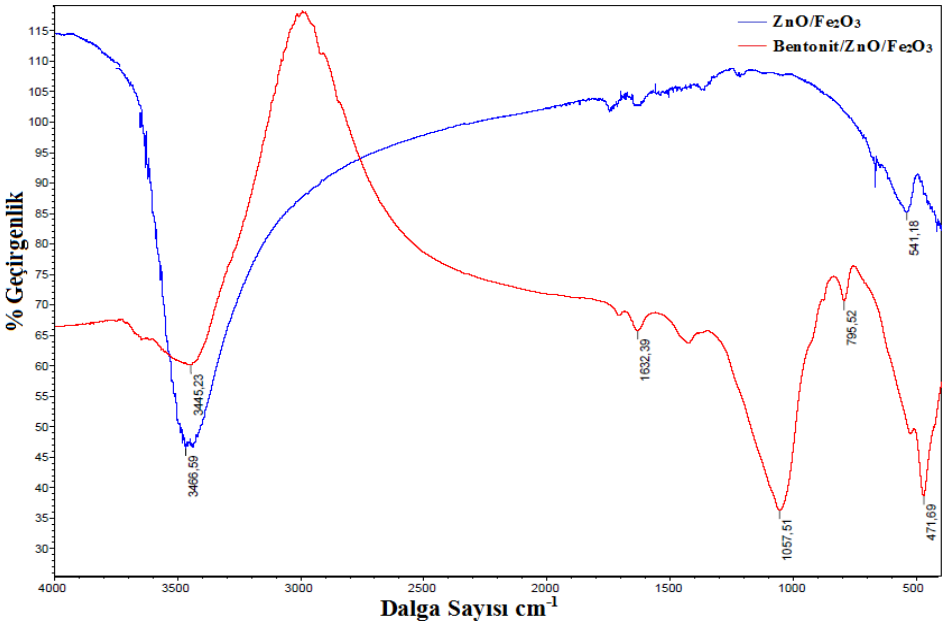
% Bozunma Verimi: $\frac{C_O - C_t}{C_O} X100$

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA



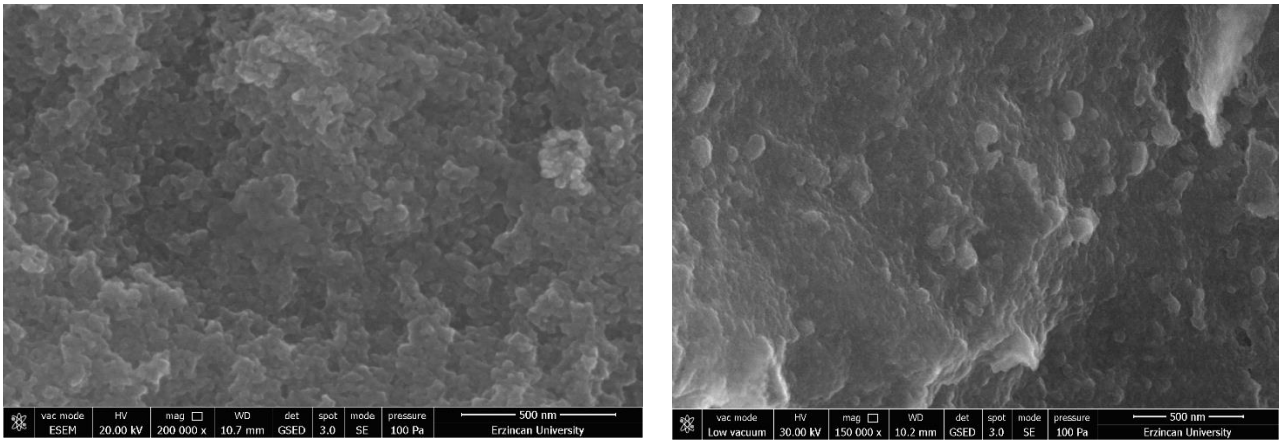
Şekil 1. Saf bentonit, ZnO/Fe_2O_3 ve Bentonit/ZnO/Fe_2O_3 nanokompozitlerinin XRD spektrumları

Saf bentonitin XRD spektrumunda olan 7.04, 20.31, 36.89, and 61.81 (2θ)'daki pikler (001), (020−100), (130−200) and (060) kırınımlarından kaynaklanmaktadır. ZnO/Fe_2O_3 numunesinin XRD spektrumunda 25.2, 29.8, 34.0, 36.2, 42.4, 52.02, 54.1 ve 63.0 (2θ)'daki pikler ZnO ve Fe_2O_3'ün çeşitli kristal düzlemlerine aittir ve Bentonit/ZnO/Fe_2O_3 nanokompozitte de bu pikler gözlenmektedir (Zhang vd., 2020:144217).



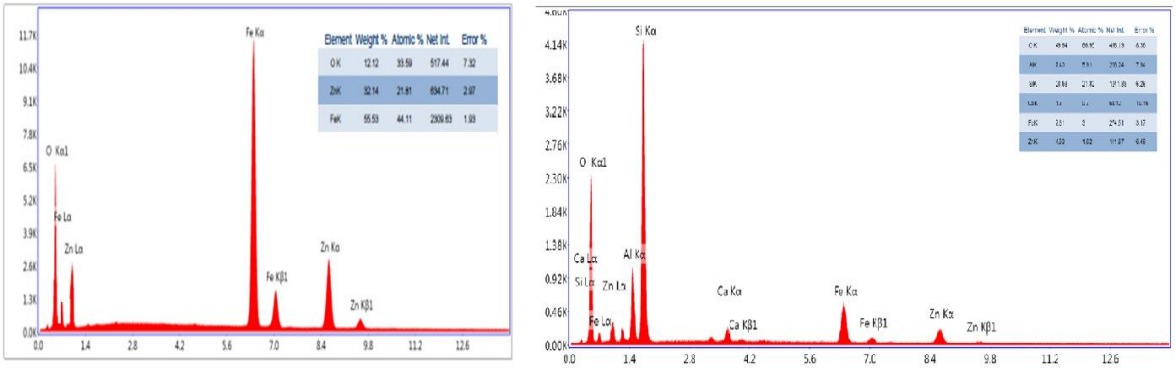
Şekil 2. ZnO/Fe_2O_3 ve Bentonit/ZnO/Fe_2O_3 nanokompozitlerinin FTIR spektrumları

ZnO/Fe_2O_3'ün IR spektrumunda 670 cm^{-1}'deki pik Fe-O gerilmesine ait iken 541 cm^{-1}'deki geniş IR bandı ise hem Zn-O hem de Fe-O gerilmelerine aittir. Bu pik bentonit/ZnO/Fe_2O_3 nanokompozitinde 527cm^{-1}'de gözlenmiştir. 3466 cm^{-1}'deki yayvan pik ise yapıdaki yüzey hidroksilleri ve neme atanabilir (Harijan vd., 2021). Bentonit/ZnO/Fe_2O_3 nanokompozitin IR spektrumunda 1057 cm^{-1} ve 471 cm^{-1}'deki pikler ise sırasıyla kilin Si-O-Si ve Si-O gerilmelerinden kaynaklanmaktadır.



Şekil 3. ZnO/Fe_2O_3 ve Bentonit/ZnO/Fe_2O_3 nanokompozitlerinin SEM görüntüleri

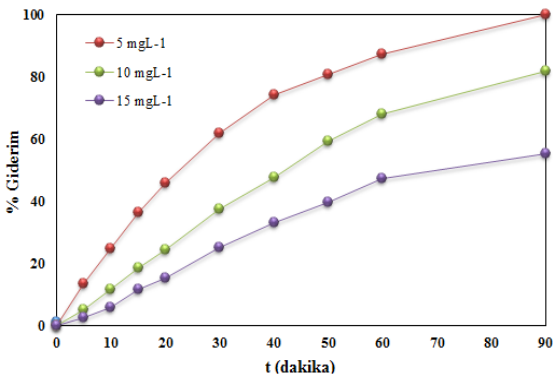
ZnO/Fe_2O_3 ve Bentonit/ZnO/Fe_2O_3 nanokompozitlerinin SEM-EDX görüntüleri Şekil 3'de verilmiştir. Şekil 3a'da ZnO/Fe_2O_3 nanoparçacık şeklinde görülürken, Şekil 3b'de ZnO/Fe_2O_3 nanokompozitlerinin bentonit yüzeyine agrega olarak yerleştiği görülmektedir.



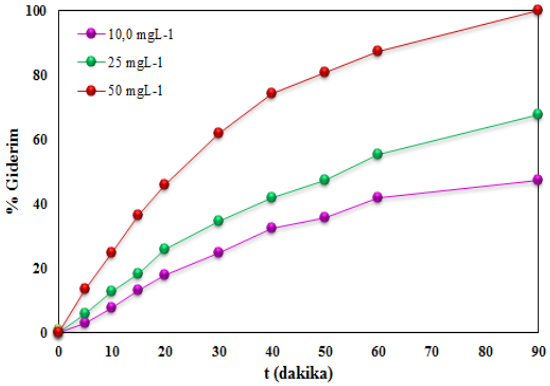
Şekil 4. ZnO/Fe_2O_3 ve Bentonit/ZnO/Fe_2O_3 nanokompozitlerinin EDX değerleri

Şekil 4'te görüldüğü gibi ZnO/Fe_2O_3 numunesinin EDX analizinde Zn, O ve Fe elementlerine rastlanırken, Bentonit/ZnO/Fe_2O_3 numunesinin EDX analizinde Al, Si, Ca, Zn, Fe ve O elementlerinin olduğu tespit edilmiştir. Al, Si, Ca ve O elementleri bentonit kili için karakteristik iken Zn, Fe ve O elementleri de ZnO/Fe_2O_3 nanoyapılarının varlığını ispatlamaktadır.

Hazırlanan Bentonit/ZnO/Fe_2O_3 nanokompozitinin katalitik aktivite testlerinde ilk olarak başlangıç boya konsantrasyonunun RhB'nin uzaklaştırılması üzerindeki etkilerini belirlemek için, 50 mg katalizör varlığında, RhB'nin 5 mgL^{-1}'dan 15 mgL^{-1}'a olan farklı konsantrasyonlarının varlığında bir dizi bozunma deneyi yapıldı (Şekil 5).



Şekil 5. Başlangıç RhB konsantrasyonunun fotobozunma üzerine etkisi (Katalizör dozu: 50mgL^{-1})



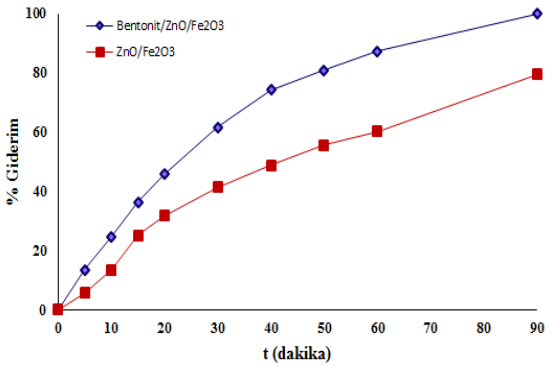
Şekil 6. Katalizör miktarının RhB'nin fotobozunması üzerine etkisi (Başlangıç boya konsantrasyonu: 5mgL^{-1})

Şekil 5'te görüldüğü gibi RhB'nin başlangıç konsantrasyonu 5,0mgL^{-1} olduğunda, bozunma verimi 90 dakikada %100'e ulaşırken, 10,0mgL^{-1} ve 15,0mgL^{-1} olduğunda sırasıyla bozunma verimleri % 81.6 ve % 55.2 olarak elde edilmiştir.

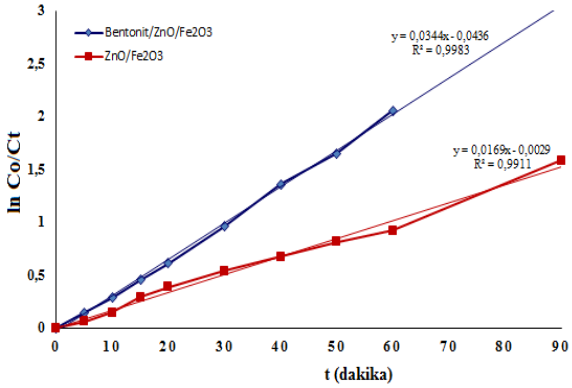
Katalizör miktarının RhB'nin giderilmesi üzerindeki etkisini belirlemek için 5 mgL^{-1} başlangıç boya konsantrasyonunda, Bentonit/ZnO/Fe_2O_3 nanokompozitinin farklı miktarları varlığında Şekil 6'da görüldüğü gibi bir dizi bozunma deneyi yapıldı.

RhB'nin fotobozunma reaksiyonunda, katalizör miktarının 10.0'den 50mgL^{-1}'e artırılmasıyla 90 dakikada bozunma veriminin % 47.4'den %100'e yükseldiği görülmektedir.

Hazırlanan Bentonit/ZnO/Fe_2O_3 nanokompozitinin RhB'nin fotobozunma reaksiyonunda en uygun şartları 5 mgL^{-1}'lik başlangıç boya konsantrasyonu, 50 mg'lik katalizör miktarı olarak belirlenmiştir. Bu şartlarda ZnO/Fe_2O_3 nanokompoziti fotokatalizliğinde her iki katalizör Şekil 7'de kıyaslanmıştır.



Şekil 7. Bentonit/ZnO/Fe_2O_3 ve ZnO/Fe_2O_3 katalizörlüğünde RhB'nin fotobozunması



Şekil 8. RhB'nin fotobozunması için yalancı birinci dereceden kinetik

En uygun şartlarda bozunma verimleri 90 dakika sonunda sırasıyla Bentonit/ZnO/Fe_2O_3 nanokompoziti için %100'e ve ZnO/Fe_2O_3 nanokompoziti için %79.4'e ulaşmıştır. Bu sonuçlara göre platform olarak kullanılan bentonitin fotokatalitik verimi artırdığı görülmektedir. Bu durum adsorpsiyon yeteğine sahip bentonitin RhB moleküllerini adsorplayarak oluşan reaktif türlerin bu boya moleküllerine daha kolay ulaşımını sağlayarak fotobozunmayı artırmasıyla açıklanabilir (Çağlar vd., 2021:160964).

Bentonit/ZnO/Fe_2O_3 ve ZnO/Fe_2O_3 katalizörleri varlığında (RhB 5 mgL^{-1}, katalizör 50 mgL^{-1}) kullanılarak foto-katalitik bozunma kinetiği, Eşitlik 2'de verilen birinci dereceden hız denklemi ile değerlendirildi. Elde edilen grafik Şekil 8'de gösterilmiştir.

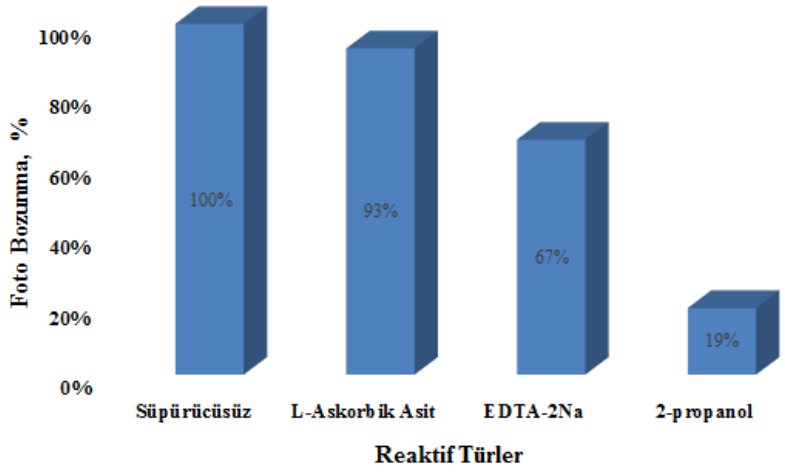
$$\ln\left(\frac{C_o}{Ct}\right) = kt \qquad (2)$$

Burada; C_0 adsorpsiyon/desorpsiyon dengesinden hemen sonra ve ışınlamadan hemen önce RhB'nin başlangıç konsantrasyonudur, C_t, ilgili ışınlama zamanında RhB konsantrasyonunu, k, yalancı birinci dereceden hız sabitidir (dak^{-1}) ve t ışınlama süresidir (dak).

Bu verilere göre Bentonit/ZnO/Fe_2O_3 ve ZnO/Fe_2O_3 katalizörlüğünde RhB'nin fotobozunmasında yalancı birinci dereceden kinetik izlediği görülmektedir.

Fotokatalitik deneylerde kirletici ve boyaların bozunmasında hidroksil radikalleri (•OH), süperoksit radikalleri (O_2•$^-$), boşluklar (h^+) ve elektronların (e^-) sorumlu olduğu bilinmektedir. Fotokataliz sırasında rol oynayan bu reaktif türlerin katkısını belirlemek için bir dizi serbest radikal süpürme deneyi gerçekleştirildi.

Fotokatalitik mekanizmayı aydınlatmak için RhB'nin bozunması için Bentonit/ZnO/Fe_2O_3 nanokompozitinin radikal süpürücüler olmadan ve süpürücülerin ilavesiyle süpürme deneyleri çalışılmıştır. (Şekil 9). Fotokatalitik mekanizma aktivitesi için izopropanol (IPA), L-askorbik asit (LA) ve etilendiaminetetraasetik asit disodyum tuzu (EDTA-2Na) sırasıyla •OH, •O_2^- ve h^+ için süpürücü olarak kullanıldı. Şekil 9 verilerine göre fotobozunmada •OH radikallerinin başlıca rol aldığı, h^+ türlerinin orta düzeyde etkili olduğu ve •O_2^- radikallerinin ise ihmal edilecek etkiye sahip olduğu görülmektedir. Bu veriler ışığında önerilen mekanizma aşağıda verilmiştir.



Şekil 9. RhB'nin fotobozunmasında radikal süpürücülerin etkisi

Bentonit/ZnO/Fe2O3 + hv → eiB− + hDB+ (Bentonit/ZnO/Fe2O3)

hDB+ + H2O → H+ + •OH

hDB+ + OH- → •OH

RhB + •OH → ara ürünler → bozunma ürünleri

RhB + h^+ → ara ürünler → bozunma ürünleri

Görünür ışıkla uyarılan katalizörün değerlik bandındaki elektronlar iletketlik bandına geçer (e_{iB}^-) ve değerlik bandında da boşluklar (h_{DB}^+) oluşur. Değerlik bandında oluşan boşluklar (h_{DB}^+) yüzeye yayılarak gerek yüzeye adsorbe olmuş su molekülleri gerekse yüzey hidroksilleri ile tepkimeye girerek hidroksil radikallarini (•OH) oluştururlar. Bu oluşan hidroksil radikallari de boya ile etkileşerek boyayı parçalar. Ayrıca oluşan boşluklarda boyanın bozunmasını sağlar.

SONUÇ

Bentonit/ZnO/Fe_2O_3 ve ZnO/Fe_2O_3 nanokompozitleri hidrotermal yöntem ile sentezlendi. Numunelerin XRD ve FTIR spektrumları Bentonit/ZnO/Fe_2O_3 ve ZnO/Fe_2O_3 oluşumunu desteklemektedir. SEM analizi, nanoparçacıkların bentonit yüzeyinde agrega olarak yerleştiğini olduğunu göstermektedir. EDX analizi, gerekli stokiyometrik oranda metal iyonlarının varlığını göstermektedir. Bentonit/ZnO/Fe_2O_3 ve ZnO/Fe_2O_3, görünür bölge ışımaları altında katalizör olarak kullanılarak RhB'nin fotokatalitik bozunması için en uygun şartlar, 5 mg L^{-1} başlangıç RhB konsantrasyonu ve 50 mg katalizör dozu olarak belirlendi. En uygun şartlar altında, Bentonit/ZnO/Fe_2O_3 ve ZnO/Fe_2O_3 varlığında 90 dakika içerisinde RhB'nin sırasıyla % 100 ve % 79.4'ün bozunmaya uğradığı tespit edilmiştir. Foto bozunmanın birinci dereceden kinetiği takip ettiği belirlenmiştir. Radikal süpürücü deneylerine göre fotokatalitik bozunmada •OH radikallerinin başlıca etkiye, hollerin ise daha az etkiye sahip olduğu görülmüştür. Bu çalışma Bentonit/ZnO/Fe_2O_3 ve ZnO/Fe_2O_3 nanopartiküllerin çeşitli boya ve diğer kirleticilerin fotobozunmasında katalizör olarak kullanılabileceğini ortaya koymuştur.

KAYNAKLAR

Babaahamdi-Milani M., Nezamzadeh-Ejhieh A., (2016). A comprehensive study on photocatalytic activity of supported Ni/Pb sulfide and oxide systems onto natural zeolite nanoparticles, Journal of Hazardous Materials 318, 291–301.

Bilińska L., Gmurek M., and Ledakowicz, S. (2017). Textile wastewater treatment by AOPs for brine reuse, Process Safety and Environmental Protection, 109, 420–428.

Çağlar, B., Güner, E., K., Ersoy, S., Çağlar, S., Özdemir, A., O., Özdokur, K., V., Doğan, B., Çırak, Ç., (2021). Bi_2S_3 nanorods decorated on bentonite nanocomposite for enhanced visible light-driven photocatalytic performance towards degradation of organic dyes. Journal of Alloys Compounds 885, 160964.

Gopi, S., Balakrishnan, P., Pius, A. and Thomas, S. (2017). Chitin nanowhisker (ChNW)-functionalized electrospun PVDF membrane for enhanced removal of indigo carmine, Carbohydrate Polymers 165, 115–122.

Harijan D.K.L., Gupta S., Ben S.K., Srivastava A., Singh J., Chandra V. (2021). High Photocatalytic Efficiency of α-Fe_2O_3-ZnO Composite using Solar Energy for Methylene Blue Degradation, Physica B: Physics of Condensed Matter, xxxx.

Huang, H., Zhang J., Jiang L. and Zang, Z., (2017). Preparation of cubic Cu_2O nanoparticles wrapped by reduced graphene oxide for the efficient removal of rhodamine B, Journal of Alloys and Compounds 718, 112-115.

Karimi-Shamsabadi M., Nezamzadeh-Ejhieh A., (2016). Comparative study on the increased photoactivity of coupled and supported manganese-silver oxides onto a natural zeolite nano-particles, Journal of Molecular Catalysis A: Chemical, 418–419, 103–114.

Landge V.K., Sonawane S.H., Sivakumar M., Sonawane S.S., Bhaskar Babu G.U., Boczkaj G. (2021). S-scheme heterojunction Bi_2O_3-ZnO/Bentonite clay composite with enhanced

photocatalytic performance, Sustainable Energy Technologies and Assessments 45, 101194.

Noruozi A., Nezamzadeh-Ejhieh A., (2020). Preparation, characterization, and investigation of the catalytic property of α-Fe_2O_3-ZnO nanoparticles in the photodegradation and mineralization ofmethylene blue, Chemical Physics Letters 752, 137587.

Rostami-Vartooni A., Moradi-Saadatmand A., Bagherzadeh M., Mahdavi M., (2019). Green synthesis of Ag/Fe_3O_4/ZrO_2 nanocomposite using aqueous Centaurea cyanus flower extract and its catalytic application for reduction of organic pollutants, Iranian Journal of Catalysis 9, 27–35.

Shooshtari N.M., Ghazi M.M., (2017). An investigation of the photocatalytic activity of nano a-Fe_2O_3/ZnO on the photodegradation of cefixime trihydrate, Chemical Engineering Journal 315, 527–536.

Szostak K., Banach M., (2019). Sorption and photocatalytic degradation of methylene blue on bentonite- ZnO-CuO nanocomposite, Journal of Molecular Liquids 286, 110859.

Xu H., Yu T., Liu J., (2014). Photo-degradation of Acid Yellow 11 in aqueous on nano-ZnO/Bentonite under ultraviolet and visible light irradiation, Materials Letters 117, 263–265.

Wang Y., Wang Q., Zhan X., Wang F., Safdar M. and He J., (2013). Visible light driven type II heterostructures and their enhanced photocatalysis properties: A review Nanoscale, 5, 8326.

Warsia M.F., Shaheena N., Sarwarb M.I., Agboolac P.O., Shakird I., Zulfiqare S., (2021). A comparative study on photocatalytic activities of various transition metal oxides nanoparticles synthesized by wet chemical route , Desalination and Water Treatment 211, 181–195.

Yan W., Fan H., Yang Ch., (2011). Ultra-fast synthesis and enhanced photocatalytic properties of alpha-Fe_2O_3/ZnO core-shell structure, Materials Letters 65, 1595-1597.

Yin Q., Qiao R., Zhu L., Li Zh., Li M., Wu W., (2014). α-Fe_2O_3 decorated ZnO nanorod assembled hollow microspheres: synthesis and enhanced visible-light photocatalysis, Material Letters 135, 135–138.

Zhang H., Liang X., Yang C., Niu C., Wang J., Su X., (2016). Nano γ-Fe_2O_3/bentonite magnetic composites: Synthesis, characterization and application as adsorbents, Journal of Alloys and Compounds 688, 1019-1027.

Zhang G., Sun Z., Xiaolong H., Song A., Zheng S., (2017). Synthesis of BiOCl/TiO_2–zeolite composite with enhanced visible light photoactivity, Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers 81, 435–444.

Zhang Y., Su P., Weathersby D., Zhang Q., Zheng J., Fan R., Zhang J., Dai Q., (2020). Synthesis of γ-Fe_2O_3-ZnO-biochar nanocomposites for Rhodamine B removal, Applied Surface Science 501, 144217.

Zou X., Fan H., Tian Y., Yan S., (2014). Synthesis of Cu_2O/ZnO hetero-nanorod arrays with enhanced visible light-driven photocatalytic activity, Cryst. Eng. Comm. 16, 1149-1156.

Presentation ID / Sunum No= 22

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0000-0003-0767-8490 / 0000-0003-4273-7417

Per- ve Polifloroalkil Maddelerin Çevresel Etkilerinin ve Arıtım Yöntemlerinin Araştırılması

Ahmad Wali Walizadah[1], Dr. Öğretim Üyesi Sevgi Güneş-Durak[1]

[1]Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı
ahmadwaliwalizadah@gmail.com
[2] Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü
sgdurak@nevsehir.edu.tr

Özet

Per- ve polifloroalkil maddeler (PFAS), gıda ambalajları, ev temizleyicileri ve yapışmaz tencere gibi birçok ürünün üretiminde kullanılan ve yüksek kalıcılıkları ile biyolojik birikim özellikleri nedeniyle büyük endişe uyandıran sentetik kimyasallardır. Yapılan çalışmalar, PFAS'ın su, toprak ve hava gibi ortamlara hızlı bir şekilde yayıldığını göstermektedir. Ayrıca, perflorooktanoik asit (PFOA) ve perflorooktan sülfonat (PFOS) gibi belirli PFAS türleri çevrede veya insan vücudunda parçalanmamakta ve birikim göstermektedir. Bu çalışmada, PFAS'ın çevre ve sağlık açısından oluşturduğu olumsuz etkiler ile su ve toprak gibi ortamlardan giderilmesi amacıyla literatürde kullanılan arıtım yöntemleri araştırılmıştır. Mevcut veriler ışığında Sorption yöntemi ile PFOA ve PFOS giderim oranları sırasıyla %48-90 ve %89-98; Ters Ozmos (RO) yöntemi ile PFOA giderim oranı %90'ın üzerinde ve PFOS giderim oranı %93-99 arasındadır. İyon Değişimi yöntemi ile PFOA ve PFOS giderim oranları sırasıyla %51-%90 ve %90-%99 olarak belirlenmiştir. Buna göre PFOA'nın PFAS'a nazaran arıtım yöntemlerine karşı daha dirençli olduğunu söylemek mümkündür. PFAS'ların insan ve çevre sağlığına olumsuz etkileri ile arıtımındaki güçlükler sebebiyle öncelikle kaynağında azaltılması ve arıtımına yönelik uygun arıtma metotlarının uygulanması gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Arıtma Mekanizması, Biyobirikim, Çevresel Etkiler, PFAS, PFOA, PFOS

Investigation of the Environmental Effects and Treatment Methods of Per-And Polyflooralkyl Substances

Abstract

Per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) are synthetic chemicals used in the manufacture of many products such as food packaging, household cleaners and non-stick cookware, and are of great concern due to their high persistence and bioaccumulation properties. Studies show that

PFAS spreads rapidly to environments such as water, soil and air. In addition, certain types of PFAS, such as perfluorooctanoic acid (PFOA) and perfluoro octane sulfonate (PFOS), do not degrade and accumulate in the environment or the human body. In this study, the negative effects of PFAS in terms of environment and health and the treatment methods used in the literature to remove it from environments such as water and soil were investigated. In the light of available data, PFOA and PFOS removal rates by Sorption method are 48-90% and 89-98%, respectively; PFOA removal rate is more than 90% and PFOS removal rate is between 93%-99% by the Reverse Osmosis (RO) method. PFOA and PFOS removal rates by the Ion Exchange method are between 51%-90%, respectively. Accordingly, it is possible to say that PFOA is more resistant to treatment methods than PFAS. Due to the negative effects of PFASs on human and environmental health and the difficulties in their treatment, it is necessary to reduce them at the source and to apply appropriate treatment methods for their treatment.

Keywords: Bioaccumulation, Environmental Effects, PFAS, PFOA, PFOS, Treatment Mechanism.

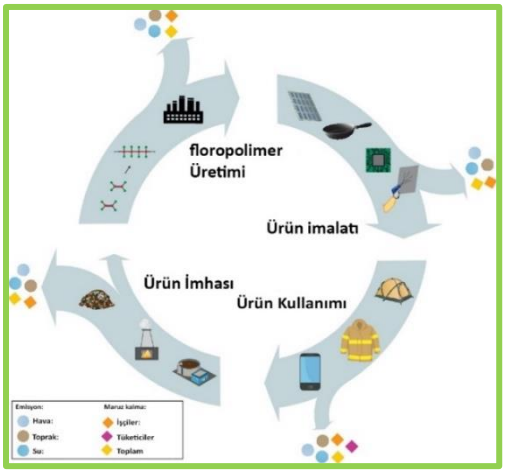
1.GİRİŞ

Hızlı nüfus artışı ile insanların yaşam standardı yükselmekte ve buna bağlı olarak her alandaki üretimde artış yaşanmaktadır. Kimyasalların yaygın ve bilinçsiz kullanımı, hava, toprak ve su kirliliği nedeniyle insanların, hayvanların ve bitkilerin sağlığı ve yaşamının etkilenmesine sebep olmaktadır. Yaygın olarak kullanılan kimyasallardan biri de poli- ve perflorlu alkil maddelerdir (PFAS) (Giesy ve Kannan, 2002). PFAS, toksik, biyobirikimli ve kalıcı yapıları nedeniyle son derece zararlı endüstriyel katkı maddelerindendir. PFAS, kullanıldığı ürünlerde yaygın olarak kullanılan yüksek derecede inert sentetik kimyasalların bir sınıfı olup su ve lipid iticiliği ile termal olarak kararlı olmaları, yaygın endüstriyel katkı maddeleri olarak kullanımlarına sebep olmuştur (Wei vd., 2019). PFAS'lar termal ve kimyasal özelliklere, gres, su ve kir tutmaz özelliğe, yüksek kayganlığa sahiptir ve iyi emülgatörlerdir. Olağanüstü özellikleri nedeniyle PFAS, çok çeşitli uygulamalarda ve ürünlerde kullanılmaktadır. PFAS bileşenlerinden biri olan PFOS tek başına 1970 ile 2002 yılları arasında 100 kilotonluk bir küresel üretime ulaşmıştır (Paul vd., 2008). Perfloroalkil asitler (PFAAs), PFAA öncülleri ve flor polimerler dâhil olmak üzere birkaç ana PFAS sınıfı vardır. Tüm PFAS'lar, laboratuvarda kullanılan veya çevrede bulunan insan yapımı kimyasallardır (Giesy ve Kannan, 2002).

Bu maddeler 1950'lerden beri üretilmektedir ancak PFAS'ın çevresel etkisi ilk olarak 2000'lerde fark edilmiştir. Bu isimlendirme, sentetik olarak üretilen çoğu kimyasalın ortak adıdır ve bugün dünya pazarında 47000'den fazla farklı PFAS maddesi bulunmaktadır. PFAS, yangın söndürme köpüğü, emprenye maddeleri, havacılık, otomotiv, inşaat, elektronik ve askeri sanayi sektörleri, gıda ambalajları, ev temizleyicileri, böcek ilacı, sprey boya imalatı, galvanik kaplama endüstrisi, fotoğraf endüstrisi ile endüstriyel yağlayıcılar, kozmetik ürünler ve teflon imalatında kullanılmaktadır (Giesy ve Kannan, 2002; Paul vd., 2008; Weiss vd., 2015). PFAS ayrıca elektronik ürünlerin imalatında yüzey aktif maddeler olarak ve ayrıca telekomünikasyon, uzay ve aviyoniklerde yalıtım malzemesi olarak kullanılmaktadır (Thennakoon vd., 2010). Kullanım amacı, örneğin gıda ambalajlarını yağlanmaya karşı dayanıklı hale getirmek, yiyeceklerin tencereye yapışmasını önlemek, giysileri ve halıları lekelere karşı dirençli hale getirmek ve daha etkili yangın söndürme köpüğü oluşturmaktır (Giesy ve Kannan, 2002). PFAS'ın çeşitli endüstriyel uygulamalarda ve ticari ürünlerde kullanılmasının sebebi benzersiz yüzey gerilimine sahip olması ve yüksek tesviye özelliğidir (Smith vd., 2016).

Yaygın olarak kullanılan bu kimyasallar üzerinde yapılan çalışmalar, PFAS'ın su, toprak ve hava gibi ortamlara hızlı bir şekilde yayıldığını, insanlar ve çevre için potansiyel olarak olumsuz etkiler oluşturduğunu göstermektedir. Bunun başlıca nedeni, perflorooktanoik asit (PFOA) ve perflorooktan sülfonat (PFOS) gibi belirli PFAS türlerinin çevrede veya insan vücudunda parçalanmaması ve birikim göstermesidir (Smith vd., 2016).

PFAS'a maruz kalmanın insanlarda olumsuz sağlık sonuçlarına yol açabileceğine dair kanıtlar vardır. En çok çalışılan PFAS kimyasalları PFOA ve PFOS'tur. Çalışmalar, PFOA ve PFOS'un laboratuvar hayvanlarında üreme ve gelişim, karaciğer ve böbrek ve immünolojik etkilere neden olabileceğini göstermektedir. Her iki kimyasal da hayvanlarda tümörlere neden olmuştur. En tutarlı bulgular, maruz kalan popülasyonlar arasında artan kolesterol seviyeleridir (US EPA, 2021).

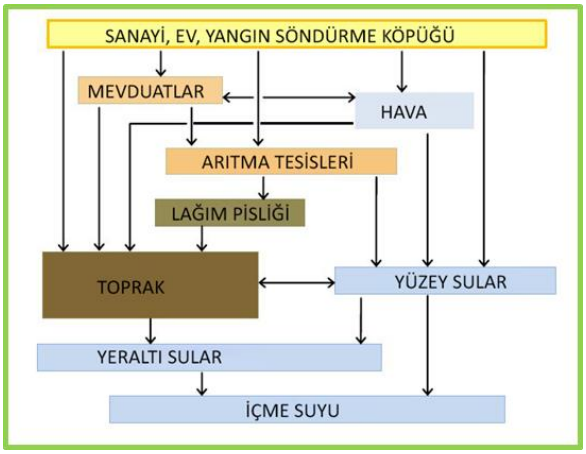


Şekil 1. PFAS'ın Günlük Hayatta Kullanımı (Doğru, 2019).

Depolama sahası sızıntı suyu da dâhil olmak üzere deşarj edilen atık su, çevreye yayılan PFAS emisyonlarının önemli bir kaynağıdır. İzleme çalışmaları, PFAS'ın küresel olarak doğal sularda, vahşi yaşamda ve insan dokusunda çeşitli konsantrasyonlarda tanımlanması nedeniyle, kimyasalların çevrede yaygın olduğunu göstermiştir. Çevredeki PFAS emisyonlarının en önemli kaynaklarından biri deşarj edilen atık sulardır. Örneğin, PFAS içeren tüketici ürünleri bu ortamlarda bozulmaya maruz kaldığından, depolama alanlarından sızıntı suyu akışında PFAS tespit edilmektedir (Wei vd., 2019). PFAS, sıvı hidrokarbonun yüzeyini ıslatma yetenekleri nedeniyle yangın söndürme köpüğü ürünlerinde de sıklıkla kullanılmakta ve bu durum yangınla mücadele eğitim alanları, tarihsel olarak büyük yangınların meydana geldiği alanlar, köpük depolama ve dağıtımı ve sıcak çalışma sırasında yanıcı buharın bastırılması gibi uygulamaların yapıldığı alanları PFAS kaynağı olarak gösterebilmektedir. Bu tür alanlardan çevreye oldukça yüksek miktarda PFAS yayılımı gerçekleşmektedir (Smith vd., 2016).

1.1.PFAS'ın Çevresel Etkileri

PFAS bileşikleri bulundukları ortam sebebiyle diğer PFAS bileşiklerine dönüşebilir. Kalıcı bir bileşik uzun ömürlüdür ve bu nedenle kullanım sona erdikten çok sonra yayılabilir ve bir alanı kontamine edebilir. PFAS'ın yayılması, kimyasal maddelerin suda çözünür özellikleri nedeniyle öncelikle yer, yeraltı ve yüzey sularında meydana gelir. PFAS bileşiklerinin uzun hidrofobik kısmı ve hidrofilik fonksiyonel grup, PFAS'ın hem göllerde hem de nehirlerde su yoluyla uzaklara taşınabileceğini göstermektedir. PFAS ayrıca hava nemi yoluyla da yayılabilir (Linderoth vd., 2016). PFAS çevreye farklı şekillerde girmektedir (Şekil 2).



Şekil 2. PFAS'ın Çevreye Yayılabileceği Olası Yolların Şematik Gösterimi (Gellrich vd., 2012).

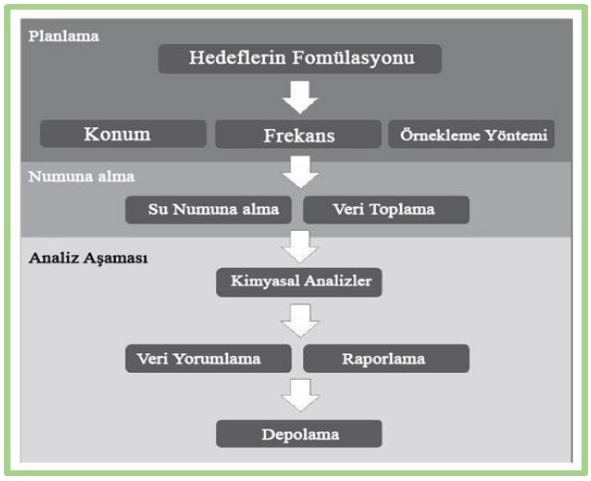
Örneğin yangın söndürme operasyonlarından sonra veya büyük miktarlarda PFAS içeren söndürme köpüklerinin sızdığı veya yıkanıp gittiği yangın söndürme eğitim alanlarının yakınında yüksek seçici konsantrasyonlar tespit edilmiştir. Kalıcı bileşikler ayrıca atık su ve PFAS'ın işlendiği veya yardımcı malzeme olarak kullanıldığı endüstriyel tesislerden egzoz havası yoluyla da salınmaktadır (Oliaei vd., 2013).

Çalışmanın amacı, çevresel olarak yayılım gösteren PFAS ve bileşenlerine uygulanan arıtım yöntemlerinin incelenmesi ve elde edilen sonuçların değerlendirilmesidir.

2.MATERYAL VE METOT

2.1.Araştırma Yöntemi

Bu bölüm, çevresel ortamlarda PFAS için uygulanan arıtma teknolojileri hakkında bilgi vermektedir. Çevresel ortamlarda PFAS için arıtma teknolojileri hala gelişmektedir ve uzun vadeli çözümlerin uygulanmasında dikkatli olunmalıdır. Arıtma teknolojilerinin seçiminde, diğer hedefler (ekolojik alıcılara ve çevresel kaynaklara yönelik riskin azaltılması, sorumluluk, kaynak alan kütlesi, kütle akışı, öncüllerden PFAA'ların üretilmesi gibi) dikkate alınarak, içme suyu kaynaklarının ve insan sağlığının korunmasına öncelik verilmelidir. Bazı sahalarda, daha sağlam ve uygun maliyetli teknolojiler uygulamak amacıyla kısa vadeli saha stabilizasyon önlemleri almak makul olabilir. PFAS maddeleri ve bunların çevre, hayvanlar ve doğa üzerindeki zararlı etkileri yeni araştırılan bir alandır, bu nedenle PFAS ile ilgili yeni ve önemli araştırmalar nispeten sık yayınlanmaktadır.



Şekil 3. PFAS Kimyasallarını Arıtılmasında Yapılması Gereken Aşamalar (Weiss vd., 2015).

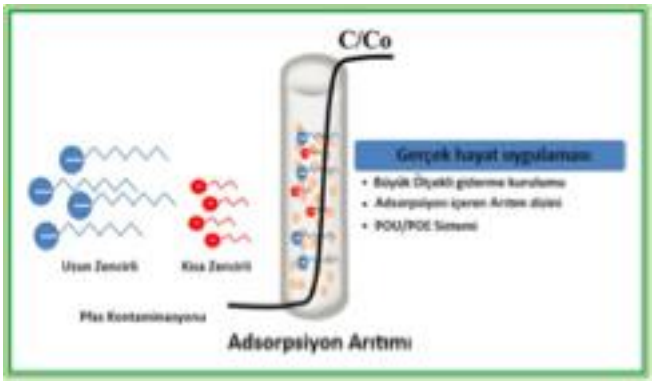
2.2.PFAS Arıtımında Uygulanan Metotlar

Genellikle daha uzun zincirlere sahip olanlar PFAS ve bileşenleri, daha kısa zincirlilere göre aktif karbon ile adsorpsiyon yöntemi kullanılarak daha kolay bir şekilde uzaklaştırılmaktadır. Daha uzun zincirli bileşikler (yani, nispeten yüksek moleküler ağırlığa sahip olanlar), nanofiltrasyon veya ters ozmos yoluyla potansiyel olarak uzaklaştırılabilir. Yüklü bileşikler iyon değişimi ile uzaklaştırma için daha uygundur. Oksidasyon/indirgeme (OXID) yöntemleri üzerine çalışmalar devam etmektedir; ancak bunların hiçbiri laboratuvar ölçekli çalışmaların ötesinde kullanılmamıştır. Çok az PFAS biyolojik bozunma ile uzaklaştırılabilmektedir. Verimliliğin ölçülmesindeki zorluklar arasında, bu kimyasalları nicelleştirememek veya yan ürünlerini analitik olarak tanımlayamamak ve kimyasalın havaya ve katıya olan bilinmeyen veya ölçülemeyen kayıpları yer almaktadır.

2.2.1.Sorpsiyon Teknikleri

Sorpsiyon teknikleri ile PFAS'tan etkilenen içme suyu (kaynağa bakılmaksızın), yüzey suyu, yeraltı suyu, atık su veya çöp sızıntı suyu gibi alanlarda bir takım sorpsiyon işlemleri uygulanabilir. Bunlardan bazıları arıtım kalitesi ve verimlilik açısından farklılık gösterebilir (Oliaei vd., 2013). Genel konsantrasyon azaltma ve uzaklaştırma kapasitesini optimize etmek için alan dışı uygulamalarda seri olarak çoklu sorpsiyon ortam türleri kullanılabilir. Adsorpsiyon ve iyon değişimi, PFAS'ın sudan uzaklaştırılabileceği "sorpsiyon" mekanizmasıdır. Adsorpsiyon, tüm PFAS molekülünü adsorptif ortamın yüzey alanlarına bağlamak için Van der Waals ve/veya diğer zayıf iyonik kuvvetleri kullanan fiziksel bir kütle transfer işlemidir (Şekil 4) (Mueller ve Yingling, 2020).

Granül aktif karbon veya bir bütün olarak aktif karbon, sorpsiyon uygulamalarından bir tanesidir. PFAS kimyasallarını içme sularından uzaklaştırmak için etkin teknolojilerden biri olarak kabul edilir. Teknoloji pilot uygulamadan tam ölçekli kurulumlara kadar birçok kez geniş çapta uygulanmış ve etkinliğini kanıtlamıştır. PFAS'ı ortadan kaldırmak için geliştirilmiş karbonlar, DESOTEC, CABOT-NORIT ve Chemviron gibi çeşitli satıcılar tarafından sunulmakta ve yer altı suyunu arıtmak için uygulanmaktadır (Roest vd., 2021). Çevreyle ilgili konsantrasyonlar altında PFAS adsorpsiyonu Tablo 1'de özetlenmiştir.



Şekil 4. PFAS Kimyasallarını Adsorpsiyon Tekniği ile Arıtılması (Mueller ve Yingling, 2020).

Bir diğer yöntem olan iyon değişimi, aynı yükteki iyonların değişimidir. İyon değişimi, arıtılmış suya eşdeğer miktarda zararsız bir iyon (örneğin klorür) salarken molekülün hidrofilik iyonize veya fonksiyonel ucunu hedefler ve ona bağlanır (örneğin, PFOS'taki sülfonat). PFAS'ın uzaklaştırılması için IX reçine seçenekleri, tek kullanımlık ve yenilenebilir reçineleri içermektedir (Mueller ve Yingling, 2020). Tek kullanımlık reçineler, önceden belirlenmiş bir eşikte geçiş meydana gelene kadar kullanılır ve daha sonra sistemden çıkarılarak halihazırda yüksek sıcaklıkta yakma veya izin verildiğinde çöp depolama yoluyla bertaraf edilir. Yenilenebilir reçineler, kapasitesi dolana kadar kullanılır, ancak daha sonra reçineye tam değişim kapasitesini geri verebilen bir rejenerant solüsyon uygulanarak yeniden kullanımı sağlanır. Geçici ve kalıcı IX sistemleri hızla devreye alınabilmektedir (Oliaei vd., 2013).

Tablo 1. Çevreyle İlgili Konsantrasyonlar Altında PFAS Adsorpsiyonunun Özeti (Oliaei vd., 2013).

PFAS	**Kapasite (mmol g^{-1})**	**Kinetik (g mmol)**	**Sıcaklık (^oC)**	**pH**	**Hızı (rpm)**	**İlk kons. (mM)**	**Adsorban dozu (mg mL)**
PFOS	0.6	0.11	20	7	250	0.0012	0.2
PFOA	0.01	246.45	25	6.5	150	0.0012	0.1
PFOA	5.6	5291.81	25	6.5	150	0.00012	0.01
PFOS	0.026	8852.30	25	5.5	150	0.002	0.2
PFOA	0.013	0.96	20	5	200	0.0024	0.2

PolyQA-Osorb®, PFAS bileşiklerini diğer arıtma alternatiflerinden daha düşük bir toplam maliyetle Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı (EPA) tarafından nihai olarak gerekli olan en katı seviyelere arıtacak yeni bir adsorban teknolojidir. Demineralize su için, PolyQA-Osorb, bir PFAS grubu için >%80, çoğunluğu için ise >%90 ve %99'a kadar arıtım sağlamaktadır. Kısa zincirli PFAS'lar bu adsorbanla daha düşük verimlilikle ortamdan uzaklaştırılır (PFBA, PFBS). Bununla birlikte bazı uzun zincirli PFAS'lar da nispeten düşük verimlilikle ortamdan uzaklaştırılır (PFDA, PFOSaAm) (US EPA, 2021). Tablo 2'de halihazırda uygulanan aktif karbon adsorpsiyonu, gelişmekte olan iyon değiştirici reçine ile iyon değişimi metodu ve yeni bir buluş olan PolyQA-Osob teknolojisi karşılaştırılmıştır.

Tablo 2. GAC, AIX ve PolyQA-Osorb®'un PFAS Arıtma Performanslarının Karşılaştırılması (Cummings vd., 2015).

Performans Boyutu	**Granül Aktif karbon (GAC)**	**İyon Değişimi (AIX)**	**PolyQA-Osorb®**
Yakınlık	Kurulmuş	Gelişen	Yeni
Yavaş ve Hızlı	En Yavaş	Orta	En hızlı
Tipik yatak temas süresi	~10 dk	~3 dk	~1 dk
Çığır açan yatak hacimleri	50 bin – 120 bin	250 bin – 300 bin	500 bin – 750 bin
Küçük zincirli PFAS'a karş etkili	En az	Orta	En iyi
Rejenerasyon/yeniden etkinleştirme	Az/Hiç,	Az/Hiç	Birçok zaman
Medyanın kg'ı başına maliyet	En düşük	Orta	En Yüksek
Toplam arıtma maliyeti	Daha yüksek	Orta	En düşük beklenti

2.2.2.Membran Filtrasyonu

Adsorpsiyon tekniklerinin yanı sıra PFAS arıtımı için filtrasyon teknikleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Filtrasyon sırasında partiküller gözenekli bir filtre vasıtasıyla sıvı fazdan ayrılır. PFAS'ın giderilmesi için mikrofiltrasyon (MF), ultrafiltrasyon (UF), nanofiltrasyon (NF) ve ters ozmos yöntemleri uygulanmaktadır. 15 dakikalık mikrofiltrasyon uygulaması ve 0,3 L/sn debi akışı ile PFAS giderimi gerçekleştirilmiştir. Ultrafiltrasyon (UF) ile 11520 litre PFAS içeren sudan saatte 1,59 m^3 su arıtılarak PFAS uzaklaştırılması sağlanmıştır (Patterson vd., 2019). Nanofiltrasyon (NF) yöntemi için geliştirilmiş teknolojiler kullanılarak da PFAS giderimi yapılmaktadır (Kucharzyk vd., 2017).

Ters ozmos tekniği yarı geçirgen bir zardan basınç altında suyu iterek kirleticilerin (PFAS dahil) büyük bir çoğunluğunu sudan uzaklaştırmak için kullanılan bir teknolojidir. En yaygın membran modülü konfigürasyonu, merkezi bir toplama tüpünün etrafına sarılmış düz tabaka membran malzemeden oluşan spiral sargıdır (Horst vd., 2018). Horst vd.nin (2018) PFAS giderimi için uyguladıkları ters ozmos filtrasyon siteminin özeti Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Ters Ozmos (RO) Sistem Spesifikasyonlarının Özeti (Horst vd., 2018).

Ters Ozmos sistemi	**iSpring RCS5T**	**HydroLogic Evrimi RO1000**	**Fleksiyon LP-700**
Değerlendirilmiş kapasite	1.89 m³ günde (0.0013 m³ dakikada)	3.78 m³ günde (0.0026 m³ dakikada)	2.64 günde (.001 dakikada)
Filtreler dahil	Tortu filtresi	Karbon ön filtresi	Tortu filtresi
	Karbon ön filtre	2 RO membranı	Karbon ön filtre
	CTO filtre	-	2 RO membranı
	RO membran karbon filtre sonrası	-	Karbon ön filtre
Sistem kurtarma	50%	%50, 1:1 bağlantı kullanarak	38%
Hidrofor pompaları	Evet	Hayır	Hayır
Bağlantılar	3/800 giriş ¼00 çıkış (Tüp dahil)	½00 giriş 3/800 çıkış (Tüp dahil)	3/800 giriş ve çıkış (Boru dahil değildir)
Kendinden destekli	Evet	Evet	Hayır
Boyut (L × W × H)	8.500 × 1500 × 18.500	20.500 × 1100 × 1000	1800 × 10.500 × 3200
Ağırlık	14 kg	17,25 kg	17,23 kg

2.3.PFAS Arıtım Yöntemlerinin Verimlerinin Karşılaştırılması

Granül aktif karbon, şu anda PFAS'ın giderilmesi için en yaygın olarak kullanılan arıtım tekniğidir. Literatürde %90-%99 arasında uzaklaştırma verimliliği bildirilmiştir; daha düşük değerler muhtemelen daha kısa zincirli PFAS'ın verimsiz şekilde uzaklaştırılmasından kaynaklanmaktadır (Mueller ve Yingling, 2020). Çift filtre ile tasarlanan granül aktif karbon kullanılan bir sistemde, PFOA'nın giderimi oldukça etkili olmuştur. Penns Grove, New Jersey'de yapılan granül aktif karbon arıtımı ile su içerisindeki PFOA miktarı 0.00004 mg/L'nin altına düşürülmüştür. Minnesota'da ise günde 11356 m^3 kapasiteli bir tesiste, granüler aktif karbon arıtımı ile PFOS seviyeleri 0,00008 mg/L'nin altında tespit edilmiştir (Cummings vd., 2015; Waterline, 2010). Karbon zincirinin uzunluğu azaldıkça giderme etkinlikleri tipik olarak azaldığından, granüler aktif karbon bu bileşiklerin çıkarılmasına uygun olmayabilir. Hedef PFAS'tan bağımsız olarak, su kaynakları için granül aktif karbon arıtma sistemlerinin uygun şekilde tasarlanması ve uygulanması için laboratuvar ve saha çalışmaları esas alınmalıdır (Bartell vd., 2018).

İyon değişimi, bir ev tipi su yumuşatıcısında meydana gelene benzer şekilde, bir iyonun diğeriyle değiştirildiği, kalsiyumun uzaklaştırıldığı ve sodyumun suya salındığı bir işlemdir. İyonize PFAS, iyon değiştirici reçineler kullanılarak uzaklaştırılabilir, ancak rapor edilen uzaklaştırma verimleri oldukça değişkendir. Ek olarak, reçineler üzerindeki bağlanma bölgeleri için bikarbonat, nitrat ve fosfat gibi yaygın anyonlarla rekabet etkinliği etkilenebilir. Organikler, toplam çözünmüş katılar, mineraller reçineleri tıkayabilir ve verimliliği azaltabilir (Cummings vd., 2015). Anyon değişimi, daha kısa zincirli PFAS'ın çıkarılması için granül aktif karbondan daha etkili görünmektedir ve birkaç bölgede uygulanmaktadır (Hagelin vd., 2016).

Ters ozmos ve nanofiltrasyon sistemlerinin birçok molekül ve iyon türünün uzaklaştırılmasında etkili olduğu gösterilmiştir. Ters ozmos ile PFAS, membranın basınçlı tarafında reddetme akışında tutulur ve PFAS'ın çevreye geri salınmasını önlemek için daha fazla işlemden geçirilmesi gerekir. Ters ozmosun topluluk su sistemlerindeki tipik akış hızlarında etkili olduğu belirtilmiştir. Bununla birlikte, ters ozmos maliyetlidir ve PFAS ile zenginleştirilmiş reddetme akışının sorumlu bir şekilde işlenmesi ve bertaraf edilmesi gereklidir. Daha düşük basınçlarda çalışıldığı için ters ozmostan daha ucuz olan nanofiltrasyon, PFAS'lar için henüz geliştirme aşamasındadır ve pilot veya tam ölçekli arıtımda kullanılmamıştır**.** Ters ozmos ve nanofiltrasyon membranları için %93-99 PFOS giderme verimliliği rapor edilmiştir. PFOA ve PFOS ve PFeA, PFHxA, PFHpA, PFNA, PFDA, PFBS ve PFHxS dahil olmak üzere diğer birçok PFAS için > %90'dan fazla arıtım elde edildiği tespit edilmiştir (Crone vd., 2019) Tablo 4'te farklı arıtım yöntemlerinin PFAS bileşenleri üzerindeki giderim verimlilikleri karşılaştırılmıştır.

Tablo 4. Farklı Arıtma Yöntemleri ile PFAS Bileşenlerinin Giderim Verimliliğinin Karşılaştırılması (Bartell vd., 2018).

Arıtma Türü	**PFOA**	**PFOS**	**Diğer bileşikler**
Pıhtılaşma/flokülasyon/sedimantasyon	1-20%	1-80%	1-5%
Granül Aktif Karbon sık değiştirme	>48%- >90%	> %89 ila> %98	>22%- >90%
İyon değişimi	51-90%	90-99%	Daha kısa zincirli bileşiklerin daha hızlı atılımı
Membran Filtrasyon	10-50%	0-23%	<10% Çoğu bileşik için
Biyolojik arıtma (yavaş kum filtrasyonu ve nehir kıyısı filtrasyonu dahil)	<10%	0-15%	Oldukça değişken, bazı durumlarda konsantrasyonlar arttı
Ters ozmos	>90%	93-99%	>90%
Oksidasyon (ozon)	<10%	0-7%	<10%
Gelişmiş oksidasyon (UV-TiO2)	<10%	15%	<10%
Toz aktif karbon	Veri yok	10-97%	Veri yok

3. SONUÇ

PFAS ve bileşenleri teknolojinin gelişmesi ve insanların ürünlerin geliştirilmesi ile hayatlarının kolaylaştırılması talepleri üzerine artarak kullanılmaktadır. Üretimdeki bu artış, kullanım ömrü dolmuş olan maddelerin doğaya kontrolsüz bir biçimde verilmesi ve gerektiği gibi bertarafının sağlanmaması sebebiyle insan, çevre ve diğer canlılar açısından problem oluşturmaya başlamıştır. Bu problemlerin asıl sebebi PFAS ve bileşenlerinin parçalanmayıp hem doğada hem de insan vücudunda birikim göstermesidir.

Bazı ülkelerde PFAS kullanımı yasaklanmıştır. Ancak yasaklanmayan ülkelerde öncelikli olarak bu maddelerin kaynağında azaltılması ya da üretiminde PFAS yerine alternatif maddelerin kullanılması sağlanmalıdır. Kaynağında azaltmanın sağlanamadığı durumlarda da su ve topraktan uygun yöntemlerle giderimi gerçekleştirilmelidir. PFAS ve bileşenlerinin su ortamından arıtımı incelendiğinde kısa zincirli olan bileşenlerin uzaklaştırılmasının uzun zincirli olanlardan daha zor olduğu belirlenmiştir. Bu zamana kadar uygulanan arıtım yöntemleri incelendiğinde ise sıklıkla

kullanılan yöntemler olarak adsorpsiyon, iyon değişimi ve membran filtrasyon yöntemlerinden ters ozmos yöntemi ön plana çıkmıştır. Son olarak yapılan çalışmalarda farklı adsorbanların yüksek oranda PFAS giderimi sağladığı tespit edilmiştir. Söz konusu yöntemlerle PFAS'ın bazı bileşenlerin %99'dan fazla oranda giderilmektedir. Ancak diğer bileşenler için giderim verimi düşük olmaktadır. Dolayısıyla arıtım yöntemleri açısından adsorpsiyon yöntemine ağırlık verilerek yeni adsorbanların geliştirilmesiyle PFAS ve tüm bileşenlerinin yüksek verimlilikle arıtımı esas alınmalıdır.

4.KAYNAKÇA

Bartell, S., Field, J., Jones, D., Lau, C., Masten, S., & Savitz, D. (2018). Scientific Evidence and Recommendations For Managing PFA Contamination In Michigan. *Michigan PFAS Science Advisory Panel*.

Crone, B. C., Speth, T. F., Wahman, D. G., Smith, S. J., Abulikemu, G., Kleiner, E. J., & Pressman, J. G. (2019). Occurrence of Per-and Polyfluoroalkyl Substances (PFAS) in Source Water and Their Treatment in Drinking Water. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, *49*(24), 2359–2396. https://doi.org/10.1080/10643389.2019.1614848

Cummings, L., Matarazzo, A., Nelson, N., Sickels, P. E. F., & Storms, C. T. (2015). *Recommendation on Perfluorinated Compound Treatment Options for Drinking Water*.

Doğru, M. (2019). *PFAS Kimyasalları Nelerdir ve İnsan Sağlığına Nasıl Etki Ederler?* Ecobuild. https://www.ecobuild.com.tr/post/2019/09/28/pfas-kimyasallar-c4-b1-nelerdir-ve-c4-b0nsan-sa-c4-9fl-c4-b1-c4-9f-c4-b1na-nas-c4-b1l-et

Gellrich, V., Stahl, T., & Knepper, T. P. (2012). Behavior of perfluorinated compounds in soils during leaching experiments. *Chemosphere*, *87*(9), 1052–1056. https://doi.org/10.1016/J.CHEMOSPHERE.2012.02.011

Giesy, J. P., & Kannan, K. (2002). Peer Reviewed: Perfluorochemical Surfactants in the Environment. *Environmental Science and Technology*, *36*(7). https://doi.org/10.1021/ES022253T

Hagelin, N., Foster Wheeler, A., & Woodard, S. (2016). *Sustainable Removal of Poly-and Perfluorinated Alkyl Substances (PFAS) from Groundwater Using Synthetic Media*.

Horst, J., McDonough, J., Ross, I., Dickson, M., Miles, J., Hurst, J., & Storch, P. (2018). Water Treatment Technologies for PFAS: The Next Generation. *Groundwater Monitoring & Remediation*, *38*(2), 13–23. https://doi.org/10.1111/GWMR.12281

Kucharzyk, K. H., Darlington, R., Benotti, M., Deeb, R., & Hawley, E. (2017). Novel treatment technologies for PFAS compounds: A critical review. *Journal of Environmental Management*, *204*(Pt 2), 757–764. https://doi.org/10.1016/J.JENVMAN.2017.08.016

Linderoth, M., Hellström, A., Lilja, K., Nordin, A., Hedman, J., & Klingspor, K. (2016). *Highly fluorinated substances (PFAS) and pesticides*.

Mueller, R., & Yingling, V. (2020). History and Use of Per-and Polyfluoroalkyl Substances (PFAS). *Interstate Technology Regulatory Council*, 1–8. https://pfas-1.itrcweb.org/fact_sheets_page/PFAS_Fact_Sheet_History_and_Use_April2020.pdf

Oliaei, F., Kriens, D., Weber, R., & Watson, A. (2013). PFOS and PFC releases and associated pollution from a PFC production plant in Minnesota (USA). *Environmental Science and Pollution Research International*, *20*(4), 1977–1992. https://doi.org/10.1007/S11356-012-1275-4

Patterson, C., Burkhardt, J., Schupp, D., Krishnan, E. R., Dyment, S., Merritt, S., Zintek, L., & Kleinmaier, D. (2019). Effectiveness of point-of-use/point-of-entry systems to remove per- and

polyfluoroalkyl substances from drinking water. *AWWA Water Science*, *1*(2), e1131. https://doi.org/10.1002/AWS2.1131

Paul, A. G., Jones, K. C., & Sweetman, A. J. (2008). A First Global Production, Emission, And Environmental Inventory For Perfluorooctane Sulfonate. *Environmental Science and Technology*, *43*(2), 386–392. https://doi.org/10.1021/ES802216N

Roest, K., Laak, T. L. ter., Hans; H., Siegers, W., Meekel, N., Jong, C. de, Houten, M. van, Pancras, T., Plaisier, W., & Dalmijn, J. (2021). *Performance of water treatment systems for PFAS removal* . https://www.concawe.eu/wp-content/uploads/Rpt_21-5.pdf

Smith, J. W. N., Beuthe, B., Dunk, M., Demeure, S., Carmona, J. M. M., Medve, A., & Spence, M. J. (2016). *Environmental fate and effects of poly-and perfluoroalkyl substances (PFAS) Prepared for the Concawe Soil and Groundwater Taskforce (STF/33)*.

Thennakoon, S., Lalantha, M., & Senevirathna, D. (2010). *Development of Effective Removal Methods of PFCs (Perfluorinated Compounds) in Water by Adsorption and Coagulation*.

US EPA. (2021). *PFAS Removal in Drinking Water Treatment Systems Training Webinar Archive*. https://www.epa.gov/research-states/pfas-removal-drinking-water-treatment-systems-training-webinar-archive

Waterline. (2010). *Oakdale and 3M Work Together to Remove Perfluorochemicals - EH: Minnesota Department of Health*. https://www.health.state.mn.us/communities/environment/water/waterline/featurestories/oakdale.html

Wei, Z., Xu, T., & Zhao, D. (2019). Treatment of per- and polyfluoroalkyl substances in landfill leachate: status, chemistry and prospects. *Environmental Science: Water Research & Technology*, *5*(11), 1814–1835. https://doi.org/10.1039/C9EW00645A

Weiss, J., de Boer, J., Berger, U., Muir, D., Ruan, T., Torre, A., Smedes, F., Vrana, B., Clavien, F., & Fiedler, H. (2015). PFAS analysis in water for the Global Monitoring Plan of the Stockholm Convention Set-up and guidelines for monitoring. *UNEP*.

Presentation ID / Sunum No= 34

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0000-0002-6338-4553

Hızlı Değerlendirme Yöntemleriyle Mevcut Betonarme Binaların Sismik Performanslarının Belirlenmesi: Erzincan Örneği

Dr. Öğretim Üyesi Atila Kumbasaroglu[1], Mansur Toprak[1], Arş. Gör. Ahmet İhsan Turan[1], Arş. Gör. Alper Celik[1], Mustafa Gürocak [1]

[1]*Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Mimarlık ve Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü*

Özet

Mevcut yapı stokunun büyük bir kısmı betonarme olan ülkemiz, aktif fay hatları üzerinde yer almaktadır. Son elli yıl içerisinde ülkemizde can ve mal kaybına yol açmış orta ölçek büyüklükte (1999 Gölcük (7.4 Mw), 2003 Bingöl (6.4 Mw), 2011 Van (7.2 Mw), 2020 Elâzığ (6.8 Mw)) birçok deprem meydana gelmiştir. Depremlerden sonra incelenen ağır hasarlı binalarda göze çarpan en önemli detayın, mevcut yapılardaki yapısal kusurlar (yumuşak kat, ağır konsollar, kısa kolonlar) olduğu bilinmektedir. Bu kapsam mevcut betonarme binaların hızlı ve pratik bir şekilde değerlendirilmesi aktif fay hatları üzerinde yer alan ülkemiz için son derece önem teşkil etmektedir. Hızlı değerlendirme yöntemleriyle mevcut betonarme binaların sismik performanslarının belirlenmesi, tahribatsız bir şekilde gerçekleştirilebildiğinden, diğer tahribatlı yöntemlere göre hem ekonomi hem de zaman anlamında büyük kazanç sağlaması olasıdır. Araştırma kapsamında Erzincan ilinde bulunan 33 adet betonarme binanın sismik performans seviyeleri hızlı değerlendirme yöntemi ile belirlenmiştir. Mevcut betonarme binaların sismik performans seviyelerinin hızlı değerlendirme yöntemleriyle belirlenmesinde ana parametreler; yapılarda yumuşak kat etkisi, ağır konsol, kısa kolon etkisi, görünür bina kalitesi, çarpışma etkisi, topoğrafik etkiler, zemin sınıfı ve bina kat sayısı olarak seçilmiştir. Araştırma kapsamında yapılacak olan çalışmalar sayesinde bölgesel rehabilitasyon ihtiyaçlarının belirlenmesi ve sismik tehlike (risk) azaltma programlarının geliştirilmesi sağlanabilir ve/veya Erzincan ilinin risk profili bilgi yönetiminin desteklenmesi için yerel makamlara rehberlik edebilir.

Anahtar Kelimeler: Betonarme Yapılar, Hızlı Değerlendirme Yöntemleri, Yapısal Kusurlar.

Determination of Seismic Performance of Existing Reinforced Concrete Buildings by Rapid Evaluation Methods: the Case Study of Erzincan

Abstract

Our country, which is mostly reinforced concrete, is located on active fault lines. In the last fifty years, many medium-sized earthquakes (1999 Gölcük (7.4 Mw), 2003 Bingöl (6.4 Mw), 2011 Van (7.2 Mw), 2020 Elazığ (6.8 Mw)) have occurred that have caused loss of life and property in our country. It is known that the most dramatic detail in the heavily damaged buildings examined after the earthquakes is the structural defects (soft story, heavy overhangs, short columns) in the existing structures. In this context, the rapid and practical evaluation of existing reinforced concrete buildings is extremely important for our country, which is located on active fault lines. Since the seismic performance of existing reinforced concrete buildings can be determined non-destructively with rapid evaluation methods, it is likely to provide great savings in terms of both economy and time compared to other destructive methods. Within the scope of the research, the seismic performance levels of 33 reinforced concrete buildings in the province of Erzincan were determined by the rapid evaluation method. The main parameters in determining the seismic performance levels of existing reinforced concrete buildings by rapid evaluation methods are; Soft story effect, heavy overhangs, short column effect, apparent building quality, pounding effect, topographic effects, local soil conditions and number of building stories were selected. Thanks to the studies to be carried out within the scope of the research, the determination of regional rehabilitation needs and the development of seismic hazard (risk) mitigation programs can be provided and/or it can guide local authorities to support the risk profile information management of Erzincan province.

Keywords: Reinforced Concrete Structures, Rapid Evaluation Methods, Structural Defects.

1. GİRİŞ

Türkiye konumundan dolayı büyük depremler görmüş ve görmesi muhtemeldir. Yapı stoku göz önüne alındığında olası bir deprem halinde mal ve can kayıpları kaçınılmaz olur. Kapsamlı veri toplamaya dayanan ayrıntılı prosedürler, karmaşık modelleme veya analiz gerektirdikleri ve binanın rehabilitasyona ihtiyaç duyup duymadığını belirlemeyi amaçladıkları için tek bir bina için kullanılır. Böyle bir durumda deprem gerçekleşmeden yapı stokunun durumunu değerlendirmek işgücü, zaman ve maddi açıdan zor olacağı düşünülmektedir. Hızlı bir şekilde değerlendirme yapılması ve riskli binaların tespit edilmesi için birçok yöntem geliştirilmiştir. Bu değerlendirme yöntemlerinde kullanılan parametreler Tablo 1' de görüldüğü üzere değişkenlik göstermektedir (Efekan, 2019).

Tablo 1. Hızlı değerlendirme yöntemlerinde dikkate alınan değerlendirme parametrelerinin karşılaştırılması.

Hızlı Değerlendirme Yöntemi / Hızlı Değ. Yönt. Kullanılan Değ. Parametlreleri	FEMA-154 RVS yöntemi	Kanada Sismik Tarama Yöntemi	Japon Sismik İndeks Yöntemi	Hindistan Hızlı Görsel Tarama Yöntemi	Yeni Zellanda Standardı	RBTEİE	Sucuoğlu Yöntemi	P25 Yöntemi
Kat sayısı				X	X	X	X	
Taşıyıcı sistem tipi	X	X	X		X	X		
Yumuşak kat / Zayıf kat	X	X	X	X	X	X	X	X
Ağır çıkma		X		X	X	X	X	X
Düşey düzensizlik	X	X	X	X	X	X		X
Plan düzensizliği	X	X	X	X	X	X		X
Kısa kolon	X	X		X	X	X		X
Çarpışma etkisi	X	X		X	X	X	X	X
Bina önem sınıfı		X		X	X			X
Görünen bina kalitesi	X	X	X	X		X	X	X
Bina inşa yılı	X	X			X			
Tabi zemin eğimi	X					X		X
Deprem tehlike bölgesi	X	X	X	X	X	X	X	X
Zemin sınıfı	X	X	X	X	X	X	X	X

Türkiye'de mevcut olarak bulunan 20 milyon yapı stokunun yaklaşık olarak 5 milyonu 1999 Gölcük depremi sonrası inşa edildiği bilinmektedir. Bundan dolayı ülkemizde mevcut olan yapıların büyük bir kısmı risk altındadır. Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik 1997 yılında yayımlanmış olup 1998 yılında yürürlüğe girmiştir. Bu yönetmelik 2007 yılında Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik olarak güncellenmiştir. DBYBHY'de can ve mal kayıplarını en aza indirmek ve artan kentsel dönüşüm ihtiyacı doğrultusunda "Mevcut Binaların Değerlendirilmesi ve Güçlendirilmesi" bölümü eklenmiştir. Bu yönetmelik de 2018 yılında Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği olarak güncellenmiştir. Ancak bu yönetmeliklere uygun hesaplar yapmak zaman alacağı için hızlı tespit için ülkemizde bu amaca uygun yöntemler bulunmuştur (Efekan, 2019).

Bina Mahallinde Değerlendirme Yöntemi, karmaşıklık düzeyi en az olan ilk değerlendirme olarak tanımlanır. Başlangıç seviyesinde olan bu yöntem herhangi bir analiz gerektirmez ve benzer binaların mevcut performansını belirler. Bina Mahallinde Değerlendirme Yönteminin amacı, acil müdahale gerektiren mevcut betonarme binaların öncelik seviyelerini belirlemektir. Bu yöntem değerlendirmenin yapıldığı bölgedeki tüm yapılara uygulanır. Bu amaca uygun şekilde deprem riski yüksek olan Erzincan İlinin Ergenekon Mahallesinde bir bölge seçilmiş ve her bir yapıya Hızlı Değerlendirme Yöntemi uygulanarak sonuç puanları elde edilecektir. Sonuç puanlarına göre bölgenin risk durumu değerlendirilecektir (Işık vd., 2016).

Şekil 1. Değerlendirme yapılmış olan alan.

MATERYAL VE YÖNTEM

1.1. Bina Mahallinde Değerlendirme Prosedürü

Karmaşıklık düzeyi en az olan ilk değerlendirme, Bina Mahallinde Değerlendirme Prosedürü olarak tanımlanır. Başlangıç seviyesinde olan bu yöntem herhangi bir analiz gerektirmez ve benzer binaların mevcut performansını belirler. Bina mahallinde değerlendirmenin amacı, acil müdahale gerektiren mevcut betonarme binaların öncelik seviyelerini belirlemektir. Bu yöntem değerlendirmenin yapıldığı bölgedeki tüm yapılara uygulanır (Sucuoğlu, 2007).

2.2.1. Bina Kat Sayısı

Mevcut betonarme bir binanın, zemin seviyesinin üzerindeki toplam kat sayısıdır. Eğer mevcut betonarme bina, cepheleri açısından kotları farklı olan eğimli bir topoğrafyada inşa edilmişse ve her iki cephedeki binanın kat sayıları farklıysa, bina kat sayısı için temsili bir değer olarak büyük olanı alınacaktır.

2.2.2. Yumuşak Kat

Genellikle yumuşak kat bir binada, belirli bir katın diğer katlara kıyasla daha az rijitliğe ve dayanıklılığa sahip olduğu durumlarda vardır. Bu durum daha çok ana yol güzergahında yer alan binalarda ortaya çıkmaktadır. Yumuşak kata sahip olan binaların genellikle zemin katları daha yüksek inşa edilir ve bu durumda mevcut betonarme bina düşeyde düzensizliğe neden olan farklı bir eksen sistemine sahip olabilir. Deprem mühendisliği açısından böylesi olumsuz özelliklerin karmaşık etkisi yumuşak kat olarak tanımlanmaktadır.

Bina Mahallinde Değerlendirme Prosedürü kapsamında; mevcut betonarme binanın yumuşak bir kata sahip olması durumunda Değerlendirme Puan Çarpanı (VSM) 1 (bir) olarak, yok ise 0 (sıfır) olarak değerlendirilir. Değerlendirme Puanı (VS) ise Tablo 2'den temin edilir (Sucuoğlu vd., 2007).

2.2.3. Binanın Görünen Kalitesi

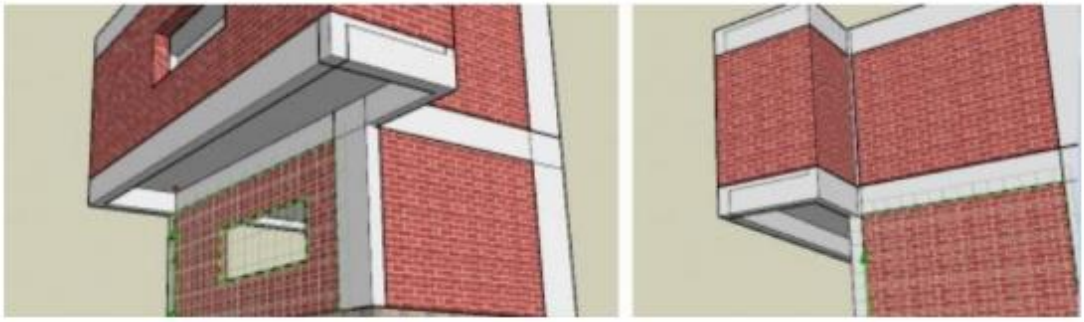
Malzeme ve işçilik kalitesi ve periyodik bakımına gösterilen özen betonarme bir binanın görünen kalitesini yansıtır. Betonarme bir binanın mevcut görünen kalitesi kabaca iyi, orta veya zayıf olarak sınıflandırılır. Görünür kalitesi düşük betonarme bir binanın, zayıf malzeme dayanımına ve yetersiz detaylara sahip olması beklenebilir.

Bina Mahallinde Değerlendirme Prosedürü kapsamında; mevcut betonarme binanın görünen kalitesinin iyi, orta ve zayıf olmasına bağlı olarak Değerlendirme Puan Çarpanı (VSM) sırasıyla 0 (sıfır), 1 (bir) ve 2 (iki) olarak değerlendirilir. Değerlendirme Puanı (VS) ise Tablo 2'den temin edilir (Sucuoğlu vd., 2007).

2.2.4. Ağır Konsollar

Betonarme binalarda ağır balkonlar ve/veya konsol döşemeler kütle merkezini yukarı kaydırır; bu durum depremler sırasında sismik yanal kuvvetlerin ve binanın devrilme momentlerinin artmasına yol açar. Ağır konsollar, değerlendirme prosedürü kapsamında kolaylıkla gözlemlenebildiği için, parametre setine dahil edilir.

Bina Mahallinde Değerlendirme Prosedürü kapsamında; mevcut betonarme binanın ağır konsollara sahip olması durumunda Değerlendirme Puan Çarpanı (VSM) 1 (bir) olarak, yok ise 0 (sıfır) olarak değerlendirilir. Değerlendirme Puanı (VS) ise Tablo 2'den temin edilir (Sucuoğlu vd., 2007).



Şekil 2. Ağır konsol örneği.

2.2.5. Kısa Kolonlar

Kısmi dolgulu çerçeveler, yarı gömülü bodrumlarda inşa edilen bant pencereler veya merdiven boşlukları etrafındaki orta kat kirişler mevcut betonarme binalarda kısa kolonların oluşmasına neden olur. Kısa kolonlar, genellikle dış çerçeve boyunca yerleştirildikleri için dışarıdan kolayca belirlenebilir.

Bina Mahallinde Değerlendirme Prosedürü kapsamında; mevcut betonarme binanın kısa kolonlara sahip olması durumunda Değerlendirme Puan Çarpanı (VSM) 1 (bir) olarak, yok ise 0 (sıfır) olarak değerlendirilir. Değerlendirme Puanı (VS) ise Tablo 2'den temin edilir (Sucuoğlu vd., 2007).

Şekil 3. 2003 Bingöl depreminde kısa kolon nedeniyle hasar görmüş yapılar (Irfanoglu, 2009).

2.2.6. Çarpma Etkisi

Bitişik-nizam binalar arasında yeterli açıklık olmadığı zaman, mevcut betonarme binalarının sahip olduğu farklı titreşim periyotları ve buna bağlı olarak eş-zamanlı olmayan titreşim genliklerinin sonucu mevcut betonarme binalar depremler sırasında birbirlerine çarparlar. Düzensiz kat yükseklikleri çarpmanın etkisini arttırır.

Bina Mahallinde Değerlendirme Prosedürü kapsamında; mevcut betonarme binanın çarpma riskine sahip olması durumunda Değerlendirme Puan Çarpanı (VSM) 1 (bir) olarak, yok ise 0 (sıfır) olarak değerlendirilir. Değerlendirme Puanı (VS) ise Tablo 2'den temin edilir (Sucuoğlu vd., 2007).

2.2.7. Topoğrafik Etkiler

30° dereceden daha dik yamaçlardaki betonarme binalar, zemin distorsiyonu (*biçim bozulmasını*) üst katlardaki yapısal elemanlara eşit olarak dağıtamayan basamaklı temellere sahiptir. Dolayısıyla, topoğrafik büyüklük, farklı kotlara sahip yerli veya dolgulu tepelerin üst kısmında yer hareketi yoğunluğunu artırabilecek bir başka faktördür. Bu nedenle prosedür kapsamındaki sismik risk değerlendirmesinde bu iki faktör dikkate alınmalıdır.

Bina Mahallinde Değerlendirme Prosedürü kapsamında; mevcut betonarme binanın tanımlanan topoğrafik etkilere sahip olması durumunda Değerlendirme Puan Çarpanı (VSM) 1 (bir) olarak, yok ise 0 (sıfır) olarak değerlendirilir. Değerlendirme Puanı (VS) ise Tablo 2'den temin edilir (Sucuoğlu vd., 2007).

2.2.8. Yerel Zemin Koşulları

Bir deprem sırasında mevcut betonarme bir binanın altındaki yer hareketinin şiddeti (hasar verebilirliği), büyük ölçüde o binanın faya olan uzaklığına ve yerel zemin koşullarına bağlıdır.

Mikro ölçekte sismik risk haritalanması her iki değişkeni de dikkate alır. Mühendislik uygulamalarında, sismik risk (veya yer hareketinin şiddeti) zeminin PGA (Peak Ground Acceleration) ve PGV (Peak Ground Velocity) parametreleri açısından haritalanır. Bu parametrelerden PGV, genellikle büyük bir deprem sırasında yerel zemin koşullarının etkisini en iyi yansıtır. Bitirme Tezi dersi kapsamında PGV parametresi kullanılır (ÇŞB,2013).

1.2. Mevcut Betonarme Binanın Sismik Performans Puanlaması

Bina mahallinde değerlendirme prosedürü kapsamında, mevcut betonarme bir binadan tespit edilmesi gereken yapısal parametreler ve o binaya ait yerel zemin koşulları belirlendikten sonra, Denklem (1) kullanılarak Sismik Performans Puanlaması (PS) hesaplanabilir (Sucuoğlu, 2007).

$$(PS)=(BS)-\sum (VSM) \times (VS) \quad (1)$$

Bina Mahallinde Değerlendirme Prosedürü kapsamında, mevcut betonarme bir binadan tespit edilecek yapısal parametreler ait Değerlendirme Puanı (VS) için Tablo 1 ve Değerlendirme Puan Çarpanı (VSM) için Tablo 3'de düzenlenmiştir.

Bina Mahallinde Değerlendirme prosedürü kapsamında, mevcut betonarme binalarda tespit edilen yapısal parametreler ve o binaya ait yerel zemin koşulları için kullanılan sismik performans puanları Tablo 2' de verilmiştir (Sucuoğlu vd., 2007).

Tablo 2. Bina mahallinde değerlendirme prosedürü puan tablosu.

Bina Kat Sayısı	Lokal Zemin Koşulları İçin Değerlendirme Puanı (BS)			Bina Mahalinde Değerlendirme Prosedürü İçin Değerlendirme Puanı (VS)					
	I. Bölge	**II. Bölge**	**III. Bölge**	**Yumuşak Kat**	**Ağır Konsollar**	**Binanın Görünen Kalitesi**	**Kısa Kolonlar**	**Çarpma Etkisi**	**Topoğrafik Etkiler**
1 ve 2	100	130	150	0	5	5	5	0	0
3	90	120	140	15	10	10	5	2	0
4	75	100	120	20	10	10	5	3	2
5	65	85	100	25	15	15	5	3	2
6 ve 7	60	80	90	30	15	15	5	3	2

Bina Mahallinde Değerlendirme Prosedürü kapsamında, mevcut betonarme binalar için tespit edilen yapısal parametrelere ait değerlendirme puan çarpanı Tablo 3'de verilmiştir (Sucuoğlu vd., 2007).

Tablo 3. Bina mahallinde değerlendirme prosedürü puan çarpanı.

Yapısal Parametreler (Etkiler)	Değerlendirme Puan Çarpanı (VSM)		
	Yapısal Etkilere Sahip Değil		Yapısal Etkilere Sahip
Yumuşak Kat Etkisi	(0)		(1)
Ağır Konsolların Etkisi	(0)		(1)
Kısa Kolonların Etkisi	(0)		(1)
Çarpma Etkisi	(0)		(1)
Topoğrafik Etkiler	(0)		(1)
Binaın Görünen Kalitesi	(0)	(1)	(2)

1.3. Sismik Performans Puanlarının Yorumlanması

Bina Mahallinde Değerlendirme Prosedürü ile mevcut betonarme binaların sismik performans puanlamasından elde edilen sayısal sonuçlar risk grubuna ve dolayısıyla binaların detaylı incelenmesi bakımından öncelik seviyesine göre 4 (dört) (en yüksek risk grubu, ikincil derecede yüksek risk grubu, orta dereceli risk grubu ve düşük dereceli risk grubu) farklı seviyede yorumlanır.

Mevcut betonarme binaların sismik performanslarının hızlı değerlendirilmesi yöntemlerinden ilk aşaması olan bina mahallinde değerlendirme prosedürü kapsamında her bir bina için ayrı ayrı hesap edilen sismik performans puanlarının, risk grubuna göre dağılımı Tablo 4'e göre yorumlanır.

Bina Mahallinde Değerlendirme Prosedürü kapsamında her bir bina için ayrı ayrı hesap edilen sismik performans puanlarının, risk grubuna göre dağılımı Tablo 4' de verilmiştir.

Tablo 4. Bina mahallinde değerlendirme prosedürü risk grubu dağılımı.

Sismik Performans Puanları	Risk Grubu Tanımı	Risk Grubu Tanımı İçin Kullanılan Renk Lejantı
0<PS≤30	En Yüksek Risk Grubu	
30<PS≤60	İkincil Derecede Yüksek Risk Grubu	
60<PS≤100	Orta Dereceli Risk Grubu	
PS<100	Düşük Dereceli Risk Grubu	

Tablo 4' te Bina Mahallinde Değerlendirme prosedürü kapsamında mevcut betonarme bir bina için 0<PS≤30 sismik performans puanı aralığında hesap edilen sayısal sonuç, o binanın detaylı analiz için (en yüksek önceliğe) ihtiyaç duyulan en yüksek risk grubundaki bina olarak yorumlanır.

Aynı şekilde, PS>100 sismik performans puanı aralığında hesap edilen sayısal sonuç, o binanın düşük dereceli risk grubunda bulunduğunu ve detaylı analiz için en düşük öncelikli bina olarak yorumlanır.

2. ARAŞTIRMA BULGULARI

Seçilen bölgedeki mevcut betonarme binaların, bina mahallinde değerlendirme prosedürü kapsamında istenilen parametreler göz önüne alınarak sismik performans puanları belirlenmiştir. Sismik performans puanlarını referans alarak binanın hangi risk grubunda yer aldığı belirlenmiştir.

Tablo 5. Bina Mahallinde Değerlendirme tablosu.

Bina Anket Kodu	ERGENEKON22	
Bina Kat Sayısı	3	
Yerel Zemin Koşulları	III. Bölge	140
Yumuşak Kat	Var	15
Ağır Konsollar	Var	10
Binanın Görünen Kalitesi	İyi	0
Kısa Konsollar	Var	5
Çarpma Etkisi	Yok	0
Topoğrafik Etkiler	Yok	0
Sismik Performans Puanı		110

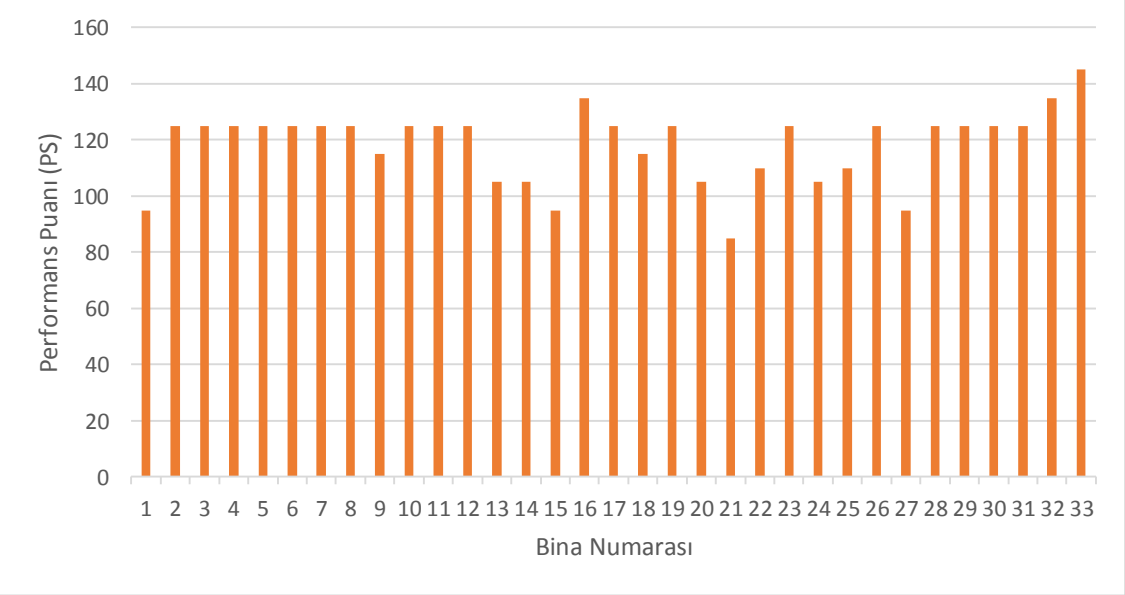
Tablo 6: Bina Mahallinde Değerlendirme tablosu.

Bina Anket Kodu	ERGENEKON3	
Bina Kat Sayısı	3	
Yerel Zemin Koşulları	III. Bölge	140
Yumuşak Kat	Yok	0
Ağır Konsollar	Var	10
Binanın Görünen Kalitesi	İyi	0
Kısa Konsollar	Var	5
Çarpma Etkisi	Yok	0
Topoğrafik Etkiler	Yok	0
Sismik Performans Puanı		125

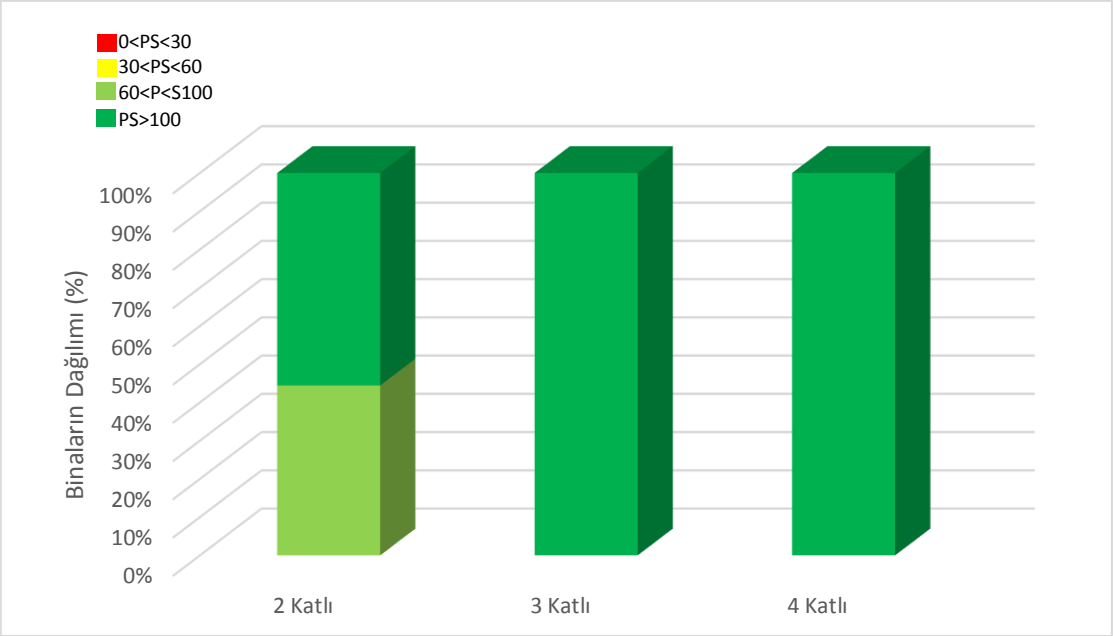
SONUÇ ve ÖNERİLER

Erzincan Ergenekon Mahallesinde 188 adet mevcut betonarme binanın sismik değerlendirmesi, bina mahallinde değerlendirme prosedürü kapsamında incelenip değerlendirilmiştir. Buradaki yapılar genellikle site içerisinde aynı tip 2-7 adet yapı bulundurduğundan dolayı 33 farklı tip yapı incelenmiştir. İncelenen mevcut betonarme binaların 25 tanesi orta dereceli risk gurubunda, 163 tanesi düşük dereceli risk grubunda bulunmaktadır.

Değerlendirilmesi yapılan mevcut betonarme binaların %13,3 'lük kısmı orta dereceli risk grubunda, %86,7 'lik kısmı düşük dereceli risk grubunda bulunmaktadır. Bu değerlendirme sonucunda yüksek risk teşkil eden bina bulunmamaktadır fakat öncelikli olarak detaylı sismik performans analizi orta dereceli risk grubundaki binalara yapılmalıdır.



Şekil 4. Her bir binanın performans puanı grafiği.



Şekil 5. Binaların performans puanları açısından dağılımı.

KAYNAKLAR

Efekan, S., (2019) "Yapıların Deprem Performansının Hızlı Değerlendirme Yöntemleri İle Belirlenmesi Ve Sonuçların Karşılaştırılması", *T.C. Maltepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,* Yapı Deprem Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.

Işık, E., (2013), "Bitlis ili yapı stokunun birinci kademe (Sokak Tarama Yöntemi ile) değerlendirilmesi", *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi,* 17(1), 173-178, Isparta.

Sucuoğlu H, Yazgan U and Yakut A (2007) "A screening procedure for seismic risk Assessment in urban building stocks", Earthquake Spectra, 23: 441-458.

Sucuoğlu H. "Kentsel Yapı Stoklarında Deprem Risklerinin Sokaktan Tarama Yöntemi ile Belirlenmesi". *Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı*, İstanbul, Türkiye,16-20 Ekim 2007.

Irfanoglu, A., 2009. Performance of Template School Buildings during Earthquakes in Turkey and Peru, Journal of performance of constructed facilities, ASCE, pp. 5- 14, January/February 2009.

Çevre Şehircilik Bakanlığı (2013) Riskli Yapıların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar.

Presentation ID / Sunum No= 1

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0000-0003-1315-4466

PVA (Polivinil Alkol) Elyafı İle Bükülmüş Pamuk İpliğinden Üretilen Havlu Kumaşların Su Emicilik Performansı

Doç.Dr. Filiz Şekerden[1]

[1]İskenderun Teknik Üniversitesi, İskenderun Meslek Yüksekokulu, Tekstil, Giyim, Ayakkabı ve Deri Bölümü, filiz.sekerden@iste.edu.tr

Özet

Bu çalışmada, PVA (polivinil alkol) elyaf ile bükülmüş, karde ve penye pamuk hav ipliği kullanılarak dokunan havlu kumaşlara, su emme performans testleri uygulanmıştır. Farklı hav yüksekliklerine sahip olan havlu kumaşlar üretilmiş, hav ipliği olarak farklı kalınlıklarda penye ve karde iplikler kullanılmıştır. Havlu kumaşlar deterjansız su ile 10 dakika ve 60 dakika yıkanırken, deterjanlı su ile 60 0C de 60 dakika yıkanmıştır. Her işlemden sonra numuneler standart atmosferik koşullar altında (20 °C ve % 65 bağıl nem) kurutulmuştur. Kurutulan test numunelerine su emme testi uygulanmıştır. Hav yüksekliği ve yıkama sürelerinin, havlu kumaşın su emiciliğine etkisi, Design Expert 6.01 ve SPSS 22 istatistiksel yazılım programları kullanılarak analiz edilmiştir. Yapılan çalışma sonucunda, karde hav ipliği kullanılarak dokunan havlu kumaşların su emiciliğinin, penye hav ipliği ile dokunan havlu kumaşlardan daha düşük olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Havlu; Su Emiciliği; PVA Elyaf; Hav Yüksekliği

Water Absorption Performance of Towel Fabrics Made of Cotton Yarn Twisted With PVA (Polyvinyl Alcohol) Fiber

Abstract

In this study, water absorbency performance tests were applied to tery fabrics woven using carded and combed cotton pile yarn spun with PVA (polyvinyl alcohol) fiber. Towel fabrics with different pile heights were produced and combed/carded yarns have been used in different thicknesses as pile yarns. Towel fabrics were washed with deterjant- free water for 10 minutes, 60 minutes and were washed for 60 minutes at 60 0C with deterjant water. After each process, the samples were dried under standard atmospheric conditions (20°C and 65% relative humidity). Water absorbency test was applied to the dried test samples. The effect of pile height and washing time on the water absorbency of the towel fabric was statistically analyzed by using Design Expert 6.01 and SPSS 22 statistical software programs . As a result of the study, it was concluded that

the water absorbency of towel fabrics woven using carded pile yarn is lower than that of towel fabrics woven with combed pile.

Keywords: Towel; Water Absorbency; PVA Fiber; Pile Height

1.GİRİŞ

Havlu kumaş, bir veya iki yüzeyi havlı bir tekstil ürünüdür (Yılmaz *et al*. 2007). Kumaş, atkı ipliği ve zemin ve hav olmak üzere iki tip çözgü ipliğinden oluşur. Havlu kumaş kumaşların özellikleri ve performansı, öncelikle kumaş üzerinde oluşturulan ilmeklerin yapısı, konfigürasyonu ve yoğunluğu ile belirlenmektedir (Singh and Verma 2017). Havlu kumaşlar, geleneksel kumaşlara (çözgü ve atkı iplikleriyle dokunan düz dokuma kumaşlar) kıyasla çok fazla su emebilir (Cruz *et al*. 2017). Havlu kumaş; Su absorpsiyonunun istendiği birçok yerde banyo, yüzme havuzu, mutfak, plaj vb. (Sekerden 2012, 2015) kullanılmaktadır. Kullanıcılar, hafif ve yumuşak yapıda üretilen bornoz ve havlu kumaşlarda rahat olmayı, vücutta biriken, hijyenik ve doğal olarak oluşan su ve teri transfer ederken kuru kalmayı tercih etmektedirler (Ramachandran 2015). Hava geçirgenliği, su buharı geçirgenliği, sıvı transfer hızı, kuruma süresi ve su emilimi, havlu kumaşların konfor özellikleri olarak kabul edilmektedir (Durur and Eren 2013). Havlu kumaşların performansı, özellikle su emme özelliği ile değerlendirilmektedir (Durur and Eren 2013, Karahan and Eren 2006). Havlu kumaşın su emme kapasitesi, ağırlıklı olarak malzemeye (elyaf tipi, iplik tipi, iplik bükümü, vb.) ve yapısal parametrelere (hav uzunluğu ve çözgü-atkı yoğunluğu) bağlıdır (Sekerden 2012,2015). Atkı ve / veya çözgü sıklığındaki artış, su emme yüzdesini azaltırken, hav yüksekliğindeki, artış, su emme yüzdesini artırmaktadır. Hav yüksekliğinin statik su emme üzerindeki etkisi, çözgü ve atkı iplik sıklıklarından daha fazladır (Singh and Behera, 2015). Havlulurların yüksek su emme yetenekleri, su emmeyi kolaylaştıran ilmek havından kaynaklanmaktadır. Yüksek hav sıklığı ile hav yüksekliği, ürünün hacimli olmasını sağlamaktadır (Petrulyte and Baltakyte 2009).

Pamuk elyafı hidrofilik olması, kolay ıslatılması ve sentetik liflere göre daha fazla su tutma özelliği nedeniyle havlularda en çok tercih edilen elyaf türüdür (Ramachandran 2015). Pamuk elyafı doğaldır, cilde iyi gelir ve çevreye zarar vermez (Singh and Behera 2015). Son yıllarda, havlu kumaşların üretiminde kullanılan yeni malzemeler arasında pamuk ve PVA lifleri kullanılarak üretilen sıfır bükümlü iplikler bulunmaktadır. PVA kullanılarak üretilen havlu kumaşlar, çok yumuşak ve hacimlidirler (Cruz *et al*. 2017).

Sıfır bükümlü iplik üretmek için, pamuk ipliği, PVA filamenti ile bükülür (Singh and Verma, 2017). Daha sonra PVA liflerini çözmek için havlu kumaş ılık suda yıkanır. PVA liflerinin çözülmesiyle, elde edilen havlu kumaşlar, standart pamuklu havlu kumaşlardan daha yumuşak ve daha hacimlidir (Mandawewala 2014)

Pamuklu havlu kumaşların su emme özellikleriyle ilgili çok sayıda çalışma vardır, ancak bükümsüz hav ipliği kullanılarak üretilen havlu kumaşların su emme özelliklerini inceleyen sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmanın amacı, bükümsüz hav ipliği kullanılarak üretilen havlu kumaş yapı parametrelerinin ve kumaşların yıkama sürelerinin, havluların su emme performanslarına etkilerini incelemektedir.

2.MATERYAL ve METOD

Bu çalışmada, bükümsüz hav ipliği kullanılarak 7 çeşit havlu, işletme ortamında üretilmiş, havlular dokunurken, farklı hav yüksekliği, farklı atkı iplik numarası, sabit çözgü ipliği numarası ve sabit atkı / çözgü ipliği sıklığı ve karde / penye hav iplikleri kullanılmıştır. Kumaşlar, endüstriyel koşullara uygun olarak bir Picanol Gamma rapierli dokuma makinesi kullanılarak dokunmuştur. Dokuma havlu kumaşlar, reaktif boya ile boyanmıştır. Şekil 1'de havlu kumaşlar için kullanılan zemin deseni gösterilmektedir. Tablo 1, havluların üretiminde kullanılan ipliklerin özelliklerini, Tablo 2, havlu kumaşların yapısal özelliklerini göstermektedir.

Kumaşların gramajı, hav yükseklikleri, su emme performansları, sırasıyla ISO 3801, TS 629, TS EN 14697 standartlarına göre tespit edilmiştir (ISO 3801 1977, TS 629 2007, TS EN 14697 2007).

Çalışmada, her bir havlu kumaştan, 100 ± 1 x 100 ± 1 mm boyutlarında beş adet kumaş numunesi hazırlanmış, numuneler, deterjanlı su ile 60 ^{0}C'de 10 dakika, deterjansız su ile 10 ve 60 dakika yıkanmıştır. Her işlemden sonra numuneler standart atmosferik koşullarda kurutulmuştur (TS 240 EN 20139 2006). Kurutulan test numunelerine su emme testi uygulanmıştır. Her beş testten elde edilen su emme sürelerinin aritmetik ortalaması alınmıştır.

x		x	
	x		x
	x		x

Şekil 1. Zemin Doku Deseni

Tablo 1. Havlularda Kullanılan Zemin Çözgü, Atkı ve Hav Çözgü İpliklerinin Özellikleri

İplik		**İplik Numara (Tex)**	**Büküm (T/m)**	**Rkm (CN/tex)**	**Elastikiyet**	**%U**	**İnce yerler (-50%)**	**Kalın yerler (+50%)**	**Neps (280%)**	**Tüylülük**
Zemin çözgü ipliği (Open-End)		29.5x2	3.52	13.1	7.98	7.9	0	1.2	1.6	6.54
Atkı ipliği (Open-End)		39.33x1	3.8	12.45	5.575	10.725	5.33	34	7	4.5
		49.16x1	3.7	12.9	6.1	10.28	0	18.2	11	4.16
Hav çözgü ipliği	**Penye-PVA**	36.87x1	3.5	15.18	7.76	-	-	-	-	-
	Karde PVA	49.16x1	3.4	13.7	6.16	-	-	-	-	-

Hav kütle oranı, denklem (1) 'e göre hesaplanmıştır. Hav kütle oranı, 10x10 cm boyutlarında kesilen numune üzerindeki hav iplikleri çıkarılarak kütlesi tartılmış, numunenin toplam kütlesine bölünmüş, hesaplanan değer 100 ile çarpılmıştır.

$$P_{WR} = \frac{P_W}{S_W} X100 \qquad (1)$$

P_{WR} = Hav kütle oranı

P_W = Hav kütlesi (gr)

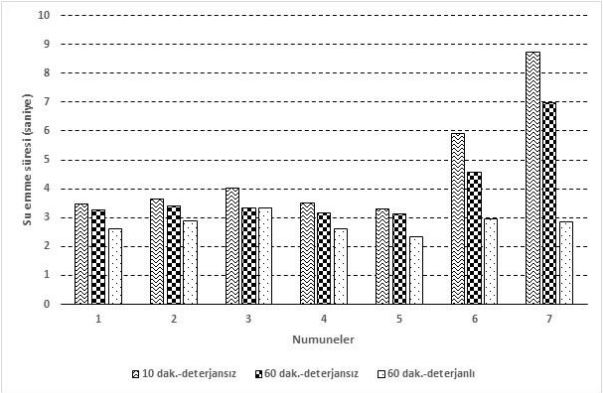
S_W = 10x10 cm boyutlarındaki numunenin kütlesi(gr)

Tablo 2. Havlu Kumaşların Yapısal Özellikleri

No	Hav yüksekliği (mm)	Gramaj (g/m²)	PWR (%)	Atkı iplik numarası (Tex)	Zemin çözgü iplik numarası (Tex)	Hav çözgü iplik numarası (Tex)	Atkı sıklığı (iplik/cm)	Zemin çözgü sıklığı (iplik/cm)
1	3.07	450	63.9	39.33	29.5x2	36.87	17	14
2	3.16	484	65.5	39.33	29.5x2	36.87	17	14
3	3.68	493	68.93	39.33	29.5x2	36.87	17	14
4	4.20	548	69.20	39.33	29.5x2	36.87	17	14
5	3.92	549	69.65	39.33	29.5x2	36.87	17	14
6	3.28	583	71.29	49.16	29.5x2	49.16	17	14
7	3.66	614	72.05	49.16	29.5x2	49.16	17	14

3. BULGULAR

Deterjansız su ile 10 dakika ve 60 dakika yıkanmış ve 60 ° C'de 60 dakika deterjanlı su ile yıkanmış numunelere yapılan su emme test sonuçları Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Kumaşların Su Emicilik Test Sonuçları

Şekil 2 incelendiğinde 6 ve 7 numaralı numunelerin emme sürelerinin en yüksek olduğu görülmektedir. Numune 6 ve 7, diğer havlu numunelerinden daha kalın atkı ve çözgü karde hav iplikleri kullanılarak, diğer numuneler ise daha ince penye hav iplikleri kullanılarak dokunmuşlardır. İnce penye iplik kullanımının su emme süresini azalttığı görülmüştür. Penye ipliğin su emiciliğinin daha yüksek olması nedeniyle, penye ipliklerin kullandığı havlu

kumaşların, karde ipliğe göre daha yüksek su emiciliğine sahip olduğu düşünülmektedir. Yıkama sonrası tüm numunelerde su emme süresinin kısaldığı görülmüştür.

Karde, penye ve kompakt iplik gibi çeşitli iplik türlerinden yapılmış dokuma yapıların konfor performansı üzerine bir yapılan bir çalışmada, penye ipliklerin kılcal su emme yüksekliğinin, karde ipliğe göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Singh and Nigam 2013).

3.1. İstatistiksel Analiz

Deneysel veriler, Design Expert 6.0.1 ve SPSS 22 istatistik paket programları kullanılarak değerlendirilmiştir. ANOVA (Varyans analizi), bağımsız değişkenler arasındaki etkileşimleri ve bu etkileşimlerin bağımlı değişkeni nasıl etkilediğini analiz etmek için kullanılmıştır. Değişkenler arasındaki ilişkilerin analizi, çift yönlü ANOVA testleri ile 0.05 anlamlılık düzeyi için yapılmıştır. Tek bağımsız değişkenin, bir bağımlı değişken üzerindeki etkisini incelemek için tek yönlü ANOVA, iki bağımsız değişkenin, bir bağımlı değişken üzerindeki etkisini incelemek için iki yönlü ANOVA kullanılmıştır. Tablo 3'de, istatistiksel analizde kullanılan bağımlı ve bağımsız değişkenler, Tablo 4'de, varyans analiz sonuçları görülmektedir.

Tablo 3. Bağımlı ve Bağımsız Değişkenler

Bağımlı değişken	Bağımsız değişken	Değişken tipi
Su emme süresi	Hav yüksekliği	Sayısal
	Yıkama süresi	Sayısal

Tablo 4. Su Emme Süresi İçin Varyans Testinin Analiz Sonuçları

Kaynak	DF	F Value	P value
Model	18	261.51	< 0.0001
P_H	6	*397.38*	< 0.0001
W_T	3	*353.02*	< 0.0001
P_H*W_T	18	*63.25*	< 0.0001
R^2	0.9926	**SD**	0.17

F: Serbestlik derecesi, P_H:Hav yüksekliği, W_T:Yıkama süresi, R^2: Belirleme katsayısı, **SD:** Standart sapma

İki yönlü ANOVA testi, Design Expert 6.0.1 istatistik paket programı ile yapılmıştır. Tablo 4 incelendiğinde, modelin belirtme katsayısı (R^2) 0.9926'dır ve model istatistiksel olarak anlamlı ($p < 0.0001$) bulunmuştur. Bağımsız değişkenler (P_H,W_T ve P_HW_T), su emme süresinin % 99'unu açıklamaktadır. İstatistiksel analiz, bağımsız değişkenlerin (P_H ,W_T ve P_HW_T),) su emme süresi üzerinde önemli etkilere sahip olduğunu göstermiştir (% 5 anlamlılık seviyesi).

Tek Yönlü ANOVA analizi ile, numunelerin birbirinden farklı olup olmadığı belirlenmiştir. Hangi numunelerin birbirinden farklı olduğunu tespit edebilmek için ise Tukey Post Hoc Testi, SPSS 22 istatistik programı kullanılarak yapılmıştır. İstatistiksel analizde, hav yüksekliği bağımsız değişken, su emme süresi bağımlı değişken olarak kabul edilmiştir (%5 anlamlılık seviyesi (%95 güven aralığı)). Analizin sonucuna göre, 7 numaralı numune ile tüm numuneler arasındaki fark, istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Yıkama sürelerinin birbirinden farklı olup olmadığını tespit etmek için de Tukey Post Hoc Testi, Spss 22 istatistik programı kullanılmıştır. İstatistiksel analizde, yıkama süresi bağımsız, su emme süresi bağımlı değişken olarak kabul edilmiştir. Analiz sonucuna göre 60 ° C'de 60 dakika

süreyle deterjanlı suyla yıkanan numuneler ile 10 dakika ve 60 dakika deterjansız suyla yıkanan numuneler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Hav ağırlık oranı (%) bağımsız, su emme süresi bağımlı değişken olarak kabul edilerek yapılan varyans analizi sonucuna göre ise, 7 numaralı numune ile tüm numuneler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

4. TARTIŞMA ve SONUÇ

Yapılan çalışma sonucunda aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

• Hav yüksekliği, havlu kumaşların su emme performanslarını etkilemektedir. Hav yükseklikleri birbirine yakın olarak dokunan havlu kumaşların su emme performansları da birbirine yakındır. Havlu kumaşın su emiciliğinde, hav yüksekliğinin belirgin bir farklılık yaratabilmesi için, havluların hav yükseklikleri arasındaki farkın daha büyük olması gerekmektedir.

• Penye hav ipliği kullanılarak dokunan havlu kumaşlar, karde hav ipliği kullanılarak dokunan havlu kumaşlardan daha fazla su emiciliğine sahiptir**.**

• Deterjan kullanımı ile havlu kumaşların yıkama süresi arttıkça, havluların su emme performansının iyileştiği tespit edilmiştir. Ancak yıkama sayısı arttıkça havlu hav kaybına uğrayacağı için su emme performansının düşeceği tahmin edilmektedir. Daha sonra yapılacak olan çalışmalarda havlu kumaşların su emme performansındaki değişim, yıkama sayısı artırılarak belirlenebilir.

Teşekkür

Kumaşların dokunmasını sağlayan HATEKS A.Ş.'ye teşekkür ederim.

5. KAYNAKÇA

Cruz, J., Leitao, A.,Silveira, D., Pichandi, S., Pinto, M. and Fangueiro, R. (2017). Study of moisture absorption characteristics of cotton terry towel fabrics. *3rd International Conference on Natural Fibers: Advanced Materials for a Greener World*, ICNF 2017, 21-23 June 2017, Braga, Portagal, Procedia Engineering. 389-398

Durur, G. and Eren, Ö. (2013). The Comfort Properties of the Terry Towels Made of Cotton and Polypropylene Yarns. *Journal of Engineered Fibes and Fabrics*. 8. 2. 2013. 1-10

ISO 3801. 1977. R2017. (1977)Textiles — Woven fabrics — Determination of mass per unit length and mass per unit area, ***International Organization for Standardization*** .4

Karahan, M. and Eren, R. (2006). Experimental Investigation of the Effect of Fabric Parameters on Static Water Absorption in Terry Fabrics. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*. 14. 2 56. 59-63

R.R., Mandawewala. (2014). Hygro Materials for Use in Making Yarns and fabrics. *United States Patent*. Patent no: 8,733,075 B2. May 27

Petrulyte S. and Baltakyte R. (2009). Static Water Absorption in Fabrics of Different Pile Height. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*.17. 374. 60-65

Ramachandran, M. (2015). Application of Natural Fibres in Terry Towel Manufacturing. *International Journal on Textile Engineering and Processes*. 1.1. 87-91

Sekerden, F. (2015). A Comparative Analysis of Towels produced From Twisted and Twistless Cotton Pile Yarns in Terms of Absoptive capacity and Flexural Rigidity. *Journal of Engineered Fibes and Fabrics*. 10. 1. 109-114

Sekerden, F. (2012). Investigation of water absorbency and color fastness of modal woven Towels. *Scientific Research and Essays*.7.2. 145-148

Singh J.P. and Behera, B.K. (2015). Performance of Terry Towel. *Indian Journal of Fibre& Textile Research*. 40. March.112-121

Singh, M.K. and Nigam, A. (2013). Effect of various ring yarns on fabric comfort. *Journal of Industrial Engineering*.http://dx.doi.org/10.1155/2013/206240.2013.7

Singh, P.J. and Verma, S. (2017). Woven terry fabrics- Manufacturing and Quality Management. *Woodhead Publishing Series in textiles.* 184, 335

TS 629. (2007). Textiles - Terry towels and terry towel fabrics - Knitted - Specification and methods of test. *Turkish Standards Institute*. 15

TS EN 14697. (2007). Textiles - Terry towels and terry towel fabrics – Specification and methods of test. *Turkish Standards Institute.* 16

TS 240 EN 20139. (2006). Textiles Standard Atmospheres for Conditioning and Testing. *Turkish Standards Institute,* 4

Yılmaz,N.D., Cassill N.L. and Powell, N.B. (2007).Turkish towel's place in the global market. *Journal of Textile and Apparel, Technology and Management*. 5. 4. 1-43

Presentation ID / Sunum No= 57

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID:

Covid-19 Pandemi Sürecinde "Çok Kriterli Karar Verme" Yöntemleri ile Ventilatör Seçimi

Habibe Tosun[1], Dr. Öğretim Üyesi Fatma Pınar Göksal[1]

[1]Aksaray Üniversitesi
**Corresponding author: Pınar Göksal*

Özet

Sağlık teknolojisi hastanelerin en fazla bütçe ayırdıkları kalemlerdendir. Bu yüzden uzmanların, tıbbi cihaz satın alırken en uygun cihazı seçmeleri gerekmektedir. Tıbbi cihaz seçimi, dikkate alınması gereken çok fazla kriterin olması ve üst düzeydeki rekabet koşulları nedeniyle oldukça karmaşık bir karar verme sürecidir. Covid-19 pandemisiyle birlikte bu seçim kararının önemi daha da artırmıştır. Çalışmada bir kamu hastanesinin yoğun bakım ünitesine alınması planlanan ventilatör cihazının seçim problemi ele alınmıştır. Çalışmanın amacı; Covid-19 pandemi sürecinde değişen ihtiyaçları da göz önünde bulundurarak sözü edilen hastanenin yoğun bakım ünitesi için en uygun ventilatör cihazının alınması işlemini hızlı, tutarlı ve sistematik bir şekilde yapılmasına yardımcı olmaktır. Problemin çözümü için Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerinden ve uzman görüşlerinden yararlanılmıştır. Belirlenen 5 adet farklı markaya ait ventilatör cihazı 5 ana kriter ve 10 alt kriter ile değerlendirilmiştir. Kriter ağırlıklarını belirlemek için konuyla ilgili farklı meslek grubundan kişilerin oluşturduğu 10 kişilik bir gruba anket uygulanmıştır. Anket sonucunda elde edilen veriler AHP yöntemine girdi olarak kullanılmıştır. Alternatif cihazlar arasından en uygun olana karar vermek için TOPSIS ve ELECTRE yöntemleri kullanılmış ve sonuçlar karşılaştırılmış. Her iki yöntemin sonucunda da aynı cihazın satın alınması kararı ortaya çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler: Ventilatör, Covid-19, Çok Kriterli Karar Verme, Topsıs, Electre, Ahp

Ventilator Selection with "Multi-Criteria Decision Making" Methods During the COVID-19 Pandemic

Abstract

Health technology is one of the biggest allocation items in a hospital's budget. Thus, choosing the most suitable device for their medical institutions is an important decision for decision-makers in hospitals. Medical device selection is a complex decision-making process due to the long list of criteria to be considered and the high level of competition. With the COVID-19 pandemic, medical device selection decisions have gained more importance. In this study, the selection problem of a ventilator device planned to be purchased for the intensive care unit of a public hospital is considered. The aim of the study is to assist decision-makers in choosing an appropriate ventilator device in a fast, consistent, and systematic manner under changing conditions brought by the COVID-19 pandemic. Device alternatives and selection criteria discussed in the problem were based on expert opinions and similar studies on medical device selection in the literature. Five different brands of ventilators were evaluated according to five main and ten sub-criteria. A questionnaire was administered to a group of 10 people from different professions related to the subject to calculate criteria weights. The data obtained from the questionnaire was used as an input to the "Analytical Hierarchy Process" (AHP) method. Then, with the help of TOPSIS and ELECTRE, the most suitable alternative was selected, and the results were compared. Both methods yielded identical results.

Keywords: Ventilator, COVID-19, Multi-Criteria Desicion Making, TOPSIS, ELECTRE.

1.GİRİŞ

Koronavirüsün 2019 yılının Aralık ayında Çin'in Wuhan kentinden başlayarak tüm dünyayı etkisi altına almasıyla COVİD-19 pandemisi ilan edilmiştir. Bu süreçte virüsün en ağır ve sık görülen semptomlarından olan nefes darlığı ve solunum güçlüğüne karşı ventilatör cihazları COVİD-19 hastalarının imdadına koşmuştur. Böylece, ventilatörlerin hayati önemi daha da artmış, hatta zaman zaman bu cihazlara erişimde sıkıntı yaşanabileceği konusunda kaygılar ortaya çıkmıştır. Satın alınacak tıbbi cihazın seçimi, pandemi sürecinde daha da önem kazanmış ve sağlık kuruluşları için çok sayıda kriterin dikkate alınmasını gerektiren önemli bir karar problemi haline gelmiştir. Her ne kadar Sağlık Bakanlığı tarafından 1998 yılında bir çalışma başlatılmışsa da, Sağlık Bakanlığı'na bağlı hastanelerin çoğunda medikal cihaz satın alınımıyla ilgili belirlenmiş standartlar bulunmamakta ve maliyet-yarar analizi raporları yapılmamaktadır (Ardıç Çetinkaya, 2016). Ardıç Çetinkaya tarafından 2016 yılında yapılan çalışmada bakanlık ve hastaneler arasındaki iş birliğinin yetersiz olmasında dolayı, alınan tıbbi cihazların hastanelerin ihtiyaçlarını karşılamadığını belirtilmiştir. Doğru tespit edilememiş gereksinimlere ve kriterlere göre alınan kararlar neticesinde, o özellikteki cihazı kullanacak yeterli personelin mevcut olmaması gibi sebeplerden dolayı alımı gerçekleştirilmiş cihazlardan bir kısmı atıl kalırken, başka cihazlara olan gereksinimler devam etmektedir (T.C. Sayıştay Başkanlığı, 2005). Özetle; kıt kaynaklar karşısında tıbbı cihaz alım süreci iyi yönetilememekte ve hastaların ihtiyaçları tam olarak karşılanamamaktadır. Sağlık kurum ya da kuruluşa alınması planlanan cihazın en uygun alternatifinin belirlemesi ise oldukça güçtür. Üstelik karar verme olgusunun önemi piyasadaki çetin rekabet koşullarından dolayı eskiye nazaran daha da artmıştır. Verilen yanlış kararlar işletmeyi güç duruma sokabilirken, yerinde ve doğru kararlar işletmeye büyük kar elde ettirebilir. Verilecek olan karar küçük olması öneminin az olduğu manasına gelmemektedir. Çünkü işletmelerde yanlış verilmiş ufak kararlar domino ve kelebek etkisi yaratarak ciddi sorunlara sebebiyet verebilir (Çelikbilek ve Özdemir, 2020).

Sağlık kurum ve kuruluşlarına tıbbi cihaz alımı ile ilgili yapılan çeşitli araştırmalar, bu sürecin doğru yönetilmediği kanısını ortaya koymaktadır (Ardıç Çetinkaya, 2016). Sağlık

Bakanlığı'nın tıbbi cihaz alımı ile ilgili standart geliştirme çalışmaları ise uygulamaya konulamamıştır. Mevcut durumda, hastaneye alınacak cihazın alternatifleri arasından seçimi, kurumdaki hekimlerden ya da biyomedikal veya satın alma birimi çalışanlarından herhangi birinin değerlendirme ve insiyatifine bağlı bir karardır. Fakat seçim yaparken dikkate alınan kriterler ve bu kriterlerin önemi, kişinin çalıştığı birim ve mesleğine göre değiştiği için, farklı görüşteki kişilerin dahil olduğu bütünleşik kararların alınması gerekmektedir. Diğer taraftan, insan beyni en fazla 5 alternatifi belirli sayıdaki kritere göre değerlendirebilmektedir. Alternatif ve kriter sayıları arttıkça, değerlendirmenin tutarsızlığı artmaktadır. Oysa ki, tıbbi cihazların seçilmesi için karar vericilerin çok yönlü düşünmesi ve pandemiyle birlikte güncellenen pek çok kriteri alacağı karara dahil etmesi gerekmektedir. Kriter ve alternatifin sayıca fazla olduğu durumlarda karar verme mekanizmasını kontrol altında tutabilmek amacıyla ÇKKV teknikleri kullanılmaktadır (Karakaşoğlu, 2008). Bu çalışmada bir kamu hastanesine alınacak ventilator cihazının seçimi için, hekimler, hemşireler, biyomedikal tekniker ve mühendisler olmak üzere, farklı meslek gruplarından oluşan uzman bir grubun fikir ve görüşleri ile benzer bilimsel kaynaklardan yararlanılarak, ÇKKV teknikleri kullanılmıştır.

Çalışmadaki alternatif ventilatör cihazların belirlenmesi hastanedeki biyomedikal sorumlusu tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu aşamada cihazların piyasada mevcut olması, yedek parça üretiminin devam etmesi, özellik olarak birbirlerinden çok farklı olmayıp aynı segmentte yer alması, en az iki hasta kategorisine sahip olması gibi özellikler dikkate almıştır. Kriterlerlerin belirlenmesi ve ağırlıklandırılmasında ise literatürdeki benzer çalışmalar ve uzman görüşleri dikkate alınmıştır. Cihazların belirlenen kriterlere göre değerlendirilmeleri, hastanede çalışan biyomedikal sorumlusu, yoğunbakım hemşireleri ve satın alma bölümündeki memur tarafından yapılmıştır.

2.YÖNTEM

Covid-19 pandemi sürecinde ventilatör cihazı seçimini etkileyen kriterler bilimsel çalışmalar ve hekim, hemşire, biyomedikal tekniker ve mühendisinden oluşan 10 kişilik uzman grubunun görüşleri neticesinde belirlenmiştir. Kriter ağırlıklandırması için bu gruba bir anket yapılmıştır ve elde edilen veriler Çok Kriterli Karar Verme tekniklerinden olan AHP yöntemiyle ağırlık hesaplaması için kullanılmıştır. Çalışmanın gerçekleştirildiği hastanenin biyomedikal sorumlusu tarafından seçilen beş adet alternatif cihaz TOPSIS ve ELECTRE yöntemleri ile değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonucunda iki ayrı sıralama elde edilmiştir. Her iki sıralamada da aynı cihaz birinci sırada yer almıştır.

2.1 Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri

ÇKKV, Karar Biliminin bir alt dalı olarak karşımıza çıkmaktadır. Karar prosesini ölçütlere göre modelleyerek ve çözümleyerek gerçekleştirilir. Karar verici çeşitli referanslardan elde ettiği çeşitli verileri uygun bir şekilde değerlendiremediği için ÇKKV yöntemleri oluşturulmuştur (Sarucan, 2021).

2.1.1 Analitik Hiyerarşi Prosesi

Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP), ilk Myers ve Alpert tarafından 1968 yılında sunulmuştur. Daha sonra Profesör Thomas Lorie Saaty 1977 yılında AHP'yi karar verme sorunlarının çözümü için kullanılabilecek bir teknik olarak geliştirmiştir. (Gülenç ve Aydın Bilgin, 2010).

AHP yönteminin algoritması 6 adımdan oluşmaktadır.

1. Adım: Problemin tanımlanması ve amacın belirlenmesi

Hiyerarşik yapı kurularak alt ve üst seviyelerdeki elemanlar arasındaki ilişki ortaya konulmaktadır.

2. Adım: Karar elementlerinin karşılaştırılarak ikili karşılaştırmalar matrislerinin düzenlenmesi

AHP yönteminin ikili karşılaştırmaları ortaya çıkarmak için göreceli ve mutlak ölçümlerden faydalanılır. Ölçümlerin sonucu karşılaştırma matrisine dönüştürülür (Doğru, 2020). 1 ile 9 arasında değerlerin yer aldığı önem derecesi ölçeği kullanılarak, ölçütlere göre karar seçeneklerinin karşılaştırıldığı matrisler meydana getirilir. (Dinçer ve Görener, 2011).

3. Adım: İkili karşılaştırma matrislerinin normalize edilmesi

Normalize etmek için, önce her sütun toplamı bulur daha sonra her elaman kendisinin yer aldığı sürununun toplamına bölünür. Matrisler normalize edilince matrisin her bir sütun toplamı 1 olur (URL-1)

4. Adım: Öncelik vektörünün hesaplanması

İkili karşılaştırma matrislerinin normalize edilmesindensonra, normalize matrisin satır ortalaması alınır. Bu hesaplama ile elde ettiğimiz değerler her bir ölçüt için belirlenmiş önem ağırlığıdır. Bu ağırlıklar, öncelik vektörünü oluşturur.

5. Adım: Tutarlılık oranının hesaplanması

Karar vericilerinin değerlendirmelerinin tutarlı olup olmadığını anlamak amacıyla tutarlılık indeksi ve tutarlılık oranının hesaplanması gerekir (Vahidnia vd., 2009).

6. Adım: Ağırlıkların elde edilmesi

Öncelik vektörü, karar verme sürecinin tutarlı olduğuna karar verdikten sonra ölçütler için ikili karşılaştırma matrisi oluşturularak hesaplanır. Bu öncelik vektörü, ölçütler için ağırlık vektörü olarak da tanımlanmaktadır (Çanakçı Yüksel, 2018).

2.1.2 ELECTRE

1960 yıllarının sonunda B. Roy tarafından bulunan ELECTRE tekniği daha sonra P. Nijkamp, A. Van delf ve H. Voogd tarafından geliştirilmiştir. ELECTRE yöntemi "Elimination et Choix Traduisant La Realite" cümlesindeki sözcüklerin baş harflerinin birleşimiyle isimlendirilmiştir.

ELECTRE yönteminin uygulama algoritması 8 adımdan oluşmaktadır. ELECTRE yöntemi ile en iyiden en kötüye şeklinde yapılan sıralamanın uygulama basamakları aşağıdaki yer almaktadır. (Dursun, 2018).

1. Adım: Karar matrisinin oluşturulması

İlk adım karar vericinin A başlangıç matrisini oluşturmasıyla gerçekleştirilmektedir. A matrisinin satırlarında üstünlükleri karşılaştırılacak olan karar noktaları, sütunlarında ise karara etki eden değerlendirme kriterleri yer almaktadır. (Çelik ve Ustasüleyman, 2014)

2. Adım: Karar Matrisinin normalizasyonu

$$xij = \frac{aij}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n} aij^2}} \quad i = 1, 2, \ldots\ldots m \;\; , \;\; j = 1, 2, \ldots\ldots n \tag{4.1}$$

Karar Matrisinin normalizasyonu eşitlik 4.1 kullanılarak yapılır.

3. Adım: Ağırlıklı Standart Karar Matrisinin oluşturulması

Değerlendirme için kullanılacak olan herbir kriterlerin sahip olduğu önem farklı değerlere sahip olduğunda karar verici tarafından ağırlıklı standart karar matrisi (Y_{ij}) oluşturulur. (Çelik ve Ustasüleyman, 2014).

4. Adım: Uyum (C_{kl}) ve uyumsuzluk (D_{kl}) setlerinin belirlenmesi

Uyum setleri Y matrisinden faydalanılarak belirlenmektedir. Alternatifler değerlendirme etkenleri göz önüne alınarak karşılaştırılır ve daha sonra setler oluşturulur (Çelik ve Ustasüleyman, 2014).

5. Adım: Uyum (C) ve Uyumsuzluk (D) Matrislerinin oluşturulması

Uyum matrisi (C) uyum setlerinden yararlanılarak oluşturulur. C matrisi mxm boyutludur ve k=l için değer almaz ve C matrisinin elemanları eşitlik 4.2 ile bulunur.

$$Ckl = \sum_{j \in Ckl} wj \quad (4.2)$$

Uyumsuzluk Matrisinin (D) elemanları ise eşitlik 4.3 kullanılarak oluşturulur.

$$dkl = \frac{max|ykj_{j \in Dkl} - ylj|}{max|ykj_j - ylj|} \quad (4.3)$$

6.Adım: Uyum Üstünlük (F) ve Uyumsuzluk Üstünlük (G) matrislerinin oluşturulması

Uyum matrisi, elemanları uyum eşik değerinin (c) Uyum Matrisinin elemanlarıyla (c_{kl}) karşılaştırılmasından elde edilen (F) mxm boyutlu bir matristir. Uyum eşik değeri (c) eşitlik 4.4 ile elde edilebilir:

$$c = \frac{1}{m(m-1)} \sum_{k=1}^{m} \sum_{l=1}^{m} Ckl \quad (4.4)$$

Uyum Matrisinin her bir elemanı ile uyum eşik değeri karşılaştırılır ve büyük olana 1, küçük olana 0 yazılarak elde edilir. Uyumsuzluk Üstünlük Matrisi de F matrisinin oluşturulmasına benzer bir şekilde oluşturulur ve (G) de mxm boyutludur. Uyumsuzluk eşik değeri (d) eşitlik 4.5 ile elde edilir (Yücel ve Ulutaş, 2009):

$$d = \frac{1}{m(m-1)} \sum_{k=1}^{m} \sum_{l=1}^{m} dkl \quad (4.5)$$

G matrisinin elemanları (g_{kl}) da F matrisinde olduğu gibi ya 1 ya da 0 değerini alır. Eğer uyumsuzluk eşik değerinden küçükse 1, büyükse 0 değerini alır (Ayçin, 2020).

7. Adım: Toplam Baskınlık Matrisinin (E) oluşturulması

f_{kl} ve g_{kl} elemanlarının karşılıklı çarpımıyla Toplam Baskınlık Matrisinin (E) elemanları (e_{kl}) elde edilir.

8. Adım: Karar noktalarının önem sırasının belirlenmesi

2.1.3 TOPSIS

Bir ÇKKV tekniği olan TOPSIS, Hwang ve Yoon tarafından geliştirilmiştir.TOPSIS tekniği ismini "Technique for Order Preference by Smilarity to Ideal Solution" cümlesinde yer alan kelimelerin baş harflerinin birleşiminden almıştır (Supçiller ve Çapraz, 2011).

TOPSIS yöntemi algoritması uygulaması 6 adımdan oluşmaktadır.

Karar Matrisi oluşturulması, karar matrisinin normalizasyonu ve ağırlıklı normalizasyon matrisi oluşturma adımları ELECTRE yöntemi aynıdır.

1. Adım: Karar Matrisinin (A) oluşturulması.

2. Adım: Karar Matrisinin (R) normalleştirilmesi

3. Adım: Normalleştirilen Karar Matrislerinin (V) ağırlıklandırılması

4. Adım: İdeal (A^+) ve Negatif İdeal (A^-) Çözümlerin oluşturulması

İdeal çözümün ulaşmak için ağırlıklı standart karar matrisinde yer alan kriterlerin yani sütunda yer alan en büyük değer seçilir. Negatif ideal çözüm setini bulurken ise, ideal çözüm setini bulurken yapılandan farklı olarak sütununda yer alan en küçük değerler seçilerek meydana getirilir.

5. Adım: Ayrım ölçütlerinin hesaplanması

Bu aşamada karar noktalarıyla ilgili kriter değerinin ideal ve negatif ideal çözüm setinden sapmalarının bulunması için Euclidian Uzaklık Yaklaşımından faydalanılmaktadır. Alternatiflerin sapma değerleri ise İdeal Ayırım (S^*_i) ve Negatif İdeal Ayırım (S^-_i) Ölçütü diye isimlendirilmektedir. S^*_i ve S^-_i ölçüleri eşitlik 4.6 ve 4.7 ile hesaplanmaktadır (Ömürbek, 2015).

$$S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^{n}(vij - vj^-)^2} \tag{4.6}$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^{n}(vij - vj^-)^2} \tag{4.7}$$

6. Adım: İdeal çözüme göre göreli çözümün hesaplanması

Bu aşamada faydanılan ölçüt, negatif ideal ayırım ölçütünün toplam ayırım ölçütü içinde sahip olduğu payıdır. İdeal çözüme göreli yakınlığı eşitlik 4.8 ile bulunmaktadır (Özen ve Orçanlı, 2013).

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^*} \tag{4.8}$$

3.BULGULAR

Pandemi döneminde ventilatör seçiminde kullanılmak üzere 5 ana kriterve 10 alt kriter belirlenmiştir. Belirlenen kriterlerin ağırlıklandırılması AHP tekniği ile gerçekleştirilmiştir. Hesaplamalar Expert Choice programı ile yapılmıştır. Belirlenen ana kriterler, alt kriterler ve sahip oldukları ağırlık değerleri Şekil 1'de yer almaktadır.

Şekil 1: Ventilatör Seçim Kriterlerinin Ağırlık Değerleri

Elde edilen ağırlık değerleri kullanılarak TOPSIS ve ELECTRE yöntemi ile iki ayrı sıralama elde edilmiştir. Hesaplamalar MS Office Excel ile yapılmıştır.

Karar Matrisi için gerekli olan kriter değerlendirme puanları 10 puan üzerinden gerçekleştirilmiştir. Elde edilen Başlangıç Karar Matrisi eşitlik 4.1 kullanılarak normalize edilmiştir. Daha sonra Normalize Edilmiş Karar Matrisi AHP ile elde edilen ağırlık değerleriyle çarpılarak Ağırlıklı Normalize Karar Matrisi elde edilmiştir. Elde edilen matris Şekil 2'de verilmiştir. K1:fiyat, K2: boyut, K3: kullanım kolaylığı, K4: satış sonrası hizmet, K5: ekran özellikleri, K6: modlar, K7: parametre genişliği, K8: dijital çıktılar/portlar K9: hasta kategorisi, K10: kaçak kompanzasyon, K11: batarya, K12: alarm kriterini temsil etmektedir.

Şekil 2. Ağırlıklı Normalize Karar Matrisi

	Ağırlıklı Normalize Karar Matrisi											
Ağırlıklar	0,068	0,007	0,050	0,147	0,020	0,105	0,018	0,020	0,098	0,156	0,156	0,156
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12
A1	2,190	0,265	3,036	8,092	1,133	5,663	1,285	1,090	4,861	10,576	3,926	8,791
A2	3,504	0,265	2,429	5,664	1,133	4,247	0,257	0,136	4,861	4,231	9,814	9,890
A3	4,380	0,353	1,518	7,283	0,907	7,079	1,157	1,362	4,861	7,403	7,852	4,396
A4	2,628	0,441	2,429	4,855	0,453	2,832	0,514	0,272	4,861	6,346	5,889	2,198
A5	1,752	0,176	1,215	6,474	0,453	1,416	0,257	0,817	0,972	4,231	5,889	6,594

Normalize Edilmiş Karar Matrisindeki her bir eleman ikili karşılaştırmalara tabi tutulmuş ve uyum ve uyumsuzluk setleri oluşturulmuştur. Elde edilen uyum seti ve eşitlik 5.1 ile uyum indeksleri hesaplanmıştır.

$$Ckl = \sum_{j \in Ckl} wj \tag{5.1}$$

Uyumsuzluk indeksleri ise, eşitlik 5.2 ve uyumsuzluk setinden faydalanılarak hesaplanmıştır. Elde edilen indeksler ile uyum ve uyumsuzluk matrisleri oluşturulmuştur. Oluşturulan matrislerinin elamanlarının ortalaması alınrak uyum ve uyumsuzluk eşik değeri bulunmuştur. Daha sonra matrislerdeki her bir indeks değerleri ile karşılaştırılıp uyum ve uyumsuzluk üstünlük matrisleri elde edilmiştir. Çalışmamızda uyum eşik değeri (c) 0,46 , uyumsuzluk eşik değeri (d) 0,48 olarak hesaplanmıştır. Elde edilen üstünlük matrisleri çarpılarak toplam üstünlük matrisi elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar Şekil 3'de yer almaktadır

$$Dkl = \frac{max|ykj_{j \in Dkl} - ylj|}{max|ykj_j - ylj|} \tag{5.2}$$

Şekil 3. Uyum, Uyumsuzluk Ve Toplam Üstünlük Matrisleri

C(X,Y)	C	c>Cort	D(X,Y)	D	D<Dort	sonuç	
C(1,2)	0,62	1	D(1,2)	0,39	1	1	EVET
C(1,3)	0,64	1	D(1,3)	0,43	1	1	EVET
C(1,4)	0,77	1	D(1,4)	0,12	1	1	EVET
C(1,5)	0,84	1	D(1,5)	0,08	1	1	EVET
C(2,1)	0,50	1	D(2,1)	0,61	0	0	HAYIR
C(2,3)	0,48	1	D(2,3)	0,55	0	0	HAYIR
C(2,4)	0,80	1	D(2,4)	0,15	1	1	EVET
C(2,5)	0,83	1	D(2,5)	0,08	1	1	EVET
C(3,1)	0,45	0	D(3,1)	0,57	0	0	HAYIR
C(3,2)	0,62	1	D(3,2)	0,45	1	1	EVET
C(3,4)	0,94	1	D(3,4)	0,06	1	1	EVET
C(3,5)	0,84	1	D(3,5)	0,1	1	1	EVET
C(4,1)	0,33	0	D(4,1)	0,88	0	0	HAYIR
C(4,2)	0,35	0	D(4,2)	0,85	0	0	HAYIR
C(4,3)	0,15	0	D(4,3)	0,94	0	0	HAYIR
C(4,5)	0,68	1	D(4,5)	0,4	1	1	EVET
C(5,1)	0,16	0	D(5,1)	0,88	0	0	HAYIR
C(5,2)	0,34	0	D(5,2)	0,92	0	0	HAYIR
C(5,3)	0,16	0	D(5,3)	0,9	0	0	HAYIR
C(5,4)	0,50	1	D(5,4)	0,36	1	1	EVET

En son net uyum ve uyumsuzluk indeksleri eşitlik 5.3 ve 5.4 kullanılarak hesaplanmıştır.

$$Cp = \sum_{k=1,k\neq p}^{m} Cpk - \sum_{k=1,k\neq p}^{m} Ckp \tag{5.3}$$

$$Dp = \sum_{k=1,k\neq p}^{m} Dpk - \sum_{k=1,k\neq p}^{m} Dkp \tag{5.4}$$

Elde edilen indeks değerleri net uyum indeks değerleri büyükten küçüğe, net uyumsuzluk indeksleri küçükten büyüğe sıralanarak nihai sıralama elde edilmiştir. Elde edilen sıralama Şekil 4'te verilmiştir.

Şekil 4. Net Uyum İndeks Değerleri, Net Uyumsuzluk İndeksleri ve Nihai Sıralama

	Cp	Dp
A1	1,43	-1,92
A2	0,68	-1,22
A3	1,42	-1,64
A4	-1,50	2,38
A5	-2,03	2,4
	Cp'ye göre nihai sıralama	Dp'ye göre nihai sıralama
A1	1	1
A2	3	3
A3	2	2
A4	4	4
A5	5	5

TOPSIS yönteminin ilk üç aşaması ELECTRE tekniği ile aynıdır. Her iki yöntemde de Ağırlıklandırılmış Normalize Standart Matrsi elde edilir. TOPSIS tekniğinde Ağırlıklandırılmış Normalize Standart Matrisinden faydalanılarak pozitif ideal ve negatif ideal çözüm değerleri belirlenir. Bu değerler her bir sütundaki en büyük (pozitif ideal çözüm değeri) ve en küçük(negatif ideal çözüm değeri) belirlenerek bulunur. Şekil 5'te elde ettiğmiz pozitif ve negatif ideal çözüm değerleri gösterilmiştir.

Şekil 5. Pozitif Ve Negatif İdeal Çözüm Değerleri

	Pozitif ve Negatif İdeal Çözümler											
İdeal Çözüm	4,380	0,441	3,036	8,092	1,133	7,079	1,285	1,362	4,861	10,576	9,814	9,890
Negatif İdeal Çözüm	1,752	0,176	1,215	4,855	0,453	1,416	0,257	0,136	0,972	4,231	3,926	2,198

Pozitif ve negatif ideal çözüm değerlerinden faydalanılarak eşitlik 5.5 ve 5.6 ile pozitif ve negatif ideal noktalara olan uzaklıklar hesaplanmıştır. Hesaplama sonucu elde edilen değerler Şekil 6'da yer almaktadır.

$$S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^{n}(vij - vj^-)^2} \tag{5.5}$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^{n}(vij - vj^-)^2} \tag{5.6}$$

Şekil 6. Pozitif Ve Negatif İdeal Noktalara Olan Uzaklıklar

Pozitif ve Negatif İdeal Noktalara Uzaklıklar			
S1 POZİTİF=	6,541	**S1 NEGATİF=**	11,547
S2 POZİTİF=	7,610	**S2 NEGATİF=**	11,075
S3 POZİTİF=	6,866	**S3 NEGATİF=**	9,641
S4 POZİTİF=	11,255	**S4 NEGATİF=**	5,277
S5 POZİTİF=	11,335	**S5 NEGATİF=**	5,124

Pozitif ve negatif ideal noktalara olan uzaklıklar ve eşitlik 5.7 eşitliği kullanılarak ideal çözüme göreceli yakınlıklar hesaplanmıştır.

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^*} \tag{5.7}$$

Bu işlemler sonucunda ideal çözüme göreceli yakınlık değerleri bize alternatiflerin nihai sıralamasını vermiştir. İdeal çözüme göreceli yakınlık ve nihai sıralama Şekil 7'de yer almaktadır.

Şekil 7.İdeal Çözüme Göreceli Yakınlık Ve Nihai Sıralama.

İdeal Çözüme Göreceli Yakınlık		
A1	0,638	1
A2	0,593	2
A3	0,584	3
A4	0,319	4
A5	0,311	5

4. SONUÇ VE TARTIŞMA

ELECTRE ve TOPSIS yöntemleri ile iki ayrı sıralama elde edilmiştir. Her iki yöntemle de yapılan sıralama sonucunda A1 ventilatör cihazı birinci sırada yer aldığı görülmüştür. Başlangıç karar matrisine bakıldığında birinci sırada olan A1 cihazı kullanımı kolay, satış sonrasında hizmetin en iyi olan ve teknik özellik olarak diğer alternatif cihazlardan üstün olan cihazdır.

Çalışmaya farklı meslek gruplarının fikirleri dahil edilerek ve bilimsel kaynaklardan faydanılarak daha objektif bir karar sistemi oluşturulmuştur. Pandemi sürecinde ventilatör seçimine etki eden kriterler belirlenmiştir. Bu kriterler ÇKKV tekniklerinden faydalanılarak ventilatör seçiminde kullanılmıştır.

Son olarak bu çalışma AHP, TOPSIS ve ELECTRE yöntemleri tıbbi ekipman veya cihaz seçimi için uygun olduğunu göstermektedir.

Gelecek çalışmalarda, farklı tıbbi cihazların seçimi başka ÇKKV teknikleriyle gerçekleştirilebilir, çalışma alanı genişletilebilir veya kriter ağırlıkları ve değerlendirmeler değiştiğinde sonuca nasıl etki ettiğini gözlemlemek için duyarlılık analizleri yapılabilir ya da aynı hastanede aynı grup ile pandemi süreci sonrasında aynı çalışma yapılarak kriter ve seçilen cihazlarda değişiklik olup olmadığına bakılarak Covid-19 pandemisinin cihaz seçimi üzerindeki etkisi yorumlanabilir.

KAYNAKÇA

1. Ardıç Çetinkaya, G., (2016). Ankara'da Bulunan Hastanelerin Yüksek Teknolojili Tıbbi Cihaz Alım Sürecinin Değerlendirilmesi. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi. Başkent Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
2. Ayçin, E., (2020). Çok Kriterli Karar Verme Bilgisayar Uygulamalı Çözümler. Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık Tic. Ltd. Şti, Genişletilmiş 2. Basım.
3. Çanakçı Yüksel, L.İ., (2018). Sağlık Sektöründe Hizmet Kalitesinin Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri İle Değerlendirilmesi: Ankara'da Bir Uygulama. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
4. Çelik, P., Ustasüleyman, T., (2014). Electre I ve Promethee Yöntemleri İle Gsm Operatörlerinin Hizmet Kalitesinin Değerlendirilmesi. Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi, 6 (12): 137-160.
5. Çelikbilek Y., Özdemir, M.,(2020). Çok Kriterli Karar Verme . Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri Açıklamalı ve karşılaştırmalı Sağlık Bilimleri Uygulamaları ile. Ankara, Nobel Akademik YayıncılıkEğitim Danışmanlık Tic. Ltd. Şti.

6. Dinçer, H., Görener, A., (2011). Performans Değerlendirmesinde Ahp - Vıkor Ve Ahp - Topsıs Yaklaşımları: Hizmet Sektöründe Bir Uygulama. Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, 29(1): 244-260.

7. Doğru, H., (2020). Analitik Hiyerarşi Prosesi (Ahp) İle Sedimanter Kökenli Kireçtaşı Doğal Taş Ocaklarının Yatırım Bölgelerinin Belirlenmesi. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi. Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyon.

8. Dursun, B., (2018). Topsıs Ve Electre Yöntemi İle Tedarikçi Seçimi: Kozmetik Sektöründe Bir Uygulama. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi. Bahçeşehir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

9. Gülenç, İ.F., Aydın Bilgin, G., (2010). Yatırım Kararları İçin Bir Model Önerisi: Ahp Yöntemi. Öneri, 9(34): ss. 97-107.

10. Karakaşoğlu, N., (2008). Bulanık Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ve Uygulama. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi. Pamukkale Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Denizli.

11. Ömürbek, N., Makas, Y., Ömürbek, V., (2015). Ahp Ve Topsıs Yöntemleri ile Kurumsal Proje Yönetim Yazılımı Seçimi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 1, (21): 59-83.

12. Özen, Ü., Orçanlı, K., (2013). Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinden Ahp Ve Topsıs'in E-Kitap Okuyucu Seçiminde Uygulanması. Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 6 (3): 282- 311.

13. Sarucan, A., (2021). Çok Kriterli Karar Verme. Ders Notları, ss.1-84.

14. Supçiller, A. A., Çapraz, O., (2011). Ahp-Topsıs Yöntemine Dayalı Tedarikçi Seçimi Uygulaması.İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Ekonometri Ve İstatistik Dergisi, 12. Uluslararası Ekonometri, Yöneylem Araştırması, İstatistik Sempozyumu Özel Sayısı, 13(1): 1–22.

15. T.C. Sayıştay Başkanlığı, Performans Denetim Raporu, (2005). Sağlık Bakanlığına Bağlı Hastanelerde İlaç Tıbbi Sarf Malzemesi ve Tıbbi Cihaz Yönetimi, Bölüm: 3.

16. URL-1 https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/105296/mod_resource/content/0/11.%C3%87ok%20%C3%96l%C3%A7%C3%BCtl%C3%BC%20Karar%20Verme%20Y%C3%B6ntemleri-III (E.T. 30.08.2021)

17. Vahidnia, M.H., Alesheikh, A.A., Alimoammadi, A., (2009). Hospital Site Selection Using Fuzzy AHP And İts Derivatives. Journal of Environmental Management, 90(10): 3048-3056.

18. Yücel, M., Ulutaş, A., (2009). Çok Kriterli Karar Yöntemlerinden Electre Yöntemiyle Malatya'da Bir Kargo Firması İçin Yer Seçimi. SÜ.İİBF. Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi, 9 (17): 327-344.

Presentation ID / Sunum No= 45

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0000-0002-2409-0229

Düzenli Depolama Alanlarında Oluşan Çöp Gazının Ekonomik Katkısının Araştırılması, Çorum İli Örneği

Arş. Gör. Dr. Hülya Aykaç Özen[1], Öğr. Gör. Hamdi Öbekcan[2], Prof.Dr. Bahtiyar Öztürk[1]

[1]Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü
hulya.aykac@omu.edu.tr
[2]Hitit Üniversitesi, İ. Sağlığı ve Güvenliği Bölümü
hamdiobekcan@hitit.edu.tr
[1]Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü
bozturk@omu.edu.tr

Özet

Şehirlerde yaşayan insan nüfusu arttıkça katı atık yönetimi çok önemli bir konu haline gelmiştir. Katı atıkların toplanmasından, depolanmasına ve bertarafına kadar olan süreç önemli bir çalışma alanı oluşturmaktadır. İnsanoğlu dünya üzerinde yaşamına devam ettikçe sürdürülebilir katı atık yönetimi önemli bir konu olarak kalmaya devam edecektir. Birçok katı atık yönetim şekli vardır. Bunlardan en çok tercih edilen yöntemlerden birisini düzenli depolama alanları oluşturmaktır. Özellikle ülkemizde son 20 yılda düzenli depolama alanlarının oluşturulması yerel yönetimler tarafından öncelik haline gelmiştir. Düzenli depolama alanları katı atıkların uygun bir şekilde geri kazanımına ve geri dönüşümüne olanak tanımaktadır. Türkiye'deki atık karakterine bakıldığında, yaklaşık % 50-55'lik bir kısmının organik atıklardan oluştuğu, geriye kalan kısmın ambalaj, cam, plastik, metal ve diğer inert atıklardan oluştuğu yapılan çalışmalar ve raporlarda tespit edilmiştir. Düzenli depolama alanları, atıkların kademeli bir şekilde gömülüp üstünün kapanması prensibi ile çalışır. Bu işlem organik atıkların havasız ortamda bozulmasına ve çöp gazı denen son ürüne dönüşmesine sebep olur. Çöp gazı özellikleri bakımından doğal gaz ile benzeşmektedir ve ekonomik değere sahiptir. Bu çalışma için Çorum merkez ilçe seçilmiştir. Çorum merkez ilçe 2004 yılında doğalgaz dönüşümünü tamamlamış, 2021 yılında da düzenli depolama alanını faaliyete geçirmiştir. Bu çalışmada, eğer 2004 yılında bir depolama alanı kurulmuş olsaydı, 2021 yılına kadar elde edilecek biyogaz miktarının hesaplanması ve ekonomik karşılığının eşdeğer doğalgaz miktarı ile karşılaştırılması amaçlanmıştır. Biyogaz miktarını hesaplamak için LandGEM - Landfill Gas Emissions Model, Version 3.02 matematiksel modeli kullanılmıştır. 2004-2021 yılları arasında Çorum merkez ilçe içerisinde üretilen atık miktarları TÜİK verileri ile kullanılmıştır. LandGEM - Landfill Gas Emissions Model, Version 3.02 modeli ile 2004-2021 yılları arasında yaklaşık 128 milyon m3 biyogaz oluşabileceği tespit edilmiştir. Doğalgazın ithal edildiği göz önüne alındığında, 2004-2021 yılları arasında oluşacak biyogaz miktarının yaklaşık olarak 65 milyon m3 doğalgaz

eşdeğeri olduğu ve yatırım maliyeti düşüldüğünde tahmini 85 milyon TL'lik bir katkı sağlayabileceği hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Çöp Gazı, Ekonomik Değer, Geri Kazanım, LandGEM

Investigation of the Economic Contribution of the Landfill Gas Generated in the Landfills: The Example of Çorum Province

Abstract

As population in cities increase, solid waste management has become very important issue. As humanity continues to live on earth, waste management will stay as essential topic. There are many waste management methods. The most preferred one of them is landfill areas. Especially in our country, in the last 20 years, the creation of landfills has become a priority by local governments. Landfill areas enable to recovery and recycling of municipal solid waste in proper way. When waste properties in turkey consider, it has been determined in the studies and reports that approximately 50-55% of it consists of organic wastes, and the remaining part consists of packaging, glass, plastic, metal and other inert wastes. Landfills are operated on the principle of gradually burying and covering the waste. This process leads to organic wastes to decompose in an airless environment and turn into a final product called landfill gas. Landfill gas is similar to natural gas in terms of properties and has economic value. In this study, it is aimed to calculate the amount of biogas to be obtained until 2021 if a landfill area was established in 2004 and to compare its economic value with the equivalent amount of natural gas. LandGEM - Landfill Gas Emissions Model, Version 3.02 mathematical model was used to calculate the amount of biogas. With the LandGEM - Landfill Gas Emissions Model, Version 3.02 model, it has been determined that approximately 128 million m3 of biogas can be transformed between the years 2004-2021. Considering that natural gas is imported, it has been calculated that the amount of biogas that can be generated between 2004-2021 is approximately 65 million m3 of natural gas equivalent, and it can provide an estimated 85 million TL contribution when the investment cost is deducted.

Keywords: Landfill Gas, Economic Value, LandGEM

1. GİRİŞ

İnsan nüfusunun ve şehirleşmenin artmasından dolayı atık miktarı düzenli bir şekilde artmaktadır. Atıklar üretim, endüstriyel ve şehirleşmeden üretilir (Kan, 2009). Belediye katı atığı, dayanıklı ve dayanıklı olmayan mallar, bahçe atıkları, evsel katı atıklar, paket, ambalaj, cam ve metal atıkları olarak tanımlanırlar. Sıvı atık yönetimi atık su arıtma, çamur arıtımı ve kimyasal ve biyolojik proseslerden oluşmaktadır. Atık yönetimi gelişen ve gelişmekte olan ülkelerde, şehir, kırsal alan, yerleşim birimleri ve endüstriyel alanlar için değişiklik göstermektedir. Atıktan değer elde etmek işlemi atığın yeniden kullanımı, geri dönüşümü ve geri kazanımı anlamına gelmektedir. Katı atığın ham maddesinin yeniden kullanımı ya da atığın yakılarak elektriğe dönüştürüldüğü birçok farklı yöntem vardır. Fiziksel, biyolojik ve atığın geri kazanımını içeren bir sürü yeni yöntem atığın tekrar kullanımı ve geri kazanımı için mevcuttur (Demirbaş, 2011).

Katı atık yönetimi dünyadaki en ilgi çekici alanlardan birisidir. İnsan yaşamındaki ve tüketim alışkanlıklarındaki değişiklikler katı atık üretimini hızlandırmaktadır. Atık yönetimi aynı zamanda atığın geri kazanımını içermektedir. Atık yönetimi katı, sıvı, gaz ve radyoaktif atıkları kapsayabilmektedir ve her uzmanın farklı yöntemler ile ele aldığı bir alandır. Değişik atık türleri ayrı bir şekilde toplanmaktadır. Yapılan araştırmalar atık yönetiminden kamusal bir hizmet olarak

elektrik, doğal gaz ve su sektörü ile birbirine benzemekte olduğundan bahsetmişlerdir (Demirbaş, 2009; Dijkema vd., 2000; Kan, 2009; Kurnaz ve Çalık, 2009; Wilson, vd. 2009).

Atık ve atık yönetimi alanındaki eğitim ve farkındalık kaynak yönetimi açısından küresel bir bakış açısı ile çok önemlidir. Sürdürülebilir atık yönetiminin rolü üretilen atığın miktarının azaltılarak çevreye bırakılan kısmının azalmasıdır. Atık çoğunlukla açık alanlarda yakılarak ya da şehirlere uzak alanlara gelişigüzel bırakılmaktadır. Atıklardan oluşan son ürünler hijyen ve çevresel olarak sorunlara sebep olabilmektedir. Bu tarz durumları ele almak için, çeşitli konseptler tasarlanmalıdır. Çevreyi kirleten ve insan sağlığını tehdit eden atıkların yönetimi için kamu eğitimi gerekmektedir. İnsanları eğitmek atık yönetimi ve atıkların çevreye vereceği zararları en düşük seviyeye düşürmek için de katkı sağlayacaktır. Atıkların düzgün olmayan bir şekilde yönetimi, hava, su ve toprak kirliliği ile beraber patlamalar ve açık yanmadan dolayı ciddi sağlık sorunlarına sebep olabilmektedir (Çardak, 2009; Demirbaş, 2009; Keçebaş ve Alkan, 2009; Saidur, 2010; Tatlı, 2009).

Birçok katı atık yönetim şekli vardır. Bunlardan en çok tercih edilen yöntemlerden birisini düzenli depolama alanları oluşturmaktır. Özellikle ülkemizde son 20 yılda düzenli depolama alanlarının oluşturulması yerel yönetimler tarafından öncelik haline gelmiştir. Düzenli depolama alanları katı atıkların uygun bir şekilde geri kazanımına ve geri dönüşümüne olanak tanımaktadır. Türkiye'deki atık karakterine bakıldığında, yaklaşık %50-55'lik bir kısmının organik atıklardan oluştuğu, geriye kalan kısmın ambalaj, cam, plastik, metal ve diğer inert atıklardan oluştuğu yapılan çalışmalar ve raporlarda tespit edilmiştir. Düzenli depolama alanları, atıkların kademeli bir şekilde gömülüp üstünün kapanması prensibi ile çalışır. Bu işlem organik atıkların havasız ortamda bozulmasına ve çöp gazı denen son ürüne dönüşmesine sebep olur.

Deponi gazı düzenli depolama alanındaki katı atıkların biyolojik olarak bozunması ile oluşur. Deponi gazı %50 CH_4, %45 CO_2 ve %5 azot bileşikleri, hidrojen sülfür ve metan olmayan diğer bileşiklerden oluşmaktadır (Themelis vd., 2007). Deponi gazı küresel ısınmadaki etkisine rağmen yüksek metan içeriğinden dolayı yenilenebilir bir enerji kaynağıdır. Bu durum hem ham madde üretimi hem de enerji için bir yakıt kaynağı olduğu anlamına gelmektedir (Bakkering vd., 2010).

Bugünlerde enerji temini ve enerjinin güvenliğini sağlamak için farklı enerji kaynaklarını artırmanın yanında hem dışa bağlı enerji hem de sera gazı emisyonlarını azaltmak için deponi gazını kullanmak ve düzenli depolama alanlarını yönetmek oldukça önemlidir. Türkiye'de düzenli depolama alanlarında belediye katı atığından enerji üretimi her geçen gün artmaktadır. Türkiye'de 2016 yılının sonunda düzenli depolama alanlarındaki kurulu elektrik üretim kapasitesi 225,369 MW olarak hesaplanmıştır. Ancak bu kapasite Türkiye'de üretilen belediye katı atığı düşünüldüğünde oldukça azdır (Kale ve Gökçek, 2020). Atıktan üretilen gaz saha ölçümleri, deneysel işlemler ve matematiksel model yaklaşımları ile tahmin edilebilmektedir. Matematiksel modelleme geçmiş ve gelecek gaz tahmini ile gaz toplama verimliliğini tahmin edebilmektedir. Literatürde deponi gazının miktarını tahmin etmek için sıfır, bir ve ikinci dereceden bozunma reaksiyonlarını kullanan sayısız matematiksel model geliştirilmiştir. Literatürde yaygın olarak kullanılan modellerin bazıları GasSim (Majdinasab vd., 2017), IPCC (Dalmo vd., 2019), EPER (Das vd., 2016), LandGEM(Ayodele vd., 2018) ve Meksika deponi hazı modeli (Aguilar vd., 2014) olarak belirtilmiştir. Yapılan çalışmalar ve sonuçlar daha yüksek bozulma reaksiyonlarından alınan tahmin sonuçlarının sıfırıncı derecen bozulma reaksiyonlarına göre daha az hata verdiğini göstermiştir (Amini vd., 2012).

Bu çalışma için Çorum merkez ilçe seçilmiştir. Çorum merkez ilçe 2004 yılında doğalgaz dönüşümünü tamamlamış, 2021 yılında da biyokütleden enerji üretimini faaliyete geçirmiştir. Bu çalışmada, eğer 2004 yılında bir depolama alanı kurulmuş olsaydı, 2021 yılına kadar elde edilecek biyogaz miktarının hesaplanması ve ekonomik karşılığının eşdeğer doğalgaz miktarı ile karşılaştırılması amaçlanmıştır. Biyogaz miktarını hesaplamak için LandGEM - Landfill Gas

Emissions Model, Version 3.02 matematiksel modeli kullanılmıştır. 2004-2021 yılları arasında Çorum merkez ilçe içerisinde üretilen atık miktarları TÜİK verileri ile kullanılmıştır.

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Çalışma Alanın Seçilmesi

Çorum ili; Orta Karadeniz Bölümünün iç kısmında yer almaktadır. Doğuda Amasya, güneyde Yozgat, batıda Çankırı, kuzeyde Sinop, kuzeydoğuda Samsun, güneybatıda Kırıkkale ile çevrilidir. Yüzölçümü 12.820 km²'dir. 2020 yılı itibarıyla 299.315 kişilik nüfusa sahiptir.

2.2. LandGEM - Landfill Gas Emissions Matematiksel Yöntemi

Çöp depolama sahalarında oluşabilecek biyogaz miktarı EPA'nın kullandığı Land Gem simülasyon programı ile tahmin edilebilmektedir. Bu simülasyon programının sonraki yıllar için oluşabilecek biyogaz miktarını belirlemek için kullandığı formül aşağıdaki gibidir;

$$Q_{CH4} = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=0,1}^{1} kLo(Mi/10)\, e^{-kt_{ij}}$$

Burada;

QCH_4 = Hesaplanan yıllık metan miktarı m^3/yıl

i = 1 yıldaki artış

n = Hesaplanacak yıl ile başlangıç yılı arasındaki zaman farkı

j = 0,1 yıllık zaman içerisindeki artış

k = Metan üretim oranı (yıllık)

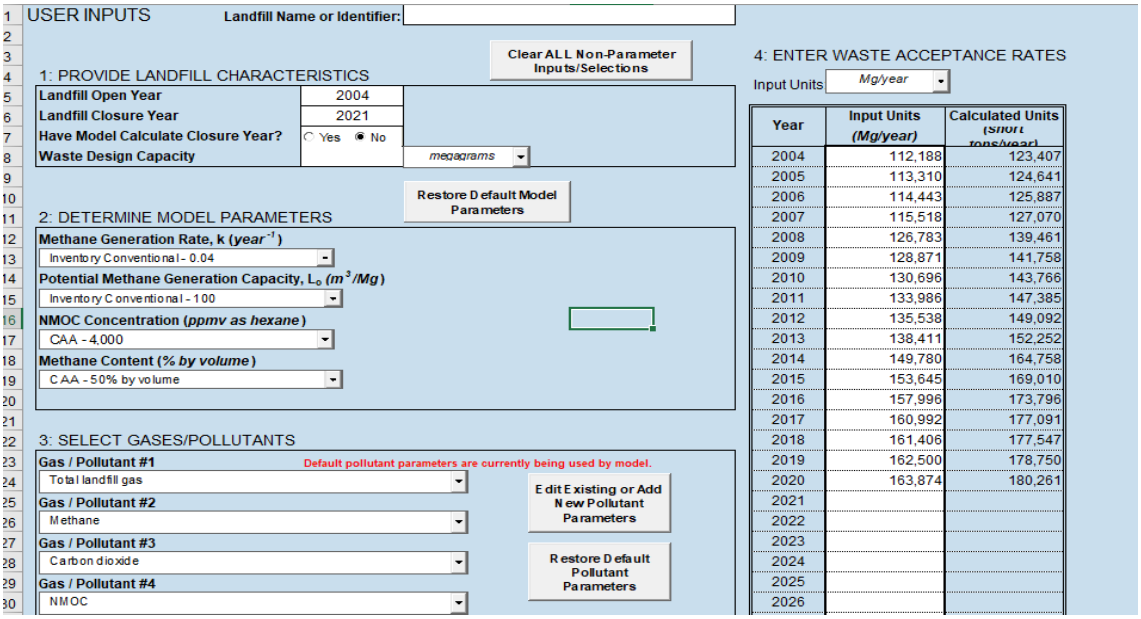
Lo = Potansiyel metan üretim kapasitesi (m^3/ton)

Mi = Herhangi bir yılda boşaltılan atık miktarı (ton)

tij = Atığın boşaltıldığı yıl içerisindeki ayın toplama oranı

3. BULGULAR

Çöp toplama sahalarında oluşabilecek biyogaz hacminin belirlenebilmesi için kişi başı atık miktarının bilinmesi gerekmektedir. Bu oranı belirledikten sonra daha sonraki yıllar için bir biyogaz tahmini yapılabilir. Daha sonraki yılların biyogaz tahminini yapabilmek için tahmin yapılacak yılın o il veya bölge için nüfus bilgilerini belirlemek gerekmektedir. Çorum merkez ilçenin 2004-2021 yılları arasındaki nüfus bilgileri ve kişi başı atık miktarları TÜİK'den alınan istatistik verileri kullanılmıştır. Bu veriler LandGEM matematiksel deponi gazı hesaplama programının ara yüzünde şekil 1 de gösterilmiştir.



Şekil 1: Çorum merkez ilçe 2004-2021 yılları arası atık miktarlarının ara LandGem programında gösterilmesi

LandGEM programı tarafından yapılan analiz ile oluşabilecek deponi gazı miktarı sayısal olarak şekil 2' de gösterilmiştir.

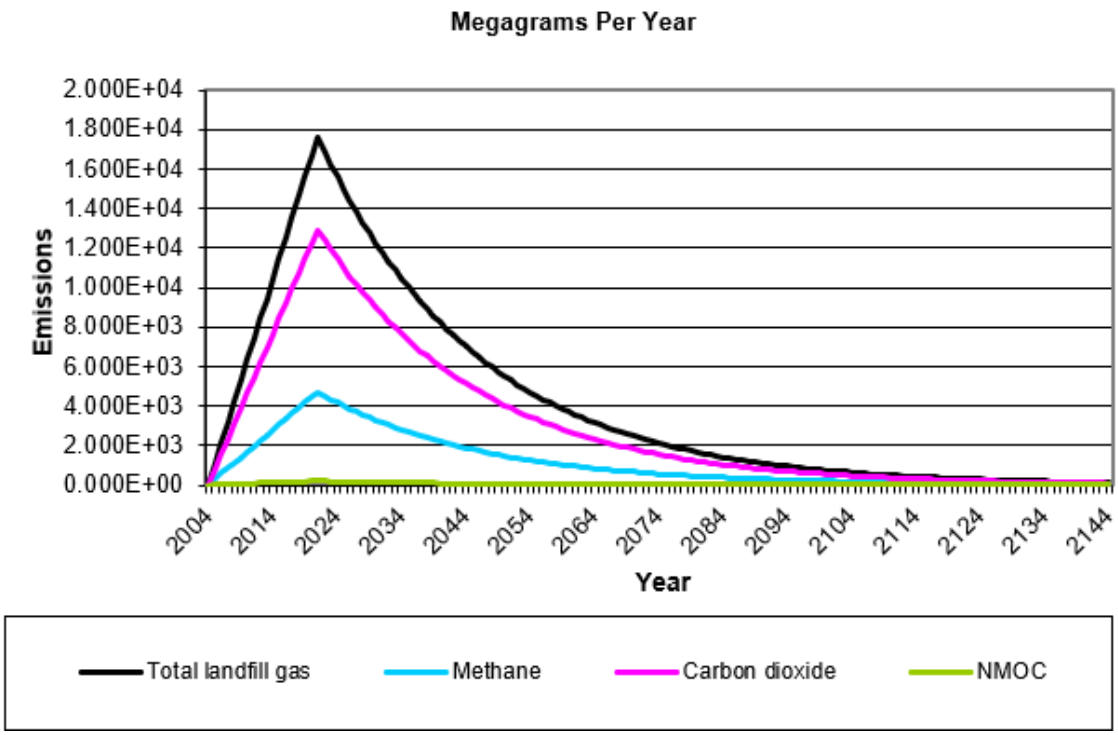
Closure Year (with 80-year limit) = 2021
Methane = 50 % by volume

Please choose a third unit of measure to represent all of the emission rates below.
User-specified Unit: av ft^3/min

Year	Waste Accepted		Waste-In-Place		Total landfill gas			Methane	
	(Mg/year)	(short tons/year)	(Mg)	(short tons)	(Mg/year)	(m^3/year)	(av ft^3/min)	(Mg/year)	(m^3/year)
2004	112,188	123,407	0	0	0	0	0	0	0
2005	113,310	124,641	112,188	123,407	1.101E+03	8.816E+05	5.923E+01	2.941E+02	4.408E+05
2006	114,443	125,887	225,498	248,048	2.170E+03	1.737E+06	1.167E+02	5.795E+02	8.687E+05
2007	115,518	127,070	339,941	373,935	3.208E+03	2.569E+06	1.726E+02	8.568E+02	1.284E+06
2008	126,783	139,461	455,459	501,005	4.215E+03	3.376E+06	2.268E+02	1.126E+03	1.688E+06
2009	128,871	141,758	582,242	640,466	5.294E+03	4.239E+06	2.848E+02	1.414E+03	2.120E+06
2010	130,696	143,766	711,113	782,224	6.351E+03	5.086E+06	3.417E+02	1.696E+03	2.543E+06
2011	133,986	147,385	841,809	925,990	7.385E+03	5.913E+06	3.973E+02	1.973E+03	2.957E+06
2012	135,538	149,092	975,795	1,073,375	8.410E+03	6.734E+06	4.525E+02	2.246E+03	3.367E+06
2013	138,411	152,252	1,111,333	1,222,466	9.410E+03	7.535E+06	5.063E+02	2.514E+03	3.768E+06
2014	149,780	164,758	1,249,744	1,374,718	1.040E+04	8.327E+06	5.595E+02	2.778E+03	4.164E+06
2015	153,645	169,010	1,399,524	1,539,476	1.146E+04	9.178E+06	6.167E+02	3.062E+03	4.589E+06
2016	157,996	173,796	1,553,169	1,708,486	1.252E+04	1.003E+07	6.736E+02	3.344E+03	5.013E+06
2017	160,992	177,091	1,711,165	1,882,282	1.358E+04	1.087E+07	7.306E+02	3.627E+03	5.437E+06
2018	161,406	177,547	1,872,157	2,059,373	1.463E+04	1.171E+07	7.870E+02	3.907E+03	5.856E+06
2019	162,500	178,750	2,033,563	2,236,919	1.564E+04	1.252E+07	8.413E+02	4.177E+03	6.261E+06
2020	163,874	180,261	2,196,063	2,415,669	1.662E+04	1.331E+07	8.941E+02	4.439E+03	6.654E+06
2021	0	0	2,359,937	2,595,931	1.758E+04	1.407E+07	9.456E+02	4.694E+03	7.037E+06

Şekil 2: Çorum merkez ilçe 2004-2021 yılları arası oluşabilecek toplam deponi gazı miktarları

Düzenli depolama sahasından oluşacak deponi , metan ve karbondioksit gazlarının yıllar içerisindeki değişimi şekil 3'te gösterilmiştir.



Şekil 3: Deponi, metan ve karbondioksit gazlarının yıllar içerisindeki değişimi

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada, eğer 2004 yılında bir depolama alanı kurulmuş olsaydı, Emissions Model, Version 3.02 modeli ile 2004-2021 yılları arasında yaklaşık 128 milyon m^3 biyogaz oluşabileceği tespit edilmiştir. Doğalgazın ithal edildiği göz önüne alındığında, 2004-2021 yılları arasında oluşacak biyogaz miktarının yaklaşık olarak 65 milyon m^3 doğalgaz eşdeğeri olduğu ve yatırım maliyeti düşüldüğünde tahmini 85 milyon TL'lik bir katkı sağlayabileceği hesaplanmıştır. Biyokütle tesisinde planlanan projede senede 14.500.000 kWh elektrik üretimi yapılacaktır. Eğer düzenli depolama alanı kurulmuş olsaydı ve biyokütle tesisi ile entegre hale getirilmiş olsaydı senede elektrik eş değeri toplamda 31 milyon kWh potansiyeline ulaşabileceği tahmin edilmektedir. Bu da yaklaşık 17 bin hanenin elektrik üretimine karşılık gelecektir. Çorum merkez nüfusunun yaklaşık 300 bin olduğu düşünüldüğünde 17 bin hanenin ortalama 60 bin üzeri bir nüfusu karşıladığı ve toplam elektrik tüketiminin yaklaşık olarak %20 tasarruf miktarına ulaşılabileceği tespit edilmiştir.

KAYNAKLAR

Aguilar-Virgen, Q., Taboada-González, P., Ojeda-Benítez, S., & Cruz-Sotelo, S. (2014). Power generation with biogas from municipal solid waste: Prediction of gas generation with in situ parameters. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *30*, 412-419.

Amini, H. R., Reinhart, D. R., & Mackie, K. R. (2012). Determination of first-order landfill gas modeling parameters and uncertainties. *Waste management*, *32*(2), 305-316.

Ayodele, T. R., Ogunjuyigbe, A. S. O., & Alao, M. A. (2018). Economic and environmental assessment of electricity generation using biogas from organic fraction of municipal solid waste for the city of Ibadan, Nigeria. *Journal of cleaner production*, *203*, 718-735.

Bekkering, J., Broekhuis, A. A., & Van Gemert, W. J. T. (2010). Optimisation of a green gas supply chain–A review. *Bioresource technology*, *101*(2), 450-456.

Cardak, O. (2009). The determination of the knowledge level of science students on energy flow through a word association test. *Energy Educ Sci Technol Part B*, *1*(1), 139-155.

Dalmo, F. C., Simão, N. M., de Lima, H. Q., Jimenez, A. C. M., Nebra, S., Martins, G., ... & de Mello Sant'Ana, P. H. (2019). Energy recovery overview of municipal solid waste in São Paulo State, Brazil. *Journal of Cleaner Production*, *212*, 461-474.

Das, D., Majhi, B. K., Pal, S., & Jash, T. (2016). Estimation of land-fill gas generation from municipal solid waste in Indian Cities. *Energy Procedia*, *90*, 50-56.

Demirbas, A. (2009). Concept of energy conversion in engineering education. *Energy Education Science and Technology Part B-Social and Educational Studies*, *1*(3-4), 183-197.

Demirbas, A. (2011). Waste management, waste resource facilities and waste conversion processes. *Energy Conversion and Management*, *52*(2), 1280-1287.

Dijkema, G. P. J., Reuter, M. A., & Verhoef, E. V. (2000). A new paradigm for waste management. *Waste management*, *20*(8), 633-638.

Kale, C., & Gökçek, M. (2020). A techno-economic assessment of landfill gas emissions and energy recovery potential of different landfill areas in Turkey. *Journal of Cleaner Production*, *275*, 122946.

Kan, A. (2009). General characteristics of waste management: A review. *Energy Education Science and Technology Part a-Energy Science and Research*, *23*, 55-69.

Keçebaş, A., & Alkan, M. A. (2009). Educational and consciousness-raising movements for renewable energy in Turkey.

Kurnaz, M. A., & Çalık, M. (2009). A thematic review of 'energy'teaching studies: focuses, needs, methods, general knowledge claims and implications.

Majdinasab, A., Zhang, Z., & Yuan, Q. (2017). Modelling of landfill gas generation: a review. *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology*, *16*(2), 361-380.

Saidur, R. (2010). Energy, economics and environmental analysis for chillers in office buildings. *Energy Educ Sci Technol Part A*, *25*, 1-16.

Tatli, Z. (2009). Computer based education: Online learning and teaching facilities.

Themelis, N. J., & Ulloa, P. A. (2007). Methane generation in landfills. *Renewable energy*, *32*(7), 1243-1257.

Wilson, D. C., Araba, A. O., Chinwah, K., & Cheeseman, C. R. (2009). Building recycling rates through the informal sector. *Waste management*, *29*(2), 629-635.

Presentation ID / Sunum No= 59

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0000-0002-9378-0856

Düz Panel Fotobiyoreaktör Tasarımı ve Mikroalglerden Yüksek Biyodizel Üretimi

Murat Onur Çeliktaş[1], Doç. Dr. Melih Onay[1]

[1]*Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü*
melihonay@yyu.edu.tr

Özet

Mikroalgler biyoyakıt üretimi için yenilenebilir enerji kaynağı olarak kullanılabilirler. Bu amaç için yüksek biyoyakıt üretimi önemlidir. Bu çalışmada yüksek biyodizel üretimi için 1L çalışma hacmine sahip düz panel reaktör tasarımı yapılarak Gloeocystis vesiculosa farklı dalga boylarında ışıklarda büyütüldü. Besiyeri olarak Bold Basal Besiyeri kullanıldı ve yağlar Folch Metoda göre elde edildi. Biyodizel üretimi ise baz katalizli reaksiyon ile gerçekleştirildi. Maksimum mikroalg biyokütlesi 620 mg/L değeri ile kırmızı ışıkta elde edildi. Kırmızı ışıkta elde edilen yağ miktarıda 140 mg/L olarak bulundu. Kırmızı ışık altında büyütülen mikroalglerin biyodizel verimi % 87 olarak hesaplandı. Sonuç olarak Gloeocystis vesiculosa mikroalgi kullanılarak kırmızı ışık altında 1L'lik fotobiyoreaktör aracılığı ile lab ölçekli yüksek biyodizel üretilebilir. Bu çalışma Murat Onur Çeliktaş'ın Düz-Panel Hava Kaldırmalı ''Fotobiyoreaktörün Tasarımı ve Çeşitli Dalgaboylarında Led Işık ile Mikroalglerden Yüksek Biyodizel Üretimi'' adlı yüksek Lisans Tez çalışmasıdır. "Bu çalışma Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından FYL-2018-7252 nolu proje kapsamında desteklenmiştir''.

Anahtar Kelimeler: *Gloeocystis vesiculosa*, Led Işık, Biyodizel Üretimi, Reaktör Tasarımı

Design of Flat Panel Photobioreactor and High Biodiesel Production From Microalgae

Abstract

Microalgae can be used as a renewable energy source for biofuel production. For this purpose, high biofuel production is important. In this study, a flat panel reactor with a working volume of 1L was designed for high biodiesel production, and Gloeocystis vesiculosa was grown in different wavelengths of light. Bold Basal Medium was used as the medium and the lipids were obtained according to the Folch Method. Biodiesel production was carried out with a base-catalyzed reaction. Maximum microalgae biomass was obtained in red light with a value of 620 mg/L. The amount of lipid obtained under red light was found to be 140 mg/L. The biodiesel yield of

microalgae grown under red light was calculated as 87 %. As a result, lab scale high biodiesel can be produced by using Gloeocystis vesiculosa microalgae by means of a 1L photobioreactor under red light. This study is Murat Onur Çeliktaş's master's thesis named "Design of Flat-Panel Airlift Photobioreactor and High Biodiesel Production from Microalgae with Led at Various Wavelengths". “This work has been supported by Van Yüzüncü Yil University Scientific Research Projects Coordination Unit under grant number FYL-2018-7252”.

Keywords: *Gloeocystis vesiculosa*, Led Light, Biodiesel Production, Reactor Design

1. GİRİŞ

2016 verileri ele alındığında enerji ihtiyacının yaklaşık olarak % 81’ne yakınını petrol ve kömür türevli yakıtlardan elde edildiğini görürüz (Chhandama vd., 2021:15). Enerjiye olan talep hızlı bir şekilde sanayileşme, nüfus artışı ve teknolojinin gelişmesi ile de daha da artacak gibi görünmektedir. Fakat bu fosil türevli yakıtların çevre olan zararlarından dolayı yeni enerji kaynakları arayışları sürmektedir. Biyoyakıtlar yenilenebilir enerji kaynakları olarak fosil yakıtların yerine kullanılabilecek yakıt türü olarak karşımıza çıkmaktadır (Peng vd., 2020:18). Biyoyakıtlar sıvı veya gaz olabilirler. En çok çalışılanları biyodizel, biyogaz, biyoethanol ve biyohidrojendir (Chhandama vd., 2021:15). Bu yakıt çeşitleri çeşitli yollar ile elde edilebilir. Birinci nesil biyoyakıtlar pirinç, şeker ve sebze yağlarından biyoetanol, biyodizel ve biyoetanol üretimini içerirken, ikinci nesil biyoyakıtlar yenilmeyen tahılları, atık yağları ve hayvansal atıklardan üretilmeye başlandı. Üçüncü nesil biyoyakıtlar ise mikroalglerden bu yakıt türlerini üretmek olarak tanımlanabilir (Azad vd., 2015:43). Mikroalgler ototrofik, hetotrafik veya fakültatif olarak yaşamlarını sürdürebilirler. Büyümeleri için karaya ihtiyaç duymazlar, reaktörlerde büyütüldüklerinde mevsimsel değişimlerden etkilenmezler, biyokütleyi oluşturmak için az suya ihtiyaç duyarlar ve ayrıca karbondioksiti tüketerek de sera gazı etkisinin azaltılmasına katkıda bulunabilirler. Bitkiler ile kıyaslandığında ise yüksek oranda yağ biriktirebilirler (Ravanipour vd., 2021:150). Mikroalgler ortam şartlarının değiştirilmesi ile yağ gibi metabolik içeriklerini değiştirebilirler. Besiyeri içerisinde kullanılan azot, fosfat, karbon veya iz elementlerindeki moleküllerin konsantrasyonlarını değiştirerek yağ miktarı çeşitlendirilebilir (Sarkar vd., 2021:7). Yağın özütlenmesi genelde solventler ile yapılır ve mikroalglerin hücre duvarının ince ve kalınlığına göre özütlenme etkinliği değişir (Goh vd., 2019:107). Mikroalgler biyodizele direkt olarak dönüştürülebildikleri gibi, yağa dönüştürüldükten sonrada biyodizel üretilebilir. Direkt biyodizel üretimi zor olmasına rağmen aradaki oluşum basamağının atlanmasından dolayı daha ekonomiktir (Goh vd., 2019:107).

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Reaktörün Tasarımı

Düz panel reaktör tasarı için pleksi glas malzeme kullanıldı. Kullanılan iç malzeme 32 mm olarak kullanılırken iç kısım 20 mm olarak belirlendi.

2.2. Mikroalglerin Kültürlenmesi

Bu çalışmada *Gloeocystis vesiculosa* 901 kültürlendi ve Çekya Culture Collection of Autotrophic Organisms biriminden elde edildi. Bu çalışmada Bold Basal Besiyeri mikroalglerin büyütülmesi için kullanıldı.

2.3. Işık Kaynağının Özellikleri

Işık kaynağı olarak P10 tipi RGB LED kullanıldı. Beyaz, Mor, Mavi, Yeşil, Sarı, Turuncu ve Kırmızı renkte ışıklar kullanıldı.

2.4. Biyokütlenin Takibi

Biyokütle gravimetrik olarak hesaplandı. Mikroalg örnekleri 10 dakika 3000 g de santrifüj edildi ve ölçümler spektropik ve gravimetrik olarak yapıldı.

2.5. Yağ Tayini

Yağ ölçümeri Folch metodu ile Çeliktaş, 2020'de olduğu gibi gerçekleştirildi (Çeliktaş, 2020).

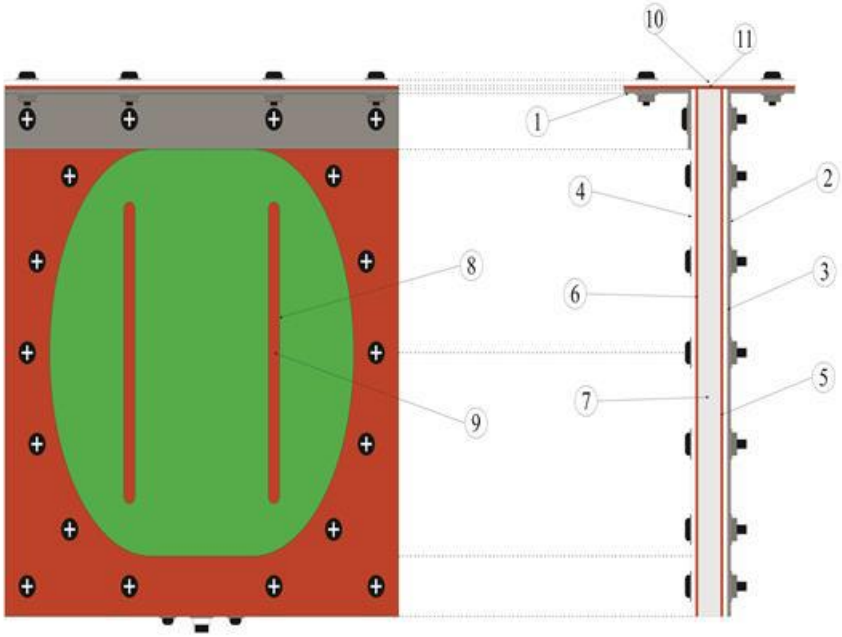
2.6. Biyodizel Ölçümü

Elde edilen yağlar 0.1 M KOH ile 60 °C de 3 saat reaksiyona sokularak transesterleşme reaksiyonu sağlandı.

3. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

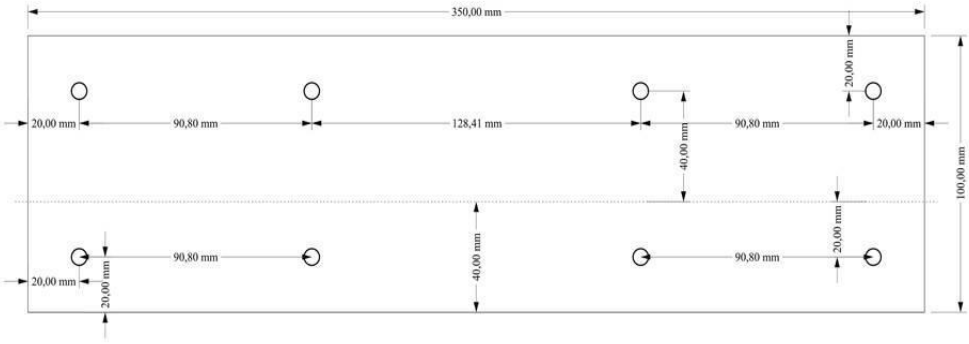
Düz panal reaktör pleksi glass malzemeden yapılarak 2 plaka ile birbirine birleştirilmiştir. Reaktörün tasarlanan çizimi Şekil 1'de verilmiştir.

Şekil 1. Reaktörün Çizimsel Gösterimi (Çeliktaş,2020)



Alüminyum parçalar sıcaklıktan reaktörün etkilenmesini engellemek için dış kısıma konulmuştur. Bu kısımın kalınlığı 3 mm olarak tasarlanmıştır. Diğer alüminyum parça ise reaktörün parçalarının birbirine tutturmak için kullanılmıştır. Bu parça çizimi ile birlikte Şekil 2 de gösterilmiştir.

Şekil 2. Alimünyum Parçanın Çizimi ve Gösterimi (Çeliktaş, 2020)



Biyokütle sonuçları hesaplandığında en yüksek biyokütle kırmızı ışık altında 620 mg/L olarak bulundu. En düşük mikroalg kütlesi de 480 mg/L olarak mavi ışık altında bulundu. Bunun yanında, en yüksek yağ miktarı 140 mg/L olarak kırmızı ışık altında büyütülen mikroalglerde bulundu. En düşük yağ miktarı da 100 mg/L olarak Mor ve Yeşil ışık altında bulundu. Transesterleşme reaksiyonu yapıldığında ise en yüksek biyodizel verimi kırmızı ışık altında %87 olarak bulundu. Biyodizel üretimi asit veya baz katalizörlü reaksiyonlar ile gerçekleştirilebilir. Bu sonuç baz katalizörde uygun reaktör sistemiyle yüksek biyodizel üretilebileceğini göstermektedir.

4. SONUÇ

Sonuç olarak *Gloeocystis vesiculosa* uygun reaktör tasarımları ve uygun dalga boyunda ışık ile yüksek oranda biyodizel verimine ulaşabilir.

Bu çalışma Murat Onur Çeliktaş'ın Düz-Panel Hava Kaldırmalı ''Fotobiyoreaktörün Tasarımı ve Çeşitli Dalgaboylarında Led Işık ile Mikroalglerden Yüksek Biyodizel Üretimi'' adlı yüksek Lisans Tez çalışmasıdır. "Bu çalışma Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından FYL-2018-7252 nolu proje kapsamında desteklenmiştir''.

KAYNAKLAR

AZAD, A.K. RASUL, M.G. KHAN, M.M.K. SHARMA, S.C. ve HAZRAT, M.A. (2015). Prospect of biofuels as an alternative transport fuel in Australia. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 43, 331-351.

CHHANDAMA, M.V.L. SATYAN, K.B. CHANGMAI, B. VANLALVENI, C. ve ROKHUM, S. L. (2021). Microalgae as a feedstock for the production of biodiesel. Bioresource Technology Reports, 15, 100771.

ÇELİKTAŞ, M.O. (2020). Fotobiyoreaktörün Tasarımı ve Çeşitli Dalgaboylarında Led Işık ile Mikroalglerden Yüksek Biyodizel Üretimi, Yüksek Lisans Tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.

GOH, B.H.H. ONG, H.C. CHEAH, M.Y. CHEN, W. ve YU, K.L. (2019). Sustainability of direct biodiesel synthesis from microalgae biomass. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 107, 59-74.

PENG, L. FU, D. CHU, H. WANG, Z. ve QI, H. (2020). Biofuel production from microalgae. Environ. Chem. Lett. 18, 28-297.

RAVANIPOUR, M. HAMIDI, A. ve MAHVI, A.H. (2021). Microalgae biodiesel: A systematic review in Iran. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 150, 111426.

SARKAR, R.D. SINGH, H.B. ve KALITA, M.C. (2021). Enhanced lipid accumulation in microalgae through nanoparticle-mediated approach, for biodiesel production. Heliyon, 7, e08057.

Presentation ID / Sunum No= 44

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0000-0003-4497-2250, 0000-0003-3467-150X

Raylı Sistem Dağ Kızağının Fren Sistem Çeşitleri

Tarık Ataş[1], Prof. Dr. Ali Çınar[1]

[1]Kocaeli Üniversitesi
**Corresponding author: Tarık ATAŞ*

Özet

Raylı sistem dağ kızağı araçları RTM metoduyla kompozit gövdeden oluşmuş eğlence araçlardır. Araç gövdesi metal şase ile desteklenmiş olup çeşitli mekanizmalardan meydana gelmektedir. Bu mekanizmalar tel kapma sistemi, fren sistemi ve santrifüj kavramadan oluşan teker gruplarından meydana gelmektedir. Eğimli arazilere ya da yapay oluşturulan rampalara konumlandırılan bu araçlar temel olarak potansiyel enerjinin kinetik enerjiye çevrilmesine bağlı olarak çalışmaktadırlar. Bu çalışmada raylı sistem dağ kızağı araçlarının fren sistem çeşitleri ve yapılan deneysel çalışmalar yer almaktadır. Fren sistemlerinde yeni çalışmalara yer verilerek alternatif sistemler ele alınmıştır. Seyir halinde olan kullanıcı ve aracın güvenliği için yapılan çalışmalar 3D modelleme programı olan solidworks, autocad yardımıyla ve test parkurları deneyimleriyle zenginleştirilmiştir. Bu çalışmalarda manuel fren sisteminin yapısı tamamen kullanıcının inisiyatifine bırakılmıştır. El tutamaklarını ileri geri hareket ettirerek ray balata gurubu arasında aracı yavaşlatmak ya da tamamen durdurmak amaçlanmıştır. Diğer frenleme sistemlerinde ise aracın teker kısmına yerleştirilen ve merkezkaç kuvvetinden faydalanarak santrifüj frenler kullanılmıştır. IMU ölçüm testleri ile aracın frenleme mekanizmaları anlık olarak izlenerek sistemin verimliliği kayıt altına alınmıştır. Fabrika ortamında yapılan test düzeneği ile lenz kanunundan yararlanılarak manyetik alana zıt yönde etki eden bir alan oluşturularak aracın yavaşlatılması çalışması gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Santrifüj Kavrama, Solidworks, Dağ Kızağı, IMU

1. GİRİŞ

Raylı dağ kızağı ürünü tercihen eğimli araziye veya özel durumlarda yapay rampalar ile düz zemine kurulumu yapılan paslanmaz raylar üzerinde hareket eden araçlı eğlence sistemleridir. Temel olarak potansiyel enerjinin kinetik enerjiye çevrilmesine bağlı olarak çalışırlar. Bu eğlence sisteminin genellikle 2 farklı kurulumu yapılmaktadır.

Birinci olarak başlangıç istasyonundan harekete başlayan araçlar taşıyıcı konveyörler yardımı ile dikey rampadan yukarı doğru çıkartılarak serbest düşme hareketi ile tepeden bırakılır. Araçlar belirli açı ve eğimde oluşturulmuş rampalardan hareket ederek başlangıç noktasına kadar ilerler.

İkinci olarak başlangıç istasyonundan harekete başlayan araçlar serbest düşme hareketi ile belirli açı ve eğimde oluşturulmuş rampalardan geçerek tırmanma konveyörüne gelir. Burada araçlar tırmanma konveyörü ile tekrardan başlangıç istasyonuna kadar gelerek turu tamamlamış olur.

Dağ kızağında araçları hızlandıran herhangi bir ekipman yoktur. Tamamen araçların serbest düşme hareketinden kaynaklı bir hızlanma mevcuttur. Araçlarda sadece kullanıcıların isteğine bağlı olarak araçları yavaşlatmak için kontrol edebildikleri mekanik bir kol vardır. Bu kol sayesinde frenleme işlemi yapılmakta ve araçlar yavaşlamaktadır.

Şekil 1. Raylı sistem dağ kızağı genel test görüntüsü

2. MATERYAL VE METOT

Yapılan çalışmanın amacı yeni tip fren sistemlerini araştırmak ve denemelerini yapmaktır. Raylı sistem dağ kızaklarında ve diğer araçlarda kullanılan fren sistemlerinin amaçları güvenilir bir sürüş sağlamak için kullanılan bir kontrol sistemidir. Fren sistemleri aracın hızını azaltmak için kinetik enerjinin bir bölümünü ya da tamamını diğer enerji çeşitlerine çevirmektedir. Aracın sabit hızda gitmesini, durmasını ya da çevresel koşullar olan kar, yağmur vb. durumlarda güvenilir bir sürüş olmasını sağlamaktadır.

Araçlarda tam duruş için aşağıdaki zaman dilimleri oluşmaktadır ve bu sürede araç bir miktar yol almaktadır.

- Herhangi bir tehlike durumunun fark edildiği an
- Araç kullanıcısının karar verme zamanı
- Araç kullanıcısının harekete geçme zamanı
- Araç kullanıcısının el ya da ayak fren pedalını harekete geçirme zamanı
- Taşıt fren sisteminin devreye girme zamanı
- Frenleme sisteminin etkileşim ve devreye girme zamanı
- Frenleme kuvvetinin verimli olacak evreye ulaşma süresi.

Tüm bu süreçler içerisinde araca ve kullanıcıya güvenilir bir sürüş ve frenleme sağlamak için ihtiyaca göre alternatif sistemler geliştirilmesi amaçlanmıştır.

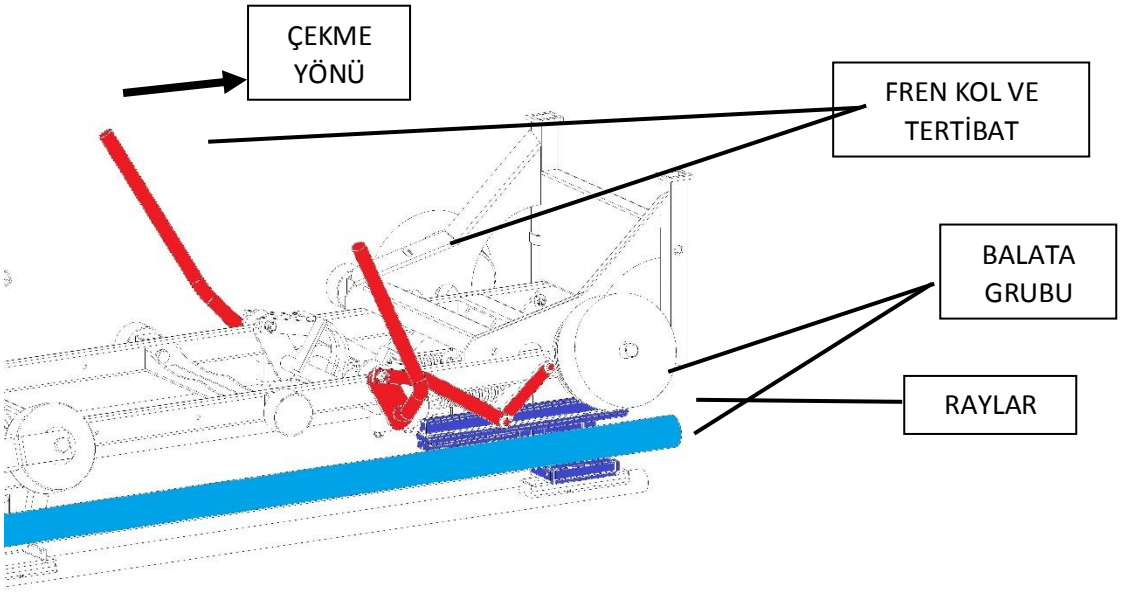
Raylı dağ kızağı ürününde bulunan alternatif fren sistemleri aşağıda ki şekillerde açıklanmıştır.

2.1 Manuel Fren Sistemleri

Araçlarda gelişen ve değişen koşullarda frenlemeye olan gereksinimler artmıştır. Konfor ve güvenlik üzerine çalışmalara olan ilgi ve çalışmalar artmıştır. Bunun için bizlerde raylı sistem dağ kızaklarında frenleme üzerine farklı çalışmalar yapmaktayız. Fren sistemlerini incelediğimizde ön planda olan faktörler; frenleme kuvvetlerinin, araç kütlesinden kaynaklanan hız, durma ve fren mesafelerinin ve etkili frenlemenin geliştirilmesi için çalışmalar yapıldı.

Raylı dağ kızaklarında ilk olarak manuel sistem frenlemenin ihtiyaç ve gereksinimleri geliştirilmiştir. Bu sistemde raylar üzerinde serbest konumda yokuş aşağı gelen kullanıcının kendi el becerisiyle frenleme yapması amaçlanmaktadır. Bu koşullarda fren diski ve fren kolları için kullanılan malzeme özellikleri dahil olmak üzere deneysel ve sayısal analiz çalışmaları dikkate alınmıştır. Bu çalışmaya göre prototip üretimi de yapılmıştır. Bu çalışmalarda varılan sonuçlara göre bilgiler sürece katkı sağlayacaktır.

Şekil 2. Manuel fren sistemi parça adlandırması

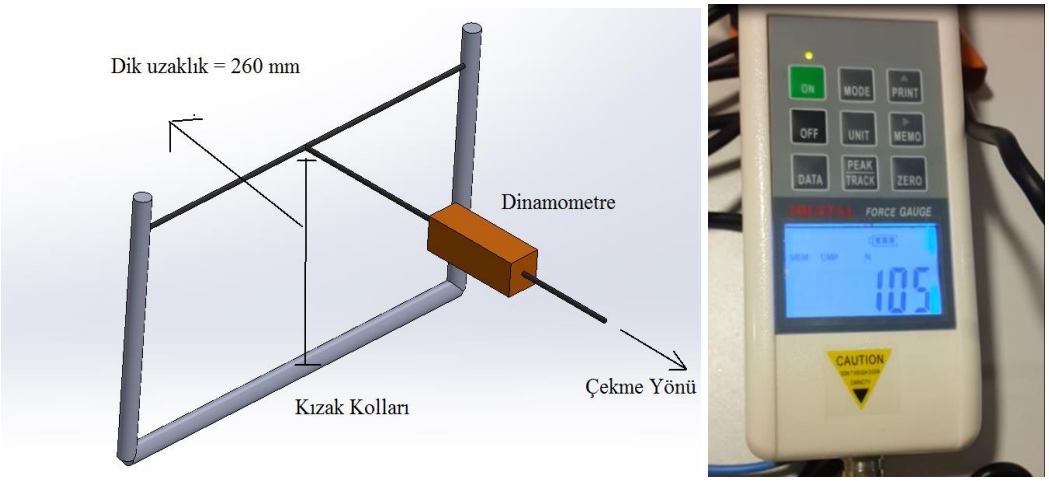


Sistemin çalışması; aracın hareket etmesi için kullanıcının fren kol ve tertibatını ileri itmesi gerekmektedir. Kolun hareketiyle üst balata grubu da yukarı doğru hareket eder ve balatalar ile raylar arasında ki temas azalmaktadır. Araç üzerinde ki kullanıcının tehlike anında dağ kızağını yavaşlatmak ya da tamamen durdurması için ise fren kolunu kendine doğru çekmesi ya da serbest bırakması gerekmektedir. Alt kısımda bulunan balata grubu sabit olup üst kısımdakiler hareketli konumdadır. Fren kolunu kullanıcı kendine doğru çektiğinde üst grupta bulunan balataların raylar üzerinde sürtünmesiyle araç yavaşlar ya da durur konuma gelmektedir.

Bu sistemde kollar serbest pozisyonda kalınca, kol grubunda bulunan gergi yayları etkisiyle araç frenleme yapılmaktadır. Kol grubun laboratuvar ortamında tork ölçümü yapılmış olup değerler şu şekilde okunmuştur.

Çekme yönünde dinamometreden okunan maksimum değer 105 N'dur. Yaklaşık tork ise 27,3 Nm okunmuştur. Kurulan düzeneğin şematik görüntüsü .. nolu resimde mevcuttur.

Şekil **Error! No text of specified style in document.**.3. Çekme testi 3D modeli ve değer göstergesi



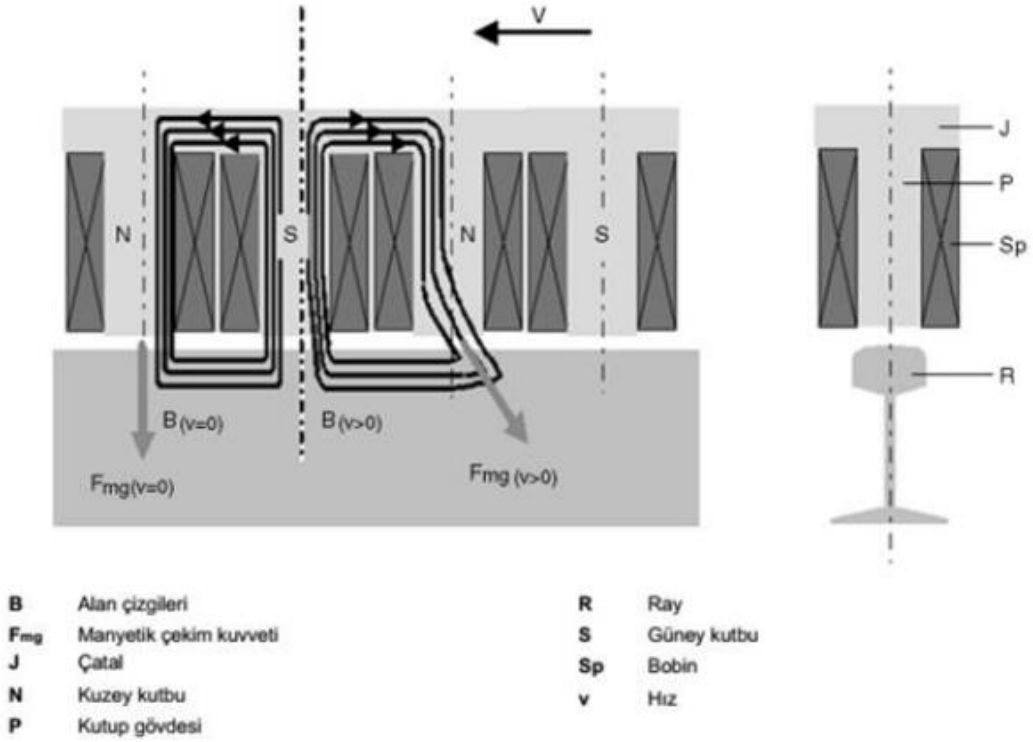
2.2 Hız Kontrollü Kavrama Sistemi

Bu sistemde amaçlanan aracın belirli bir hızdan sonra, tekerleklerin yavaşlamasını sağlayıp aracın hızının artmasını engellemektir. Arka tekerleklere konumlandırılan santrifüj kavramalar vasıtasıyla araç 40km/h geçmemektedir. Santrifüj kavramalar tekerlek gövdesine montajlanmaktadır. Sistemin çalışması şu şekildedir. Bir kavrama diskine sahip olmaksızın, santrifüj kuvvet etkisiyle baskı kuvveti oluşturan papuçlar yardımıyla, sürtünmeli olarak moment ileten kavrama türleridir. Bu tip kavramalar merkezkaç kuvvetiyle salınım hareketi olacak şekilde sabitlenmiş kavrama papuçları ya da ağırlıkları yardımıyla tahrik edilirler. Sonuç olarak dışa doğru açılarak tambura sürtünerek moment iletimi yaparlar. Bu tip papuçların tahrik sonucunda dışa doğru açılmasıyla moment iletiminin başlaması için 40km/h gerekmektedir.

2.3 Eddy Current Fren Sistemi

Eddy-Current Fren Sisteminin çalışma prensibi manuel veya hız kontrollü kavrama sistemlerinden farklıdır. Frenleme kuvveti, araçların altına monte edilen Eddy-Current ekipmanı ile ray arasında temas olmadan elektromanyetik alan (girdap akımları) oluşturması neticesinde çekim etkisi ile sağlanmaktadır [9]. Eddy-Current freninin art arda sıralanmış olan uyarı bobinleri elektrikle uyarıldıklarında kuzey ve güney kutuplarının dönüşümlü olarak birbirini izlediği bir manyetik alan oluşturmaktadır (bkz. Şekil 3.3). Oluşturulan manyetik alanın şiddeti uyarı akımına bağlı olduğundan, Eddy-Current freni kontrol edilebilmektedir.

Şekil **Error! No text of specified style in document.**.4. Eddy current çalışma prensibi



2 farklı tipte Eddy-Current fren sistemi bulunmaktadır. Bunlardan birincisi dairesel diğeri ise lineer tip Eddy-Current fren sistemidir.

Eddy-Current fren sisteminde fren performansı, manuel veya hız kontrollü kavrama sistemlerindeki fren sistemlerinde olduğu gibi tekerlek ve ray arasındaki sürtünmeye veya dinamik frenlemeye bağlı değildir. Araç hızının artması ile birlikte tekerlek ve ray arasındaki tutunma katsayısı azaldığından manuel fren sistemleri ile yüksek hızlarda düşük frenleme performansı elde edilmektedir. Ancak, Eddy-Current fren sistemi sürtünmesiz çalışma sistemi sayesinde devamlı ve yüksek frenleme oranları sağlamaktadır. Bununla birlikte, Eddy-Current fren sistemi, hattın eğiminin fazla olduğu konumlarda mükemmel bir frenleme kuvveti sağlamakta ve frenleme kuvveti, ray üzerindeki deformasyonlardan etkilenmemektedir.

Eddy-Current fren sistemleri yüksek performanslarından dolayı yüksek hızlı tren ve roller coaster tarzı ürünlerde aktif olarak kullanılmaktadır.

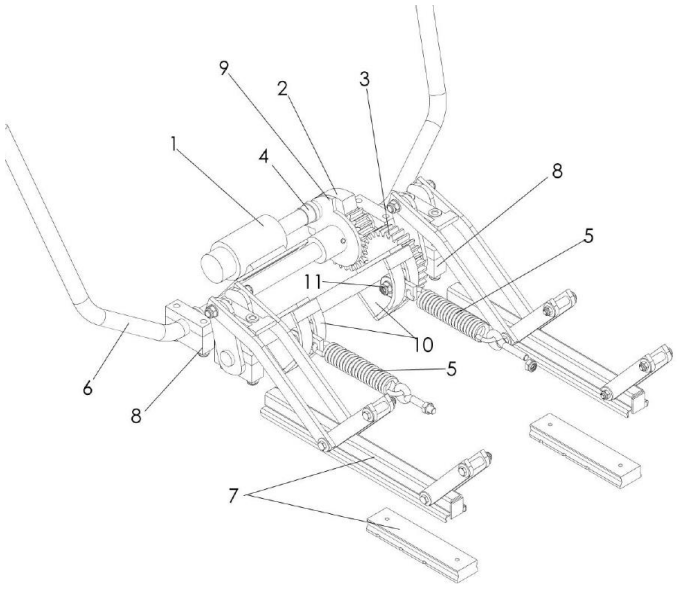
2.4 Selenoid Tip Fren Sistemi

Elektromekanik ekipmanlar olarak da bilinen selenoidler, içerisinde bulunan bobinlerin dışarıdan enerji verilerek mekanik bir parçayı hareket ettirmesi ile çalışır. Yani selenoidlerin çalışma prensibi manyetik ortamın kullanılmasıyla ilgilidir [24]. Selenoidlerin içerisinde bulunan bobinlere enerji verildiğinde akı çizgileri pistonu elektromıknatıs yapar. Bobin kullanım durumuna göre pistonu ileri veya geri doğru hareket ettirir. Bu şekilde hareket sağlanmış olur. Selenoidlerin bobinleri AC veya DC ile çalışacak şekilde ve çeşitli anma değerlerinde üretilirler.

Dağ kızağı araçlarında frenleme için raylara temas eden balata gurubunu hareket ettirmek için selenoid tip fren sistemi kullanılmaktadır. Selenoidler kullanıcı inisiyatifinde ya da bağımsız olarak tetiklenerek manual fren kolunun boşa çıkmasını sağlar. Bu sayede balatalar ile manuel fren kolunun bağlantısı kesilmiş olur. Balataların fren yapması ile araç yavaşlar ve durur.

Kullanıcı tekrardan hızlanmak için manuel fren kolunu ileri yönde iterek balatalar ile manuel fren kolu arasındaki bağlantısı tekrardan aktif hale getirir. Sonrasında tekrardan kendine doğru çekerek balataların rayla olan temasını keser ve araç hızlanmaya başlar.

Şekil **Error! No text of specified style in document.**.5. Fren sistemi parçalarının numaralandırılmış versiyonu



1-Stop selenoidi

2-Yarı Eksenli Dişli Parça

3-Standart Dişli Parça

4-Bilyalı burç

5-Yay

6-Fren kolu

7-Balata yatakları

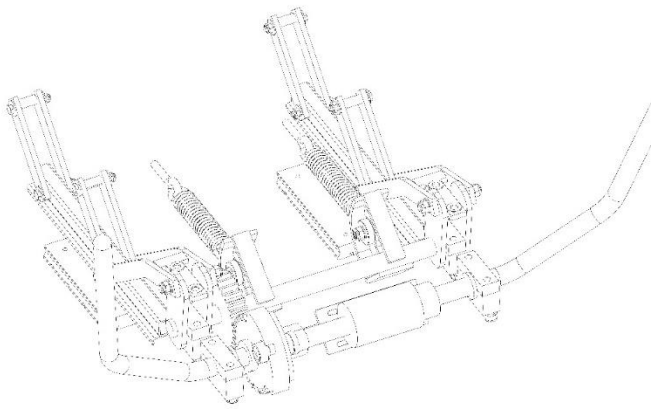
8-Yataklamalar

9-Sabit plaka

10-Yay gergi plakaları (dişli ile aynı mile sabitlenmiş)

11-Rulman

Şekil **Error! No text of specified style in document.**.6. Fren sistemi parçalarının perspektif görüntüsü



Yukarıda sistemin şematik durumu ve içeriği anlatılmaktadır. Sistemde 6 nolu fren kolu üzerinde stop selenoidi düzeneği bulunmaktadır. Aynı zamanda sabit plaka(9) ve serbest konumda dişli-1 (2) bulunmaktadır. Stop selenoidi ucunda bulunan pim sabit plaka ile dişli-1 parçasından geçerek ikisini aynı konumda tutmaktadır. Ayrıca şasede yataklanmış gergi sistemlerinin bulunduğu bir mil daha bulunmaktadır. Bu mile kaynaklı dişli-2(3) parçası bulunmaktadır. Dişli-1'in tahrik ettiği dişli-2 parçası balata yataklarını hareket ettirerek aracı durdurur ya da hareket haline getirmektedir.

Acil durum olduğunda ya da önceki araca yaklaştığında stop selenoidine gelen bilgi ile pim geri çekilmektedir. Bu sayede sabit plaka ile dişli-1 bağımsız hale gelmektedir. Dişli-1 serbest konuma gelince yay kuvveti ile dişli-2'de eski haline gelecektir. Bu sayede balata yatakları tekrardan raylara temas edecektir. Sonuç olarak araç tekrardan duracaktır. Tasarlanan sistemle amaçlanan olumsuz durumlara karşı kullanıcıyı ve aracı korumaktadır. Kaza kontrol mekanizmasını sadece kullanıcı inisiyatifinde bırakmamak amaçlanmıştır.

3. SONUÇLAR

Yapılan çalışmalar neticesinde hem araç üzerine hem de parkur üzerine teçhizatlar yerleştirilerek kullanıcı ve aracın anlık takibi ve frenleme kontrolü ile kaza riski önlenmiştir.

Sonuç olarak mevcut ve yeni fren sistemleri eklenerek kıyaslama imkanı olmuştur. Bu fren çeşitlerine maliyet açısından bakılırsa sırasıyla şu şekilde olacaktır. Manuel, selenoid tip, hidrolik, hız kontrollü ve Eddy Current fren sistemleridir. Ancak verimlilik ve güvenilirlik açısından bakılacaksa hız kontrollü ve Eddy Current tip sistemler bir arada kullanılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

1. Kim, M. S. (2012). "Development of the braking performance evaluation technology for high-speed brake dynamometer". *Int. J. Syst. Eng. Appl. Dev*, 6(1), 122-129.
2. Yeğin M., Yük vagonlarında kullanılan fren sabolarının (pabuçları) aşınma miktarlarının ve mekanik özelliklerinin deneysel olarak incelenmesi", *Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas*, 2014, 363949
3. Glielmo, L., Iannelli, L., Vacca, V., Vasca, F., 2006. Gearshift control for automated manual transmissions, IEEE/ASME Transactions on Mechatronics, 11,(1), 17-26.
4. Evren G., "Demiryolu'', *Birsen Yayınevi*, İstanbul, 249-250., 2002.

Presentation ID / Sunum No= 89

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0000-0002-4666-6735

Kültürel Mirasta Afet Yönetiminin Kritik Faktörleri Kullanarak Değerlendirilmesi

Ahed ALKHATİB[1], Doç. Dr. Elif ÖRNEK[2]

[1]*Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kentsel Koruma ve Planlama Bölümü, blackmirrors@live.com*
[2]*Yıldız Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, eornek@yildiz.edu.tr*

Özet

Yaklaşık yüz bin yıl önce, Güneydoğu Anadolu'da, büyük tufanın suları çekildikten sonra demirleyen Nuh Peygamber'in gemisi, bugün afet yönetim sistemi dediğimiz sistemin en eski örneği olarak kabul edilmektedir, Tarih boyunca yaşanan afetler, insanın bilincinin artması ve kendini, malını ve kültürel mirasını zararlardan koruma yöntemlerini geliştirmesine yol açmıştır. Dünyanın ortak malı olarak kabul edilen kültürel mirasın korunması ve gelecek nesillere aktarılabilmesi için kültürel mirasa yönelik afet yönetim sistemlerinin geliştirilmesi önem taşımaktadır. Genel olarak afet yönetim teriminin özellikle kültürel miras konusunda nispeten yeni ve geliştirilmekte olduğu görülmektedir. Ancak kültürel mirasların afetler nedeni ile zarar görmesi, bu sistemdeki eksiklikleri incelemenin gerçek ihtiyacını ortaya çıkarmıştır. Afet yönetim sisteminde sistem performansının kalitesini etkileyen çevresel, teknolojik, ekonomik, sosyal, idari, yasal ve politik faktörlerin incelendiği akademik çalışmalar bulunmaktadır. Bu bildiride daha az çalışılmış olan kültürel miras ve afetlerin etkileri tartışmaya açılacaktır.Kültürel mirasta afet yönetim sistemi, kültürel mirası tehdit eden riskleri afetten önce incelemek, hazır olmak, afet sırasında müdahale ve sonrasında iyileştirme ile ilgilenen farklı disiplinler ve kuruluşlar arasında ortak bir etkinlik olarak tanımlanmıştır. Bu sistemi değerlendirmek için afet yönetim sistemin birçok işlev veya koşul içeren alanlara, ayrıştıran kritik faktörleri kullanılmıştır. Faktörlerin her biri, belirli bir alanda afet yönetim sistemini destekleyen en iyi uygulamaları ve çerçeveleri ifade eder, böylece sistemin dayandığı disiplinlerin performans analiz etmek mümkündür. Bu faktörlerin önemi, doğru uygulandıkları takdirde sistemin başarısını sağlamalarında yatmaktadır. Bu makalenin amacı, kültürel mirasın başarılı afet yönetimini destekleyen faktörlere ilişkin literatür bulgularını sunmaktır.

Anahtar kelimeler: Afet yönetimi, Kültürel miras, Kritik faktörler

Evaluation of Disaster Management in Cultural Heritage Using Critical Factors

Abstract

For over a hundred thousand years ago, in southeast Anatolia, the ship of Prophet Noah (PBUH) docked after the flood had subsided. This is considered the oldest example of what we call today "the disaster management system". Through many disasters, mankind has been able to develop its methods of protecting oneself, possessions, and cultural heritage. Cultural heritage is public property and it's our duty to protect the legacy of our ancestors and pass it on to the new generations. It's necessary to highlight the experts' research to find the roots of the system of managing disasters that threaten cultural heritage by today's definition. It was revealed that disaster management is a relatively new term and is still under development, especially for cultural heritage. Recently, the number of disasters has increased and it's now essential to study the flaws of the system. There are academic studies that research environmental, technological, economic, social, administrative, juridical, and political factors, which influence the quality of the system. This paper will discuss cultural heritage and the effects of disasters.The disaster management system of cultural heritage has been defined as a common activity between different organizations, who take interest in examining the dangers on cultural heritage before a disaster, the preparedness, the response during the disaster, and the recovery after it. Many different factors, which analyze the system have been used and they delve into areas that have many functions, conditions, practices, or approaches to support the system in said areas so that it's possible to evaluate the performance of the system. It's important that these factors are applied correctly to guarantee the success of the system. The purpose of this article is to demonstrate the results of the literature, which discusses the factors that support the successful management of disasters that threaten cultural heritage.

Keywords: Disaster management, Cultural heritage, Critical factors

GİRİŞ

Tufandan kaçmak amacıyla inşa edilen Nuh'un Gemisi, tarih boyunca afetlerin tehlikelerini ve zararlarını azaltmanın ilk örneği olarak kabul edilmektedir (Coppola, 2011:2). Bugün dahi yaşanan tüm bilgi ve teknoloji gelişimlerine rağmen, doğal afetlere neden olabilen deprem, kuraklık, volkanik patlama ve fırtınalar gibi doğal olayların oluşumu üzerinde herhangi bir kontrol gücüne sahip değiliz. İnsanlığın uğradığı felaketler, zamanla meydana getirdikleri zararlar nedeniyle hafızalarda kalmış, medeniyetler yok olmuş ve can ve mal kayıpları yaşanmıştır (Akyel, 2007:24). Yaşanan afetler benzer olabilir ancak afeti yaşayan topluma etkileri farkı olabilmektedir. Afetler (Akyel, 2007:31);

- Olma sebeplerine göre deprem gibi doğal afet,
- kimyasal ve nükleer kazalar gibi teknolojik afet ve
- savaşlar ve diğerleri gibi insan kaynaklı afet olmak üzere üç türe ayrılabilmektedir.

İnsanlık bu afetlerin etkilerinden büyük zarar görmüştür. Dolayısıyla ihtiyaçtan dolayı bulunan birçok yenilik ve icat gibi, insanlık da afetlere karşı tecrübelerini geliştirmiş ve etkilerini azaltmak için yöntemler icat etmiştir (Medak, 2017).

1. Afet Yönetimi

İnsanların yaşadıkları çevrede meydana gelen afetlerden haberdar olmaları, nedenlerini tanımaları ve tekrarı durumunda hiç etkilenmeme veya en az oranda etkilenmelerine olanak tanıyan çalışmaların tümüne “Afet Yönetimi” denilmektedir. Modern afet yönetimi kavramında

ise kayıp ve zararların azaltılması, hazırlık, tahmin ve erken uyarı, afetleri anlamak gibi afet öncesi korumaya yönelik çalışmalar "Risk Yönetimi"; etki analizi, müdahale, iyileştirme, yeniden yapılanma gibi afet sonrası çalışmalar ise "Kriz Yönetimi" olarak kabul edilmektedir (Kadıoğlu, 2008:2). Afet yönetim sistemi, riskleri ele alma ve azaltma sistemi olarak tanımlanmaktadır (Fema, 2004:1). Bu sistem, bireyler ve malları için güvenli bir ortam oluşturmayı amaçlar ve afetlerin tehlikelerinin azaltılması, afet sırasında hızlı ve etkin müdahale ile afet sonrası etkilenenlerin normal hayata döndürülmesi sürecini ifade etmektedir (AFAD, 2014:33). Bu bağlamda etkin bir afet yönetimi çalışması, afet öncesi, afet sırası ve afet sonrası ihtiyaç duyulan tüm çalışmaları kapsamaktadır.

Balamir'e göre (2007) artan afetler ve iyileştirme uygulamalarının başarısız olması afet yönetimi politikalarının ve uygulanmasının yetersiz kaldığını ortaya çıkardığından, afet yönetimine yönelik tutumun değiştirilmesi ve yeniden gözden geçirilmesi gerekmektedir. Buna göre, geçen yüzyılın doksanlı yıllarından itibaren afet yönetimi, bu alandaki çeşitli disiplinlerin ve kuruluşların katılımıyla bütüncül olarak ele alınmaya başlanmıştır (Erkan, 2010:46).

UNDRR arşivine göre, ilk Birleşmiş Milletler kararı 1990 yılında "Uluslararası Doğal Afet Zararlarının Azaltılması On Yılı" adı altında afet riskinin azaltılmasında kullanılmak üzere bilim ve teknoloji alanında uluslararası işbirliğine duyulan ihtiyacı beyan etmektir, 1994 yılında ise erken uyarı alanında ilk adımın Japonya'nın himayesinde Yokohama'da düzenlenen Dünya Afetlerin Azaltılması Konferansı'nda atıldığını görülmektir, 2005 yılında Kobe'de ve 2015 yılında Sendai'de bu alandaki uzmanları bir araya getiren birçok uluslararası gerçek adımlarla hamle izlenmiştir (Zıvralı ve Cabbar, 2015:156,157). 2015-2030 Sendai Afet Riskini Azaltma Çerçevesi (Sendai Çerçevesi), 2015 sonrası için afet riskine karşı koruma sağlamak için somut önlemler getiren ilk anlaşma olarak saıyılmaktadır (UNDRR, 2015).

2. Afet Yönetimi için Kritik Faktörler

Van Niekerk'in çalışmasına göre, afet yönetim sistemi karmaşık ve sürekli değişen bir sistemdir, bu nedenle, afet yönetim sistemi, hükümetin ve uluslararası ve bölgesel kuruluşların akademik çalışmalarının yanı sıra uzmanlık ve deneyime dayanmalıdır (Cebeci ve Korkut, 2021:51). Bu deneyimler ülkelerin doğasına, kaynaklarına ve maruz kaldıkları afetlere göre değişmektedir, her bir ülkeye benzersiz ancak orantılı bir afet yönetim planı gerekmektedir (Ozceylan ve Coskun, 2008:376). Bu alandaki uzmanları, pratik deneyimleri ve akademik araştırmaları birleştiren faktörlerin bir listesini oluşturmaya mecbur bırakmıştır, böylece her ülke kaynaklarına ve yeteneklerine göre farklı faktörlere odaklanabilmektedir; Afet yönetim sistemi birkaç faktöre bağlıdır, bu faktörler sistemin başarısına veya başarısızlığına katkıda bulunmaktadır (Ozceylan ve Coskun, 2008:377).

Bu faktörler afet yönetim sisteminin ve farklı afet türleri için sabittir. Kritik faktörler olarak bilinen faktörler, özelliklerine göre birkaç kategoriye ayrılır: çevresel, teknolojik, sosyal, ekonomik, idari, yasal ve politik faktörü olarak ele alınmaktadır (Pathirage vd., 2014:8). Bullen ve Rockart'a göre (1981) faktörlerin her biri, belirli bir alanda afet yönetim sistemini destekleyen en iyi uygulamaları ve çerçeveleri ifade eder, böylece sistemin dayandığı disiplinlerin performans analiz etmek mümkündür (Ozceylan ve Coskun, 2008:380).

3. Kültürel Mirasta Afet Yönetimi

Yaşanan afetler sadece ekolojik dengeye, can ve mallara zarar vermekle kalmamış, son yıllarda yapılan istatistiklere göre kültürel miras da doğal ve insan kaynaklı afetlerden doğrudan ve dolaylı olarak büyük ölçüde etkilenmiştir. (Ünal, 2014:17). Kültürel miras, gelecek nesillere aktarılması gereken eski uygarlıkların mirası ve küresel bir mülk olarak kabul edilir, bu nedenle korunmasına katkıda bulunmalı ve sürdürülebilirliğini sağlanmalıdır (Mangir, 2020).

Kültürel mirasın önemi göz önüne alındığında, II. Dünya Savaşı'ndan sonra, 1999'da Balkan savaşlarından sonra revize edilen 1954 tarihli Lahey Sözleşmesi'nde, kültürel mirasın savaş ve silahlı çatışma durumlarında korunması için uluslararası düzeyde pratik hamleler

başlatılmıştır,1972 yılına gelindiğinde ise UNESCO tarafından imzalanan "Dünya Kültürel ve Doğal Mirasının Korunması Hakkında Sözleşme" kapsamında afet çemberinin doğal afetleri de kapsayacak şekilde genişletildiğini görmekteyiz, "Riske hazırlık" bu kavramı ise ilk olarak 1992 yılında UNESCO Dünya Miras Listesi'nde yer alıp ancak Dünya Miras Komitesi toplantısında Kobe depreminden sonra 2005 yılına kadar bu alanda ciddi bir adımlar atılmasını farkedilmiştir (Ünal, 2014:20-23). Buna yönelik Sendai Afet Riskini Azaltma Çerçevesi 2015-2030 politikası, dört aşamalı bir modern afet yönetim planı çerçevesinde, özellikle kültürel mirasın afet risklerinden korunması çağrısında bulunmuştur (UNESCO, 2015).

4. Kültürel Mirasta Afet Yönetiminin Kritik Faktörleri Kullanarak Değerlendirilmesi

Afet risk yönetim planı ile miras alanı yönetim planı arasındaki koordinasyon eksikliği, kültürel miras için afet risk yönetim planının etkinliğinin önündeki temel zorluklardan biridir, bu nedenle afet risk yönetim planı, tarihi alanın yönetim planı ve bölge yönetim planlarını ile çıkar çatışması olmadan bütünleştirilmelidir, örneğin ziyaretçi yönetimi ve yangın yönetimi, daha geniş yönetim planı ve afet riski azaltma planlarıyla bağlantılı olmalıdır (UNESCO vd., 2010:17,18). Afet yönetiminde farklı paydaşlar arasında akademi, özel sektör ve yerel topluluklar dahil koordinasyonu sağlamak için görev ve protokoller tanımlayarak bu entegrasyonu geliştirmek ve kültürel mirasın afetlere karşı dayanıklılığını genel afet risk yönetimi stratejisinin bir parçası haline getirmek için yasal, politik, kurumsal ve idari çerçeveler oluşturulmalıdır (Stanton ve Soz, 2017:1). Bu nedenle, kültürel mirasın afet yönetimi için doğru çerçeveleri geliştirmek ve eksikleri hangi alanda olduğunu anlamak için, kritik faktörleri kullanarak sistemin dünyanın farklı bölgelerinden örnekler ile değerlendirilmesi önemli olduğunu görülmüştür:

4.1. Çevresel Faktör

Kadıoğlu'ya göre (2011) Çevre ile afetler arasındaki karşılıklı bir etki olması açıktır, çevrenin tahribi deprem, sel gibi birçok afete yol açması gibi, afetler de can ve malın yanı sıra çevreye de büyük zarar vermektedir (Korkut, 2019:53,54). Ancak bazı durumlarda da, doğal çevre afet riskini azaltmaya yardımcı olabilmektir. Sonak ve diğerlerine göre (2008) Tsunami afetlerin zararları ve tehlikeli dalgaları doğal bariyerleri tarafından mercan resifleri ve mangrovlar gibi engellenebilmektir (Seneviratne vd., 2011:384). Çevrenin afetlerin seyri üzerindeki etkisinin önemi göz önüne alındığında, 2011 yılında Üçüncü Afet Riskini Azaltma Küresel Forumunda Uluslararası kuruluşlar, hükümetler, toplumlar, sivil toplum ve özel sektör ile birlikte çevre örgütlerinin katılımının önemini belirtilmiştir (UNISDR, 2011:48). Çevre koruma projeleri ve iklim değişikliği ile mücadele gibi çevresel faktörleri dikkate almak ve çevresel önlemler almak, afetlerin meydana gelmeden azaltılmasına yardımcı olmaktadır (Korkut, 2019:53,54).

Ronarit'e göre (1997) 1995 yılında Tayland'ın tarihi Ayutthaya bölgesinde haftalarca süren sağanak yağış, **(Görsel 1.)** bölgenin Dünya Mirası alanlarının çoğunu yok etmiştir, Buradaki temel sorun, sel sularının aktığı doğal koridorların yıkılarak yerleşim alanına dönüştürülmesidir. Tarihi Alan Restorasyon Planı (1993-2001), beklenen sel baskınını önlemek için hendeklerin, surların ve kapıların onarımını içeriyordu: şehrin dışındaki alt kalıntılar nehir kıyısı boyunca barajlar, drenaj sistemleri ve bitki örtüsü ile korunmuştur (UNESCO vd., 2010:35,36). 2011 yılında selin nedeniyle Ayutthaya hasar görülmüştür. 2018'de Dünya Mirası Merkezi (ICOMOS) tarafından önceki çalışmaya dayanarak bölgedeki yeni imar planlarının kültürel mirasın afet yönetimi üzerindeki etkisi ile ilgili bir çalışma sunulmuştur; 2020 yılında Ayutthaya tarihi alanı içinde bina inşa etmek için izin alınmasına ilişkin usul ve esaslara ilişkin tebliğin uygulanması tamamlanmıştır, böylece doğal taşkın su yollarını korumak için bir koşul getirilmiştir (UNESCO, 2019).

Görsel 1. Ayutthaya 1995 Seli (WMF, 2019).

4.2. Teknolojik Faktör

Oloruntoba'ya göre (2005) bu faktör teknoloji kullanılmasına ve afet yönetim sistemindeki bilgi teknolojisi ve afetin azaltılmasına katkıda bulunan son bilimsel projeler gibi bilimsel gelişmelere bağlıdır (Pathirage vd., 2014:8,9). Teknolojik gelişmenin maddi ve insani afet zararlarının azaltılmasına büyük ölçüde katkıda bulunabilmektedir (Korkut, 2019:66,67). Afet azaltmada kullanılan teknolojik projeler, erken uyarı sistemleri, iletişim sistemleri ve yapısal önlemler gibi çeşitli uygulamaları içermektir. Rodriguezet ark'a göre (2006) Uyarı sistemi, toplumun tüm kesimlerini kapsamalı, insanların bilinç ve bilgi sistemleri, iletişim ve eğitim ile entegre olmalıdır (Pathirage vd., 2014:8,9). İletişim sistemleri, mesajlar yoluyla afet öncesi ve sırasında bilginin yayılmasına yardımcı olur, medya, uyarı, farkındalık ve tahliyede rol oynayabilmektedir (Seneviratne vd., 2011:381,382). Teknolojik faktör olarak değerlendirilebilecek bir başka gelişim de, depreme veya sele karşı dayanıklı binalar gibi afetlerin etkilerini azaltmak için binaların ve altyapının bilimsel bir şekilde tasarlanmasını içeren mühendislik veya yapısal önlemlerin kullanılmasıdır (Pathirage vd., 2014:9,10).

Bu bağlamda araştırmacı Yasser Al-Shayeb'in kültürel mirasın korunması mücadelede modern teknolojik bilimlerin kullanımını ele aldığı "Bilim ve Teknolojinin Kültürel Mirası Anlamaya Katkısı" başlıklı konferansından bahsetmek gerekmektir; Örnek olarak, Peru'daki arkeolojik alanlarda bu alanları incelemek ve korumak için yüksek çözünürlüklü kameralar taşıyan dronlarların kullanılmasıdır **(Görsel 2.)**, Mısır arkeolojik sitelerinde de teknoloji kullanımı, Krallar Vadisi'ndeki Tutankhamun'un mezarının modern radar teknolojisini kullanılarak gizli boşluklarını taratılmıştır. Ayrıca, kültürel miras alanları hakkında bilgi yaymak ve bilgi alışverişinde bulunmak için bilgi ve iletişim teknolojisini kullanma olasılığını da tartışılmıştır (Alaraby, 2019).

Görsel 2. Peru'daki Dronlar ve Hava Fotoğrafçılığı (Clark, 2020).

Tarihçiler, teknolojiyi eserlerin hasar gördüklerinde belgelemek ve eski haline getirmek için de kullanmaya çalışmışlardır; Üç boyutlu baskı, Dijital fotogrametri, yapay zeka, artırılmış ve sanal gerçeklik, akıllı sıvı izleme, dronlar ve hava fotoğrafçılığı gibidir (Clark, 2020).

4.3. Sosyal Faktör

Kaklauskas ve diğerlerine göre (2009), Sosyal faktör, afet yönetim sisteminin bir parçası olan topluluk üyelerini ifade etmektedir. Bu faktörün önemi, doğrudan eğitim yoluyla farkındalık ve bilginin rolünün öneminde temsil edilir; vatandaşlar, profesyoneller, kuruluşlar, paydaşlar ve

politikacılar dahil olmak üzere tüm aktörleri içermektedir (Seneviratne vd., 2011:382). Rodriguez ve diğerlerine göre (2006) en az eğitim kadar önemli diğer sosyal faktörler ise; istihdam olanaklarını artırmak, yaşam standartlarını yükseltmek ve karar alma süreçlerine katılımı artırmaktır (Pathirage vd., 2014:10). Afet yönetimi çalışmaları afetlerin azaltılmasına vurgu yaparak eğitimin her düzeyinde müfredatına dâhil edilmesine Ibem (2011) tarafından dikkat çekilmiştir (Pathirage vd., 2014:10). Özmen, Gerdan ve Ergünay'a göre (2015) Teorik ve akademik eğitimin yetersiz olması ve hazır planların pratik olmaması nedeniyle afet yönetim planlarının test edilmesi, sorun ve hataların keşfedilmesi için periyodik olarak uygulamalı eğitimlerin verilmesini gerektirebilir (Korkut, 2019:61).

Kültürel mirasın afetlerden korunması konusunda toplumsal farkındalık, afetlerin etkilerini azaltmaya yönelik önlemler ve müdahaleler öğretilerek oluşturulur. Örnekler arasında okul gezileri, arkeolojik ziyaretler ve gönüllü restorasyon atölyeleri gibi uygulamalı eğitimler sayılabilir. Kültürel miras değerleri ve kurtarma öncelikleri konusunda farkındalığı artırmanın yanı sıra, acil durumlarda değerlendirilen başarısızlıkların ve iyi deneyimlerin medya aracılığıyla yayılması, uzman yaklaşımları ve topluluk geçmişi arasındaki farklılıkları önlemenin en iyi yoludur (Drdacky, 2007:43).

İkinci Dünya Savaşı Mayıs 1945 yılında Avrupa'da sona erdiğinde, Varşova'nın çatışmalar sırasında binalarının %90'ından fazlası hasar görmüş veya tahrip edilmiştir (Mccouat, 2015). Savaştan sonra tüm ulus tarafından Polonya'nın her yerinden gelen bağışlar ve emekçilerle ve gönüllü çalışmaları **(Görsel 3.)** ile şehri yeniden inşa edilmiştir (Glinski, 2015).

Bu örneğin, Varşova'nın yeniden inşaatındaki toplumun rolü, kültürel mirasın yönetiminde büyük önem taşıdığını göstermektedir (UNESCO, 2014).

Görsel 3. Varşova 1945 Ulus tarafından İnşa Edilmiştir (Glinski, 2015).

4.4. Ekonomik Faktör

Ekonomik faktör esas olarak ülkenin ekonomik potansiyellerine bağlıdır; Gelişmişlik düzeyi ne kadar yüksekse, afet yönetiminin başarı düzeyi de o kadar yüksek olmaktadır (Korkut, 2019:49). Afet yönetim sistemine afet öncesi, sırası ve sonrasında tüm aşamalarında ekonomik yatırım yapılmalı, ancak afetlerin etkisini azaltmak için afetin meydana gelmeden önce finansal önlemleri büyük önem arz ettiği görülmektedir (Seneviratne vd., 2011:384). Koria'a göre (2009) finansal önlemlerden biri depreme dayanıklı esnek binalar tasarlama projelerin desteklenmesi gibi afetlere karşı dayanıklı teknolojik ve yaratıcı fikirleri içeren araştırma ve projeleri desteklemektir. Bosher ve diğerlerine göre (2007) afetlere karşı dayanıklı altyapı tasarımı desteklenmesi öngörülmüştür (Seneviratne vd., 2011:384).

Eppich ve Grinda'ya (2019) göre, kültürel mirasın önemi, onu afetlerden korumak için, özellikle afetten önce, bir bütçenin ve sürekli mali desteğin olmasını gerektirmektedir. Kültürel mirasın korunması için finansman genellikle turizme, bağışa ve devlet desteğine bağlıdır. (Jelincic ve Sveb, 2021:2) Bazı azgelişmiş ülkeler, savaş ve afetler nedeniyle yıkılma tehlikesi olan bölgelerdeki mirasını korumak için Dünya Miras Fonu'na (Global Heritage Fund/GHF) başvurulmaktadır. Bu fondan yararlanarak, Suriye, Filistin ve Afganistan'da ülkelerin tüm varlıklarının "Dünya Mirası" olarak kayıt altına alınmıştır (BBB, 2015).

Fas, sınırlı gelir kaynaklarına sahip bir ülke olarak, **(Görsel 4.)**1960 Agadir depreminden 2004 yılındaki Hagmia depremine kadar, tarihi boyunca birçok afete maruz kaldığından riskleri azaltma konusundaki tecrübesine rağmen, 2004 depremin yıkımı ve can kaybı görülmüştür (OECD, 2017). Önlemlerin yetersiz kalmasına ilk sebep olarak, Fas devleti finansal yanıt verebilecek kapasitede olamadığını ve Doğal afetler için bütçeler tahsis edilmediğini ortaya çıkmıştır (Safae, 2017:1,2,3). 2008 yılında Dünya Bankası'ndan risklerin önlenmesi ve yönetimi için ulusal bir plan geliştirilme projesi 2 milyon dolar ile finans edilmek için yardım talep edilmiştir (IBRD, 2014:22). 2015 yılında GHF tarafından kültürel miras korunması için ekonomik kaynakları toplayarak yatırım yapılmıştır ve 2021 yılında ise bu sitelerin bazını UNESCO Dünya Mirası siteleri listesine dâhil edileceğini açıklanmıştır (Hosking, 2021).

Görsel 4. 1960 Agadir Depremi (Dardar, 2020).

4.5. İdari Faktör

Afet yönetim sisteminin çalıştırdığı yapıdır. Kurumlar ve bireyler arasındaki ilişkiyi göstermektedir; İş hiyerarşisi, görevlerin koordinasyonu ve dağılımı, iş planları, bilgi alışverişi ve akışı açısından; Tüm aşamalarda etkili, afet öncesinden başlayarak, afete hazırlık ve zararların azaltması, afet sırasında ve afet sonrası iyileşme süreci ardından, zayıf ve güçlü yönleri ortaya çıkarmak için önceki deneyimleri analiz edilmesi ve incelenmesi ve yeni felaketlere hazırlanmak için bunlardan yararlanmasıdır (Korkut, 2019:77,78). Pathirage ve diğerlerine göre (2014) yüksek niteliklere ve iyi deneyime sahip teknik bireylerin, kurumların çalışmalarının başarısına doğrudan etki etmesini belirtmiştir (Seneviratne vd., 2011:385,386). Ayrıca, ilgili kurumlar, üyelerinin deneyimlerinin geliştirilmesi için uygun bir ortama sahip, bağımsız, işlerinde uzmanlaşmış olmalıdır. Moe and Pathranarakul'a göre (2006) Afet yönetimi için ana kurum belirlenmeli, hiyerarşik bir yapıya sahip diğer kurumlarla ilişkisi, aralarında koordinasyonu ve ortak bir bilgi platformu aracığıyla bilgi geçişini kolaylaştıracak yetenekte olmalıdır (Pathirage vd., 2014:13,14). Rotimietal'a göre (2009) doğru planlama ve yeterli kaynak hazırlanması, lojistik hizmetlerin başarılı yönetilmesi, eğitimli yerel grupları yönetime dahil edilmesi, başarısızlık önler ve operasyonların önündeki engelleri azaltmaktadır (Pathirage vd., 2014:13,14).

Kültürel miras için, afet yönetim sistemleri kültürel miras alanı yönetim sistemleri ile entegre edilmelidir ve bunun tersi de yerel, ulusal, hükümet, sivil toplum ve uluslararası düzeylerde planların ve bilgi alışverişinin çakışma olmadan entegrasyonu yoluyla yapılmalıdır. Yerel düzeyde, topluluk liderleri, yerel halkı planların oluşturulmasına ve uygulanmasına dahil edebilir, resmi ve gayri resmi kurumlarla da iletişim kurarak bilgi paylaşımında bulunabilmektir. Ulusal düzeyde, devlet, kültürel ve doğal varlıkların korunmasından ve afet sisteminin yönetiminden sorumludur. Afet yönetiminden sorumlu ordu, polis gibi ulusal kurumlar, kültürel miras için afet yönetim planlarının oluşturulmasına ve uygulanmasına da katkıda bulunmaktadır. Son olarak, uluslararası düzeyde, bazı ajanslar temsilcileri aracılığıyla afetlerle mücadelede rol oynamaktadır. UNESCO Dünya Miras Merkezi ve Uluslararası Anıtlar ve Sitler Konseyi (ICOMOS) bu alandaki ana taraflar olarak ortaya çıkmaktadır (UNESCO vd., 2010:19,20).

2002 selinden sonra, Maulde nehri manzarasında bir ortaçağ duvarı ile çevrili iyi korunmuş bir alana sahip tarihi Alman kasabası Grimma, selden en çok etkilenen bölgeler arasında olmuştur. Felaket ardından kenti selden korumak için bir ön çalışma sunulmuştur. Nehir ve çevresini etkileyecek ve kentin estetik özellikleri, özellikle mimari mirası etkileneceği için Belediye Meclisi tarafından reddedilmiştir. Sonunda **(Görsel 5.)** tarihi mirasın korunması ile kentsel planlama, çevre koruma, yerel ekonomi ve yerel altyapı ve turizm unsurlarını içeren entegre bir plan dahilinde antik kentin sellerden korunması projesi üzerinde anlaşmaya varılmıştır (STORM, 2016:163).

Görsel 5. Grimma'nın Selden Korunma Projesi Önce ve Sonra (STORM, 2016:163).

4.6. Yasal Faktör

Meydana gelmesi beklenen bir afetin başarılı bir şekilde yönetilmesini sağlamak için işlerin yürütülmesini kolaylaştıran yasalar olmalıdır (Korkut, 2019:102). Wilkinson ve değerlerine göre (2006) yasal faktör, afet yönetimi gibi bir sistem veya kurumun çalışmalarını yürütmek için kabul edilen tüm kuralları, kanunları, mevzuatları içermektir (Seneviratne vd., 2011:384). Afet sigortası kanunu gibi toplum ve kurumları etkileyen zararları ve afet sonrası tazminatı karşılayacak kanunlar (Korkut, 2019:102). Afet yönetim sisteminde mevzuat, çeşitli aşamaları için yasal temel oluşturmak açısından önemlidir, farklı aktörleri ve sorumlulukları tanımlar (IFRC, 2020:2). Deprem yapı güvenliği yasasına uygun inşa edilmiş bir yapı denetim yasası gibi çıkarılan yasaların uygulanmasını veya doğru uygulanmasını sağlayacak yasalar olmalıdır (Korkut, 2019:102).

Kültürel mirasın afetlerden korunmasına yönelik yasal çerçeveler, bir ülkenin genel risk yönetimi stratejisinin bir parçası olmalıdır, örneğin: afet yönetim sistemi ve kültürel miras yönetim sistemi içinde tüm aşamalarında, sorumlulukları tanımlayan ve görevliler arasında koordinasyonu sağlayan yasalardır (Stanton ve Soz, 2017:1). Kültürel miras hukuku araştırmacısı Amanda Byer ile yaptığı röportajda belirtildiği gibi: yasalar, öncelikle kültürel mirasın ne olduğunu ve nelerin korunmaya değer olduğunu belirlemeye, koruma yollarını geliştirmek için yardımcı olmaktadır (Byer, 2017).

Hansteen'e göre (1992), 1955 yılında Norveç'in Bergen kentini etkileyen yangından sonra Dünya Miras Listesi'ne kayıtlı yerleşim yerinin yüzde ellisi tamamen yok olmuştur. 1977 yılında alanın yeniden imar çalışması sırasında durum doğrulamadan sonra belgeler ve mühendislik çizimlerine göre değerlendirilmiştir. Şehir ve mahalledeki yapı yasalarını inceledikten sonra değişebilecek olduğunu ortaya çıkmıştır. Yeni planda **(Görsel 6.)**, zayıf noktaların değerlendirilmesine dayanan yasa geliştirmenin başarılı bir örneğini görüyoruz. Bu, yalnızca mirasın riske hazırlıklı olma durumunu iyileştirmek için değil, aynı zamanda zamanın ihtiyaçlarına uygun iyileştirmeler yapmak için bir fırsat sağlamıştır (UNESCO vd., 2010:63,64).

Görsel 6. Norveç Bergen Kenti (INTERBUS, 2014).

4.7. Politik Faktör

Oloruntoba'ya (2005) göre politik faktör, siyasi durumdan siyasi partilere ve politikacılara kadar politikle ilgili her şeyi içermektedir. Krizler ve siyasi kargaşa, afet yönetim sistemi ve uygulayıcılarına, kötü şekilde yansımaktadır (Seneviratne vd., 2011:387). Afet yönetim sistemi için politika anlamı, politik sisteminin gösterdiği önem ve içerisindeki politikacılardır. Ulusal düzeyde afet yönetim kurumları ile afet durumlarında destek sağlayabilecek başarılı deneyimlere sahip diğer ülkeler arasındaki bilgi alışverişinin kalitesinde siyasi irade büyük rol oynamaktadır (Korkut, 2019:98,99).

Pathirage ve diğerleri'ne göre (2014), siyasi faktörün çeşitli faktörlerin temelini oluşturduğunu ve onları doğrudan etkilediğini, yasal, yönetim, sosyal ve diğer faktörler gibi genel olarak ülkenin yönetiminden sorumlu olduğunu söylemektedir (Korkut, 2019:98). Dilek Ozcilan ve Erman Coşkun (2008) tarafından hazırlanan modele göre, aşağıda belirtilen bu faktörlerin her biri afet yönetiminin başarısına katkıda bulunmaktadır: hükümet türü, adli makamlar, siyasi hiyerarşi, ülkenin siyasi kültürü, yasal girişimler, siyasi irade, tüzük ve yönetmelik ve kuralların uygulanması, uluslararası toplum ve yardım kuruluşları ile ilişkiler. (Ozceylan ve Coskun, 2008:379). Hükümet, ülkeyi uluslararası sözleşmelerde temsil eden ana taraftır ve bu da onu kültürel mirasın afetlere karşı korunması ve yönetiminden birincil sorumlusu kılmaktadır (UNESCO vd., 2010:19).

Goodin ve diğerleri'ne göre (2008) Kültürel mirasın afetlere karşı yönetilmesinde hükümetin en önemli rolü, paydaşlar arasındaki çalışmaları yöneten politikalar ve yasalar oluşturmaktır (Lennox, 2016:118,119).

Vigan City Resmi Web Sitesine göre (2007) Filipinler'deki tarihi Vigan şehri **(Görsel 7.)**, eşsiz kültürel ve tarihi önemi nedeniyle 1999 yılında Dünya Mirası Listesi'ne dahil edilmiştir. Şehir aktif depremlerin ve volkanların olduğu bir bölgede yer alır ve tarihi binaları yangınla baş edemez. Şehir yönetimi, belediye başkanının gözetiminde, beklenen afetleri karşılamak için afete hazırlık sistemini iyileştirmek için planları hazırlayarak çeşitli girişimlerde bulunmuştur (UNESCO vd., 2010:50,51).

Görsel 7. Vigan Şehri Eski Tuğla ve Ahşap Evleri (UNESCO, 1999).

Devletin kültürel mirasın seçici bir şekilde korunması yoluyla seçilen kısmını koruduğu ve geri kalanını ihmal nedeniyle kasıtlı veya kasıtsız eylemlerle yok ettiği afet yönetim sisteminin başarısında veya başarısızlığında devletin önemli bir rolü vardır; Öyleyse seçilen kültürel mirasın ulusun kültürel kimliğini yansıtması her zaman doğru olmayabilmektir. Örneğin, Otoriter hükümetler söz konusu olduğunda lider, koruma politikalarını kontrol edererk değerli mirasın yok edilmesine yol açabilecektir (Rossi, 2013:2,3).

2001 yılında Afganistan'daki Taliban hükümeti, iki büyük Buda heykellerin yok edilmesi **(Görsel 8.)** liderlerinin politik inançlarını yansıtmaktadır. Afganistan örneği mirasın kasıtlı bir yıkım örneği olarak ortaya çıkmaktadır (Rossi, 2013:8,9,10).

Görsel 8. 2001 Yılında Bamyan Buda Heykelleri Taliban Tarafından Yıkımı (MEPA, 2021).

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Afetler önceden tahmin edilemese de zararlarını en aza indirmek için modern bilimleri kullanılarak önlem alınması mümkündür. Bu nedenle, afetlerin etkilerini bilinçli bir şekilde hazırlamak ve azaltmak için bir afet yönetim sistemine sahip olmak önemlidir; Örneğin şehir plancılarının karar verdiği alanlarda (fay hatları gibi) dikkatli hareket etmek gibi ve doğaya rağmen değil, doğa ile uyumlu yapılaşmayı sağlamak (su yatakları ve vadi tabanlarında yapılaşmamak, derelerin yataklarını değiştirmemek, taşkın sınırlarına dikkat etmek gibi). Kültürel mirasın önemi ve onu tehdit edebilecek tehlikelerden korunmaları konusunda küresel bir kabul olmasına rağmen, birçok ülkede afet yönetiminin uygulanmasında başarısızlık ve sorunlar görmekteyiz.

Siyasi, yasal ve idari faktörler gibi birçok faktörün önemi, diğer tüm faktörlerle bağlantılı oldukları için not edilmiştir. Siyasal irade açısından siyasal faktör, sistemin etkinleştirilmesinde veya yok sayılmasında büyük rol oynamaktadır. Teknolojik faktör, kültürel mirasın afet öncesi korunmasına yönelik yöntemlerin geliştirilmesinde rol oynar ve afet sonrası restorasyonuna yardımcı olmaktır. İdari ve politik faktörler, uluslararası kuruluşların kültürel mirasın korunmasındaki rolünü doğrudan etkisi vardır. Kültürel mirasta afet yönetimi için hazırladığımız kritik faktörlerin modeli, bu sistemin değerlendirilmesine ve geliştirmesine yardımcı olabilmektedir.

Bu çalışmada, her bir faktörden kültürel mirasla ilgili en önemli noktaları içeren bir model hazırlanmıştır **(Tablo 1.)**. Bu model ile belirli bir bölge veya ülkedeki kültürel mirasa yönelik afet yönetim sisteminin başarı ve başarısızlığının nedenlerini incelemesine olanak sağlanacağı öngörülmektedir.

Tablo 1. Kültürel Mirasta Afet Yönetim Sistemi Değerlendirme Modeli.

Çevresel	Beklenen afetlerin farklı türleri. Kültürel mirasın restorasyonda çevresel sürdürülebilirliğin dikkate alınması. Doğaya uyum sağlayarak dikkate alınması ve ona zarar verilmemesi.
Teknolojik	Bilgi ve iletişim afet yönetiminin her aşamasında teknolojisinin kullanılması. Kültürel miras ilkelerini dikkate alarak yapısal tedbirlerin uygulanması. Tarihi alanlarda koruma ve erken uyarı sistemlerinin uygulanması. Kültürel miras hakkında bilgi yaymasında dijital teknolojinin kullanılması.
Sosyal	Afet yönetimi ve kültürel miras konusunda farkındalık ve eğitimin artırılması. Kültürel mirası afetlerden korunması hakkında topluma eğitim verilmesi. Yaşam standardını iyileştirilmesi. Topluluğun, kültürel miraslarıyla ilgili deneyimlerinden yararlanması.
Ekonomi	Kültürel mirası için devletten yada diğer taraflardan maddi kaynak tahsis edilmesi. Kültürel mirası korumak için afet öncesi mali önlemler alınması. Kültürel mirasın rehabilitasyonu için bütçe ayrılması.
İdari	Kültürel miras için afet yönetim kurumlarının idari yapısı. Hükümet ve uluslararası kuruluşlarla ilişkiler kurulması. Sivil toplumu mirasla ilgili gönüllü çalışmalara dahil etmeyi planlanması. Bu alanda çalışan teknisyenlerin deneyimi ve niteliklerine sahip olması. Yönetimin tüm aşamalarında kültürel mirası için bilgi platformu oluşturulması. Kültürel miras için afet yönetimini destekleyen lojistik hizmetler olması.
Yasal	Mirasın ne olduğunu tanımlayan ve korunmasını destekleyen yasalar bulunması. Her aşamada ve düzeyde afet yönetimin kolaylaştıran yapısal yasalar bulunması. Yasalar, teknolojik gelişmeye uygun esnek, ölçeklenebilir olması. Kültürel mirasları ile ilgili yasaların çıkarılmasına topluluğun dahil edilmesi. Yasaların yürütme denetimine sahip olması.
Politik	Ülkenin siyasi durumu ve siyasi istikrarı. Kültürel miras açısından hükümet tipi ve siyasi ideoloji. Kültürel miras için afet yönetimi alanında siyasi irade ve taahhüt. Bilgi alışverişi için sivil ve uluslararası kuruluşları ile ilişkileri desteklenmesi.

KAYNAKLAR

AFAD (2014). Açıklamalı Afet Yönetimi Terimleri Sözlüğü. Ankara: T.C. Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı. (S:33)

AKYEL, R. (2007) Afet Yönetim Sistemi: Türk Afet Yönetiminde Karşılaşılan Sorunların Tespit ve Çözümüne İlişkin Bir Araştırma, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, Adana. (S:24,31)

ALARABY. (2019). Teknoloji ve Kültürel Miras: Arkeolojinin Yeni Bir Yüzü, 2019, https://www.alaraby.co.uk/"التكنولوجيا-والتراث-الثقافي"-وجه-جديد-للأركيولوجيا

BBB. (2015). Dünya Miras Alanları'na maddi destek sağlanıyor mu?, http://alanbaskanligi.bursa.bel.tr/3-dunya-miras-alanlarina-maddi-destek-saglaniyor-mu/

BYER, A. (2017). The Importance of Law in Cultural Heritage Protection: A conversation with Amanda Byer, https://www.universiteitleiden.nl/nexus1492/news/the-importance-of-law-in-cultural-heritage-protection-a-conversation-with-amanda-byer

CEBECİ, H. İ. ve KORKUT, Y. (2021). "Determination Of The Critical Success Factors İn Disaster Management Through The Text Mining Assisted Ahp Approach", Sakarya University Journal of Computer and Information Sciences, 2021 (1): 50-72. (S:51)

CLARK, A. (2020). The Role Of Technology In Preserving And Recovering Our Cultural Heritage, https://www.linkedin.com/pulse/role-technology-preserving-recovering-our-cultural-archie-clark-ba

COPPOLA, D. P. (2011) Introduction to International Disaster Management, Second Edition, Elsevier, Burlington. (S:2)

DARDAR, J. (2020), The Resurrection of Agadir Oufella, a Lost Moroccan Landmark, https://www.moroccoworldnews.com /2020/09/318052/the-resurrection-of-agadir-oufella-a-lost-oroccan-landmark

DRDACKY, M., BINDA, L., HERLE, I., LANZA, L.G. ve MAXWELL, I. (2007) Protecting The Cultural Heritage From Natural Disasters, European Parliament, Brussels, European Parliament. https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/etudes/join/2007/369029/IPOL-CULT_ET(2007)369029_EN.pdf 15.12.2021 (S:43)

ERKAN, A. (2010) Afet Yönetiminde Risk Azaltma ve Türkiye'de Yaşanan Sorunlar, DPT Uzmanlık Tezleri, Yayın No: 2812, Ankara. (S:46)

FEMA (2004). Final Book Outline For Case Studies in Emergency and Risk Management, Yayın No: E393172Y, Washington. (S:1)

GLINSKI, M. (2015). How Warsaw Came Close to Never Being Rebuilt, https://culture.pl/en/article/how-warsaw-came-close-to-never-being-rebuilt

HOSKING, N. (2021). Global Heritage Fund's Project in Morocco Considered for UNESCO Inscription, https://globalheritagefund.org/2021/06/24/global-heritage-fund-morocco-unesco-inscription/

IBRD. (2014). Natural Disasters in The Middle East and North Africa: A Regional Overview, The World Bank, Washington. http://www.zaragoza.es/contenidos/medioambiente/onu/1316-eng_Natural_disasters_in_the_Middle_East_and_North_Africa_a_regional_overview.pdf , (S:22)

IFRC. (2020). Protection and Inclusion:The Importance of Disaster Law and Policy, https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/ProtectionInclusion-_The-importance-of-Disaster-Law-and-Policy-LR-Final.pdf, (S:2)

INTERBUS. (2014). Bergen Gezi Rehberi, https://www.interbustur.com/?s=Bergen

JELINCIC, D. ve SVEB, M. (2021) Financial Sustainability Of Cultural Heritage: A Review of Crowdfunding in Europe, Journal of Risk and Financial Management. (S:2)

KADIOĞLU, M. (2008) Modern, Bütünleşik Afet Yönetimin Temel İlkeleri; KADIOĞLU, M. ve ÖZDAMAR, E., (editörler), "Afet Zararlarını Azaltmanın Temel İlkeleri"; s. 1-34, JICA Türkiye Ofisi Yayınları No: 2, Ankara. (S:2)

KORKUT, Y. (2019) Afet Yönetiminde Kritik Başarı Faktörlerini Belirlemek İçin Analitik Hiyerarşi Prosesi Ve Metin Madenciliği Destekli Bir Model Önerisi, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi İşletme Enstitüsü, Sakarya. (S:49,53,54,61,66,67,77,87, 98,99,102)

LENNOX, R. (2016) Heritage and Politics in The Public Value Era an Analysıs of The Historic Environment Sector, The Public, and The State in England Since 1997, Doktora Tezi, University of York Archaeology, York. (S:118,119)

MANGIR, K. (2020) "Unesco Dünya Kültür Mirası Ve Türkiye: İzmir Özelinde Bir Değerlendirme", https://kalkinmaguncesi.izka.org.tr/index.php/2020/11/11/unesco-dunya-kultur-mirasi-ve-turkiye-izmir-ozelinde-bir-degerlendirme/

MCCOUAT, P. (2015). Bernardo Bellotto and The Reconstructıon of Warsaw, http://www.artinsociety.com/bernardo-bellotto-and-the-reconstruction-of-warsaw.html

MEDAK. (2017). Dünyada Afet Yönetimi ve Gelişimi, www.medak.org.tr›faydali-bilgiler›dunyada-afet yonetimi-ve-gelisimi/

MEPA. (2021). Mart 2001: Bamyan Buda heykelleri Taliban tarafından yıkıldı, https://www.mepanews.com/mart-2001-bamyan-buda-heykelleri-taliban-tarafindan-yikildi-34641h.htm, 16.12.2021

OECD. (2017). OECD REVİEW OF RİSK MANAGEMENT POLİCİES MOROCCO, https://www.oecd.org/gov/oecd-review-of-risk-management-policies-morocco-9789264276482-en.htm, 01.12.2021

OZCEYLAN, D. ve COSKUN, E. (2008). "Defining Critical Success Factors For National Emergency Management Model and Supporting the Model with Information Systems", ResearchGate, 2014, 376-383. (S:376,379,380)

PATHIRAGE, C., SENEVIRATNE, K., AMARATUNGA, D., HAIGH, R. (2014). Knowledge factors and associated challenges for successful disaster knowledge sharing : Global Assessment Report input paper (GAR 2015), Research Report, UNISDR. (S:8,9,10,13,14)

ROSSI, L. (2013) The Politics of Selective Preservation: a Study of Causes and Consequences of Cultural Heritage Destruction During Peace, The Cases of Afghanistan, Egypt and Libya, Yüksek Lisans Tezi, Master of Arts Graduate Program in Art History, New Brunswick, New Jersey. (S:2,3,8,9,10)

SAFAE, L. (2017). Developing A National "Integrated" Risk Management Strategy for The Government of Morocco, ResearchGate, 2017, 376-383. (S:1,2,3)

SENEVIRATNE, K., BALDRY, D. ve PATHIRAGE, C. (2011). Disaster Knowledge Factors in Managing Disasters Successfully, International Journal of Strategic Property Management 2011 (14):376-390. (S:381,387)

STANTON, G. Z. ve SOZ, S. A. (2017) Promoting Disaster Resilient Cultural Heritage, World Bank Group (S:1)

STORM (2016) Safeguarding Cultural Heritage Through Technical and Organisational Resources Management, D1.1: Current Practice For Management and Conservation of Cultural Heritage, TUSCIA. http://www.storm-project.eu/wp-content/uploads/2017/04/D1.1-Current-practice-for-management-and-conservation-of-Cultural-Heritage.pdf 30.11.2021 (S:163)

UNDRR. (2015). What is the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction, https://www.undrr.org/implementing-sendai-framework/what-sf

UNESCO, ICCROM, ICOMOS ve IUCN (2010) Managing Disaster Risks for World Heritage. Paris, UNESCO World Heritage Centre. http://whc.unesco.org/en/managing-cultural-world-heritage/ (S:17,18, 19,20,35,36,50,51,63,64)

UNESCO. (1999). Historic City of Vigan, https://whc.unesco.org/en/list/502/

UNESCO. (2014). Historic Centre Of Warsaw, http://whc.unesco.org/en/list/30/

UNESCO. (2015). Reducing Disaster Risk at World Heritage Properties, https://whc.unesco.org/en/disaster-risk-reduction/

UNESCO. (2019). Historic City of Ayutthaya (Thailand) https://whc.unesco.org/en/soc/3958

UNISDR. (2011). Proceedings of the Third Session of the Global Platform for Disaster Risk Reduction and World Reconstruction Conference, Global Platform for Disaster Risk Reduction, Geneva, Switzerland. (S:48)

ÜNAL, Z., G. (2014) Kültürel Mirasın Korunması, İSMEP Rehber Kitaplar, İstanbul.(S:17,20, 21, 22, 23)

WMF. (2019). Ayutthaya and Other Flooded Sites https://www.wmf.org/project/ayutthaya-and-other-flooded-sites

ZIVRALI,İ. ve CABBAR,N.Ü.(2015). Kültür Varlıklarında Risk Yönetimi; Gelişimi, Güncel Durum ve Öneriler. 5.Tarihi Eserlerin Güçlendirilmesi ve Geleceğe Güvenle Devredilmesi Sempozyumu. s:155-169 (S:156,157)

Presentation ID / Sunum No= 42

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0000-0003-0365-685X

Mimaride Uyarlanabilirlik Stratejilerinin ve Stratejiler Arası İlişkilerin Ortaya Konması

Arş. Gör. Hatice Özler[1], Doç. Dr. Başak Güçyeter[2]

[1]*Atatürk Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Mimarlık Bölümü, hatice.ozler@atauni.edu.tr*

[2]*Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, bgucyeter@ogu.edu.tr*

Özet

Toplumsal, ekonomik, çevresel değişimler ve teknolojik gelişmelerin kentsel mekân ve yapılar üzerinde önemli etkileri olmaktadır. Binaların kullanım ömürleri genellikle bu değişim ve gelişmeleri karşılayamadıkları için yapısal ömürlerinden daha kısa olmaktadır (Slaughter, 2001). Toplumsal, çevresel, kentsel farkındalığın artması, değişimin doğasının ve hızının sürekli değişmesi gibi faktörler değişime uyum sağlayan uyarlanabilir yapılara olan talebi artırmaktadır. Literatürde yapılarda uyarlanabilirlik seviyesini artırmak için çok sayıda strateji önerilmektedir. Bu stratejiler arasında aynı hedefe hizmet eden bazı stratejiler farklı kaynaklarda terminolojik olarak farklılaşmaktadır. Bu durum stratejilerle ilgili anlam karmaşası yaratmakta ve kavramların anlaşılmasını zorlaştırmaktadır. Bu kapsamda bu çalışmada meta analizi yapılarak uyarlanabilirlikle ilgili stratejiler araştırılmış ve kullanım sıklıkları saptanmıştır. Sırasıyla esneklik, genişleyebilirlik, sökülebilirlik, hareketlilik, kapasite üstü tasarım, dönüştürülebilirlik, yeniden kullanım, bağımsızlık, modülerlik ve yeniden donatılabilirlik kaynaklarda en fazla geçen uyarlanabilirlik stratejilerdir. Bu stratejiler temel stratejiler kabul edilmiş ve diğer stratejilerle ilişkilendirilerek terminolojik karışıklık giderilmeye çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Uyarlanabilirlik, Esneklik, Uyarlanabilirlik Stratejileri, Değişim

Revealing the Adaptability Strategies in Architecture and Relations Between Strategies

Abstract

Social, economic, environmental changes and technological developments have significant effects on urban space and structures. The lifespans of the buildings is generally shorter than their structural life as they cannot meet these changes and developments. Factors such as the increase in social, environmental, urban awareness, the constant change in the nature and speed of change increase the demand for adaptable structures that adapt to change. In the literature, many strategies

are suggested to increase the adaptability level in structures. This situation creates confusion about the strategies and makes it difficult to understand the concepts. In this context, strategies related to adaptability were investigated by meta-analysis in this study and their frequency of use was determined. In that order flexibility, extensibility, detachability, mobility, over-capacity design, convertibility, re-use, independence, modularity and re-equipability are the adaptability strategies most frequently mentioned in resources. These strategies were accepted as basic strategies and the terminological confusion was tried to be eliminated by associating them with other strategies.

Keywords: Adaptability, Flexibility, Adaptability Strategies, Change

1.GİRİŞ

Teknolojik gelişmeler, ekolojik farkındalıklar, ekonomik ve toplumsal önceliklerin farklılaşması yapılı çevrenin farklı ölçeklerde değişimini gerektirmektedir. Kullanıcı ihtiyaçlarının değişimi ve zamanla yapıların kullanım performansının düşmesi eskime ve terk edilme ihtimalini yaratmaktadır. Kent yaşamına aktif olarak katılamayan mekanlar bulundukları bölgede fiziksel ve toplumsal güvenlik açığı yaratmakta ve kaynakların israf edilmesine sebep olmaktadır. Kaynakların verimli kullanılmaması hem ekonomik hem de ekolojik açıdan sürdürülebilir olmamakla birlikte kentlerin tarihsel sürekliliğini de kesintiye uğratmaktadır. Toplumsal, çevresel, kentsel farkındalığın artması, değişimin doğasının ve hızının sürekli değişmesi gibi faktörler değişime uyum sağlayan uyarlanabilir yapılara olan talebi artırmaktadır.

Literatürde uyarlanabilirlik disiplinler arası bir alanda ele alınmakta dolayısıyla kavrama ilişkin farklı tanımlamalar ortaya konmaktadır. Uyarlanabilirlikle ilgili net bir tanımın olmaması kavramın anlaşılmasını güçleştirmekte ve pratikte işlevsel olmayan uyarlanabilir özelliklerin binalara dahil edilme olasılığını artırmaktadır (Pinder vd., 2017).

Schnadelbach' e göre uyarlanabilirlik mimarlık, sanat, mühendislik ve bilgisayar bilimlerinin kapsamında olup çevreye, kullanıcıya ve nesnelere uyum sağlamadır (Schnadelbach, 2010). Ross vd. ise uyarlanabilirliği değiştirilebilirlik, genişletilebilirlik, sökülebilirlik, yeiden tasarlanabilirlik kolaylığı olarak tanımlamaktadır (Ross vd., 2016).

Schmith vd.ne göre uyarlanabilirlik binanın değişen talepleri karşılama kapasitesidir. Yapılı çevre zamandan soyutlanmış durgun ve bitmiş işlerden öte farklı ölçekteki değişimlere karşılayacak şekilde sürekli gelişim göstermelidir. Bu kapsamda mimari dinamik etkileşimi destekleyen ve dönüşümü kapsayan bir fiil olarak düşünülebilir (Schmith vd., 2010). Eguchi vd. de Schmith' le benzer bir yaklaşımla uyarlanabilirliğin zaman ve katmanlarla ilgili bir tasarım kararı olduğunu savunmaktadır. Biçim ve işleve dayalı mimariden ziyade zamana dayalı mimari tercih edilmelidir (Eguchi vd., 2010).

Mimarlık literatüründe esneklik ve uyarlanabilirlik kavramları birbirinin yerine kullanılmakta ya da biri diğerinin alt stratejisi olarak geçmektedir. Schneider ve Till (2005) uyarlanabilirliği farklı sosyal kullanımlara uygunluk, esnekliği ise farklı fiziksel düzenlemelere uygunluk olarak tanımlamaktadır. Douglas' a göre uyarlanabilirlik yapının değişen gereksinimleri karşılamak için işlev, kapasite ve performansındaki değişiklikler olmakta esnekliği ise dönüştürülebilirlik, sökülebilirlik ve genişletilebilirlik gibi alt kriterlerle açıklamaktadır. Literatürde genellikle esneklik iç mekandaki fiziksel değişimler gibi daha küçük ölçekli bir kavram olarak ele alınmaktadır.

2.MİMARİDE UYARLANABİLİRLİK STRATEJİLERİ

Yapılarda uyarlanabilirlik sağlamak için literatürde çok sayıda strateji önerilmektedir. Bu stratejilerin bir derlemesini yapan Manewa vd. (2013) meta analiz yöntemini kullanarak bazı uyarlanabilirlik stratejileri belirlemiştir. Bu çalışmada Manewa'nın irdelediği literatür kapsamı

genişletilerek bu stratejilere eklemeler yapılmıştır. Çizelge 1' de sunulduğu gibi literatürde geçen uyarlanabilirlik stratejilerinin kullanım sıklığı belirlemek için terminolojik bir irdeleme yapılmıştır. Literatürde uyarlanabilirlikle ilgili 45 strateji ifade edilmekte ve bunlar 199 defa belirtilmektedir. Grafiğe göre 33 kaynağın 21' inde bahsedilerek %10,6 kullanım yoğunluğuna sahip esneklik/çok yönlülük olmuştur. Kaynaklarda sadece 1 kez bahsedilerek %0,50 kullanım yoğunluğuna sahip stratejiler ise bölümlenebilirlik, tamir edilebilirlik, yenilenebilirlik, akıllılık ve denetlenebilirliktir (Çizelge 1).

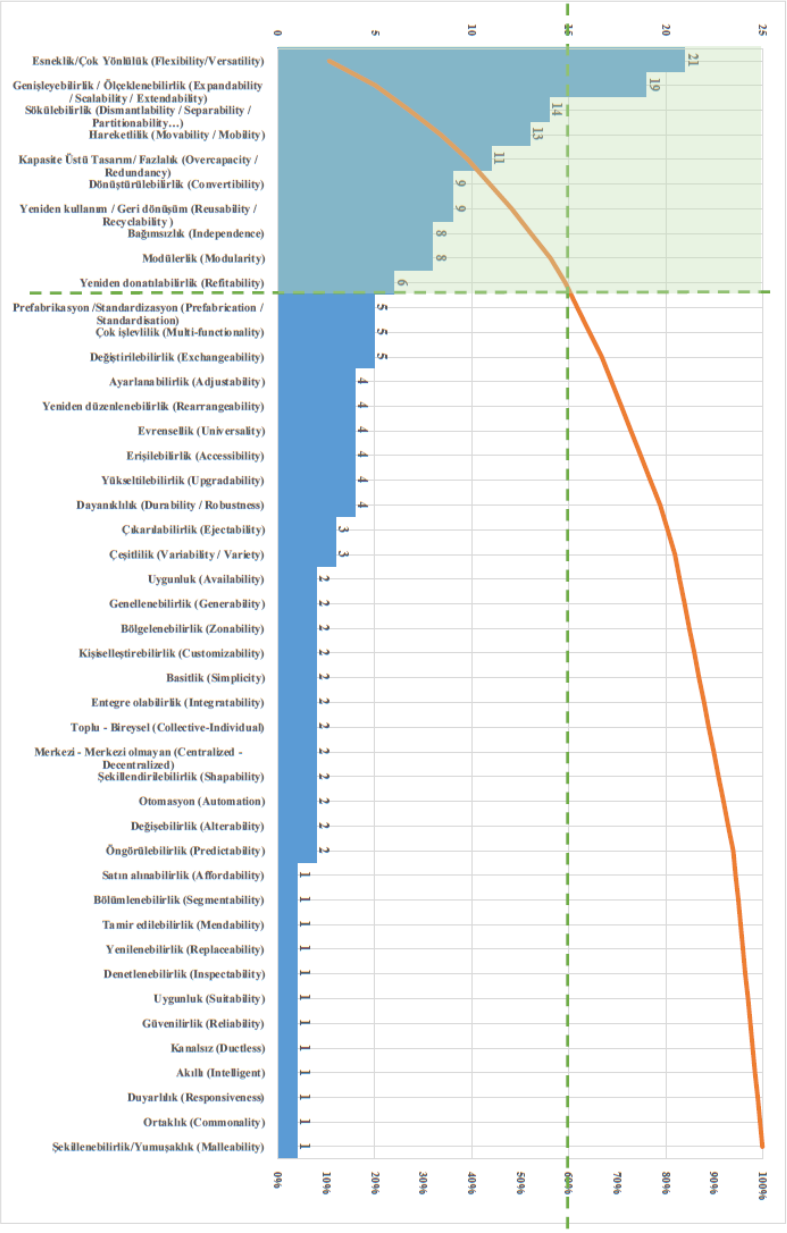
Çizelge 1. Literatür Taramasında Belirlenen Uyarlanabilirlik Stratejileri

TASARIM STRATEJİSİ	Gann ve Barlow (1996)	Robertson ve Shihar (2002)	Arge (2005)	Douglas (2006)	Verveij ve Poelman (2006)	3DReid (2006)	Geraedts(1998)	Pati, Harvey ve Cason(2008)	Gijsbers vd. (2009)	Conejos, Langston ve Smith (2014)	Abdullah ve Al-Alwan (2019)	Gu vd. (2004)	Kincaid (2000)	Asbolt (2011)	Slaughter (2001)	Keymer (2000)	Ross vd. (2016)	Macceamor (2008)	Geraedts(2008)	Blackstad(2001)	Finch(2009)	Schmidth vd. (2010)	Maneva vd. (2013)	Egnehi vd. (2011)	Hagy ve Balay (2014)	Beadle vd. (2008)	Larssen ve Bjorberg (2004)	Russel ve Moffat (2001)	Kanada ipotek ve konut şirketi (CMHC)	Graham (2005)	Sutherland (1985)	Rush (1986)	Hasheiman (2006)	TOPLAM (33)
Genellenebilirlik (Generability)			x																								x							2
Esneklik/Çok Yönlülük (Flexibility/Versatility)			x	x	x	x		x	x	x		x	x	x								x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	21
Genişleyebilirlik/ Ölçeklenebilirlik (Extendability/ Expandability/Scalability)		x	x	x		x	x	x	x					x					x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x					19
Dönüştürülebilirlik (Convertibility)				x		x		x	x					x							x	x	x					x						9
Sökülebilirlik (Dismantlability/Separability/PartP Partitionability/ Disconnectability/ Disassemblability/ Deconstructibility)		x		x			x		x	x					x	x	x		x	x	x							x	x	x				14
Prefabrikasyon/Standardizasyon (Prefabrication/ Standardisation)	x								x		x				x	x																		5
Kapasite üstü tasarım/ Fazlalık (Overcapacity/ Redundancy)	x						x						x		x	x	x	x	x	x									x	x				11
Hareketlilik (Movable/ Mobility)	x					x	x		x		x			x					x	x		x	x	x	x	x								13
Yeniden düzenlenebilirlik (Rearrangeability)	x						x												x	x														4
Yeniden kullanım/ Geri dönüşüm (Reusable/ Recyclable)		x		x		x			x		x						x							x	x	x				x				9
Yeniden donatılabilir (Refitable)						x																x	x	x	x	x								6
Çok işlevlilik (Multi-functional)							x						x						x	x									x					5
Entegre olabilirlik (Integratable)		x																	x															2
Evrensellik (Universality)							x							x					x	x														4
Modülerlik (Modularity)			x				x		x			x		x			x		x	x														8
Çıkarılabilirlik (Ejectable)							x								x	x																		3
Değiştirilebilirlik (Exchangeable)							x								x	x			x	x														5
Kişiselleştirme (Customization)												x																					x	2
Yükseltme (Upgrading)												x																x	x				x	4
Çeşitlilik (Variability/Variety)												x		x																			x	3
Bölgelenebilir (Zonable)																			x	x														2
Uygunluk (Availability)																								x	x	x								3
Ayarlanabilirlik (Adjustability)																			x	x		x	x											4
Dayanıklılık (Durability/Robustness)																				x								x	x		x			4
Erişilebilirlik (Accessibility)															x	x	x											x	x					4
Satın alınabilirlik (Affordability)																													x					1
Basitlik (Simplicity)																												x	x					2
Bağımsızlık (Independence)					x						x				x	x	x																	8
Toplu-bireysel (Collective-individual)																			x	x														2
Merkezi-Merkezi olmayan (Central-Decentral)																			x	x														2
Şekillendirilebilirlik (Shapable)																			x	x														2
Bölümlenebilirlik (Segmentability)																																	x	1
Tamir edilebilirlik (Mendability)																															x			1
Yenilenebilirlik (Replaceability)																															x			1
Denetlenebilirlik (Inspectability)																															x			1
Uygunluk (Suitability)																																x		1
Güvenilirlik (Reliability)																																x		1
Kanalsızlık (Ductless)																			x															1
Akıllı (Intelligent)																			x															1
Otomasyon (Automation)										x									x															2
Değişebilir (Alterable)																			x	x														2
Duyarlılık (Responsiveness)													x																					1
Öngörülebilirlik (Predictability)														x	x																			2
Ortaklık (Commonality)																x																		1
Şekillenebilirlik/Yumuşaklık(Malleable)																				x														1

3.UYARLANABİLİRLİK TEMEL STRATEJİLERİN BELİRLENMESİ VE DİĞER STRATEJİLERLE İLİŞKİSİ

Uyarlanabilirlik stratejileri birbirinden kesin sınırlarla ayrılmamaktadır. Stratejilerin birbiriyle ilişkisini ortaya koymak için kaynakların %60' ından fazlasında geçen kavramlar temel strateji olarak kabul edilmiş ve kalan stratejiler temel stratejilerle ilişkilerine göre eşleştirilmiştir. Temel stratejilerin belirlenmesinde aynı yüzdeliğe sahip stratejiler arasında bir seçim yapmak için ayırıcı bir veri bulunmadığı için %60 oranı alt sınır olarak kabul edilmiştir. Temel stratejileri belirlemek için stratejilerin kullanım yoğunluğunu gösteren histogram/pareto analizi Şekil 1' de sunulmuştur. Şekil 1' e göre kaynakların %60' ından fazlasında bahsedilen toplam 10 strateji sırasıyla esneklik, genişleyebilirlik, sökülebilirlik, hareketlilik, kapasiteüstü tasarım, dönüştürülebilirlik, yeniden kullanım, bağımsızlık, modülerlik ve yeniden donatılabilirliktir.

Şekil 1. Literatürde Saptanan Uyarlanabilirlik Stratejlerinin %60'ından Fazlasını Açıklayan İfadelerin Dağılımı



Kullanım yoğunluğu en fazla olan strateji esneklik/çok yönlülük olmuştur. Esneklik ve uyarlanabilirlik terimleri çoğunlukla karıştırılmakta ve birbirinin yerine kullanılmaktadır (Asbolt, 2011; Manewa vd., 2016). Geraedts' a (2008) göre esneklik uyarlanabilirliği tanımlamada temel bir stratejidir.

Blackstad (2001) esnekliği uyarlanabilirliğin alt stratejisi olarak kabul etmekte ve sökülebilirlik, yeniden düzenlenebilirlik, ayarlanabilirlik, değiştirilebilirlik, değişebilirlik, hareketlilik, şekil verilebilirlik ve modülerlik üzerinden tanımlamaktadır. Birçok kaynakta esneklik iç mekânın dönüştürülmesi olarak kabul edilmekte (Hagy ve Balay, 2014) ve uyarlanabilirliğe göre daha küçük ölçekteki değişimler olarak görülmektedir (Russel ve Moffat, 2001). Esneklik bazı kaynaklarda da çok yönlülük kavramına karşılık gelmektedir (Schmidt vd., 2010).

Kaynaklarda en fazla bahsedilen ikinci strateji ölçeklenebilirliktir. Ölçeklenebilirlik mekân boyutlarındaki değişimi ifade etmek için kullanılmaktadır (Eguchi vd., 2011; Adaptable Future Project, 2021). Binaya eklemeler yapılarak yapı alanı genişletilebildiği gibi çıkarmalar yapılarak da daraltılabilir (Larssen ve Bjørberg, 2004). Blackstad' e (2001) göre ölçeklenebilirlik binanın yatayda veya dikeyde genişleme veya sökülme yeteneğidir.

Sökülebilirlik yapının hızlı bir şekilde parçalara ayrılmasıdır (Geraedts, 1998; Douglas, 2006). Sökülebilir yapılar uzun kullanım ömrüne sahiptir ve gevşek bir tasarımın göstergesidir (Graham, 2005). Diğer yapı elemanlarına zarar verilmeden yapının parçalara ayrılması sökülen parçaların yeniden kullanım potansiyelini artırdığı için atık miktarını da azaltmaktadır (Russel ve Moffat, 2001; Ross vd., 2016). Prefabrikasyon ve kuru bağlantılar binaların sökülebilirlik seviyesini yükseltmektedir.

Hareketlilik bina ve yapı bileşenlerinin taşınabilirliğini ifade etmek için kullanılmaktadır (Geraedts,1998; Manewa vd., 2013). Prefabrik elemanların kullanımı, hareketli bölücüler ve tefriş elemanları binaların hareketliliğine katkı koymaktadır (Abdullah ve Al-Alwan, 2019).

Kapasite üstü tasarım değişim sıklığı az olan strüktür ve temeller gibi yapı elemanlarının değişen ihtiyaçları karşılamak için yüksek dayanımda tasarlanmasıdır (Ross vd., 2016). Kat yüksekliği ve servis hacimlerinin de gerekli olandan büyük tasarlanması binaların uyarlanabilirlik seviyesini artırmaktadır (Maccreanor, 2008).

Dönüştürülebilirlik binanın farklı işlevlerle kullanılmasıdır (Schmidth vd., 2010; Manewa, 2016). Finch' e göre dönüştürülebilir mekanlarda işlev değişimi aynı zamanda daha az maliyetli olmalıdır (Finch,2009).

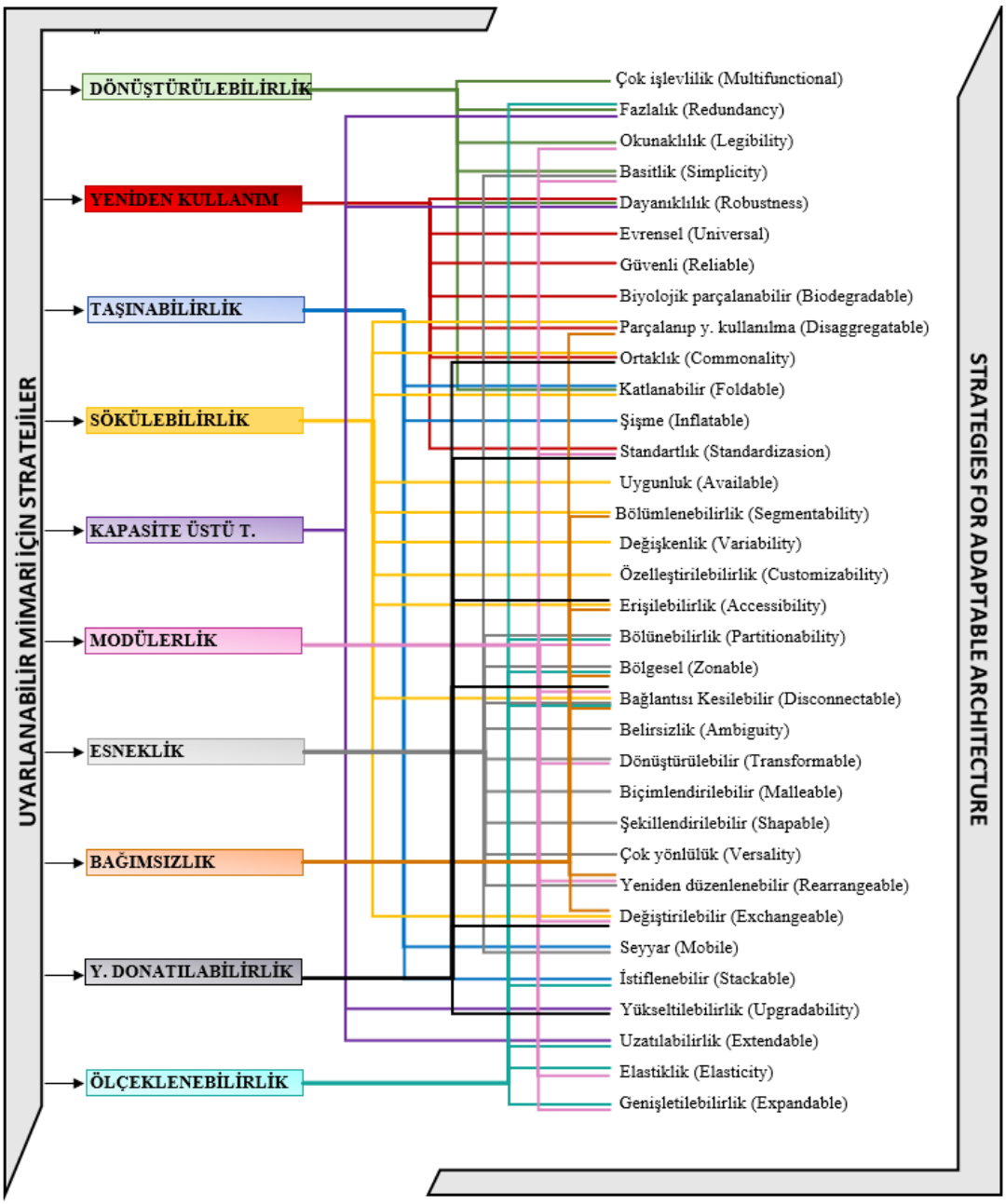
Yeniden Kullanım bina bileşenlerinin yeniden kullanılması, yeniden kullanılamayacak bileşenlerin ise geri dönüştürülerek yeniden üretilmesidir (Eguchi vd., 2011; Schmidth vd., 2010). Standardizasyon, prefabrikasyon, esnek bağlantılar ve sökülebilirlik yapı elemanlarının yeniden kullanımını destekleyen faktörlerdir (Graham, 2005; Douglas, 2006; Abdullah ve Al-Alwan, 2019).

Bağımsızlık yapı elemanlarının diğer elemanlara zarar verilmeden değişimidir (Russel ve Moffat, 2001). Bunu sağlamak için sistem ve bileşenlerin fiziksel ve işlevsel olarak ayrılması gerekmektedir (Ross vd., 2016). Farklı sistemleri ayrı alanlarda düzenlemek, yapıyı katmanlara ayırmak ve bileşenler arasındaki bağlantıları basitleştirmek sistem içi ve sistemler arası etkileşimleri azaltmakta ve böylece sistemler birbirinden bağımsızlaştırılmaktadır (Slaughter, 2001).

Modülerlik bütünün geri kalanından kısmen bağımsız alt birimlerdir. Kümelenme teknikleri ile modüler birimler bir hiyerarşi içinde bir araya getirilebilir. Kümelenme teknikleri modüllerin bir araya gelme şekillerini, modüllerin birbiriyle ilişkisini ve ara yüz tasarımlarını sistematikleştirmektedir (Gu vd., 2004). Modülerlik ve ortaklık kavramları arasında benzerlik olsa da ortaklıkta modül sayısında farklılaşmalar görülmektedir. Ancak modüler tasarımda bileşen boyutlarında belli bir standartlık söz konusudur (Ross vd., 2016).

Yeniden donatılabilirlik küçük birimlerden oluşan değiştirilebilir sistem bileşenlerinde olduğu gibi yapı parçalarının değiş tokuşudur (Geraedts,1998). Yer değiştirebilen küçük birimlerden kümeli alt sistemler oluşturularak gereksinimlere göre sistemde değişim, ekleme ve çıkarmalar yapılabilir. (Slaughter, 2001).

Şekil 2. Temel stratejilerin diğer stratejilerle ilişkisi



Yukarıda temel stratejilerin tanımlama ve açıklamalarında görüldüğü gibi stratejiler birbirlerinden kesin sınırlarla ayrılmamakta ve belirli düzeyde birbirlerine referans vermektedir. Örneğin; sökülebilirlik aynı zamanda yapının bağımsızlık, yeniden donatılabilirlik, esneklik, yeniden kullanım ve ölçeklenebilirlik seviyesini de artırmaktadır.

Şekil 2' de belirlenen temel stratejilerin kalan stratejiler ile ilişkisi ortaya konmuştur. Şekil 2' ye göre kuru bağlantılar ile yapı elemanlarının ayrılabilirliğini sağlayan bağlantı kesilebilirlik temel stratejilerin yarısından fazlası ile ilişkilendirilen en önemli alt stratejidir. Değiştirilebilirlik 10 temel stratejinin 4' ü ile eşleşerek ikinci alt strateji olmuştur. Fazlalık, basitlik, ortaklık, katlanabilirlik standartlık, erişilebilirlik, bölgesellik ve yeniden düzenlenebilirlik ise 10 temel stratejinin 3' ü ile ilişkilendirilmiştir. Özetle seçilen temel stratejiler kapsayıcı nitelikte olup alan yazındaki farklı terminolojileri ele alma kapasitesindedir.

4. SONUÇ

Uyarlanabilirliğin literatürde farklı disiplinler kapsamında incelenmesi kavrama ilişkin farklı bakış açıları ve çeşitli tanımlar ortaya çıkarmaktadır. Uyarlanabilirlik için önerilen stratejilerin çok sayıda olması ve birbirleriyle ilişkisinin ortaya konmaması kavramın anlaşılmasını zorlaştırmaktadır. Bu kapsamda yapılan literatür araştırmasında sırasıyla esneklik, genişleyebilirlik, sökülebilirlik, hareketlilik, kapasite üstü tasarım, dönüştürülebilirlik, yeniden kullanım, bağımsızlık, modülerlik ve yeniden donatılabilirliğin kaynaklarda sıkça bahsedilen uyarlanabilirlik stratejileri olduğu saptanmıştır. Bağlantı kesilebilirlik ve değiştirilebilirlik ise temel stratejilerle en fazla ilişkisi olan ikincil stratejiler olmuştur.

TEŞEKKÜR

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Bölümü Bina Bilgisi programında ‘’Mimaride Uyarlanabilirlik Değerlendirme Kriter Setinin Oluşturulması ve Örnekler Üzerinden Okunması’’ başlıklı yüksek lisans tezinden oluşturulan bir bildiridir. Bu yayının temelinin atılmasında yapmış olduğu katkılardan dolayı tez danışmanım Doc. Dr. Başak GÜÇYETER’ e çok teşekkür ederim.

KAYNAKÇA

1. Abdullah, Y. S., ve Al-Alwan, H. A. (2019). Smart material systems and adaptiveness in architecture, Ain Shams Engineering Journal, 10 (3): 623-638.
2. Adaptable futures (2021). http://adaptablefutures.com, 01.12.2021.
3. Ashbolt, D. A. (2011). Adaptability in architecture: designing for structural and programmable change, Yüksek Lisans Tezi, University of Cape Town.
4. Blakstad, S. H. (2001). A strategic approach to adaptability in office buildings. Fakultet for arkitektur og billedkunst.
5. Douglas, J. (2006). Building adaptation. Routledge.
6. Eguchi, T., Schmidt, R., Dainty, A., Austin, S., ve Gibb, A. (2011). The cultivation of adaptability in Japan, Open house international.
7. Finch, E. (2009). Flexibility as a design aspiration: the facilities management perspective, Ambiente Construído, 9 (2): 7-15.
8. Geraedts, R. P. (2008). Design for Change; Flexibility Key Performance Indicators. In 1st International Conference on Industrialised, Integrated, Intelligent Construction (I3CON), 11.
9. Geraedts, R. P. (1998). Open Building and Flexibility; an assessment method. Matching demand and supply for flexibility, In 1998 International Symposium on Open Building.
10. Graham, P. (2005). Design for adaptability—an introduction to the principles and basic strategies, Environment Design Guide, 1-9.
11. Gu, P., Hashemian, M., ve Nee, A. Y. C. (2004). Adaptable design. CIRP annals, 53 (2): 539-557.
12. Hagy, S., ve Balay, P. (2014). Adaptable Design for HSB Living Lab.
13. Larssen, A. K., ve Bjørberg, S. (2004). User need/demands (functionality) and adaptability of buildings–a model and tool for evaluation of buildings, In Conference Proceedings, 12th CIB W, 70.
14. MacCreanor, G. (1998). Adaptability, a+ t–Housing and Flexibility, 40-45.

15. Manewa, A., Pasquire, C., Gibb, A., Ross, A., ve Siriwardena, M. (2013). Adaptable buildings: striving towards a sustainable future. whole or in part, must be clearly attributed to the author.

16. Manewa, A., Siriwardena, M., Ross, A., & Madanayake, U. (2016). Adaptable buildings for sustainable built environment, Built Environment Project and Asset Management.

17. Pinder, J. A., Schmidt, R., Austin, S. A., Gibb, A., ve Saker, J. (2017). What is meant by adaptability in buildings? Facilities.

18. Ross, B. E., Chen, D. A., Conejos, S., ve Khademi, A. (2016). Enabling adaptable buildings: Results of a preliminary expert survey. Procedia Engineering, 145: 420-427.

19. Russell, P. ve Moffatt, S. (2001). Assessing the adaptability of buildings, IEA Annex, 31.

20. Schmidt III, R., Eguchi, T., Austin, S., ve Gibb, A. (2010). What is the meaning of adaptability in the building industry, In 16th International Conference on" Open and Sustainable Building,17-19.

21. Schnädelbach, H. (2010). Adaptive architecture–a conceptual framework. proceedings of Geelhaar, J., Eckardt, F., Rudolf, B., Zierold, S, and Markert, M.(Eds.), MediaCity: Interaction of Architecture, Media and Social Phenomena, Weimar, Germany, 523-555.

22. Schneider, T., ve Till, J. (2005). Flexible housing: opportunities and limits. Arq: Architectural Research Quarterly, 9 (2): pp 157-166.

23. Slaughter, E. S. (2001). Design strategies to increase building flexibility. Building Research and Information, 29 (3): 208-217.

Presentation ID / Sunum No= 13

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0000-0002-0945-4880

Tekstil Endüstrisinin Çevre Üzerine Etkileri

Özgenaz Dayar[1], Doç. Dr. Gülbin Firidin[1]

[1] *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Bilimleri Bölümü ozgenazduyar66@gmail.com*
[1] *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Bilimleri Bölümü gulbinfiridin@gazi.edu.tr*

Özet

İnsanoğlunun zaman içerisinde sanayi alanında gelişmesi tekstil endüstrisinin de hızla ilerlemesini sağlamıştır.Gelişen teknoloji,artan insan ihtiyaçları ve istekleri tekstil endüstrisinin gelişmesini sağlarken çevre sorunlarını da beraberinde getirmiştir.Tekstil ürünlerinin üretiminin çeşitli aşamalarında su,toprak ve gürültü kirliliği oluşmaktadır.Moda sektörünün gelişmesiyle ivmelenen ,hızlı modadan kaynaklanan giyim atıklarının miktarı çevre için önemli tehdit unsuru olmaya başlamıştır.Bu araştırmada,tekstil sektörünün hangi aşamasında ne tür kirlilik oluştuğu ,hammaddenin işlemler sırasındaki kirlilik yüküne etkisi ve tekstil sektörünün mevcut sorunlara rağmen nasıl sürdürülebilir hale getirileceği hakkında araştırmalar incelenmiştir.Bu araştırmalar neticesinde tekstil endüstrisinin pamuk yetiştirme,haşıllama,boyama vb.işlem basamakları süresince DDT,Dieldrin,pentaklorofenol ve ağır metaller gibi çeşitli toksik maddelerin ortaya çıktığı saptanmıştır.Önemli miktarda su tüketimini gerektiren tekstil üretimi sırasında oluşan kirleticiler ve atıksuyun karakteristikleri belirlenmiş ve bu işlemler sonucunda gaz emisyonlarının da oluştuğu görülmüştür.Ayrıca atık haline gelmiş tekstil ürünlerinin çevre problemlerine sebep olduğu bilinmektedir.Atıkların birikerek çevreye zarar vermesinin önlenmesi ve sürdürülebilir bir çevre anlayışı için yeniden kullanma,geri dönüşüm ve geri kazanım yöntemlerinin önemli olduğu belirlenmiştir.Sonuç olarak tekstil endüstrisi diğer sanayi kuruluşları arasında çevre etkisi en yüksek olanlardan biridir.Hammadde seçimi,üretim süreci,ürünlerin paketlenmesi,müşteriye ulaşımı ve kullanılan ürünlerin atık olarak çevreye bırakılması aşamalarında çevre dostu seçimler yapmak çok önemlidir.Örnek olarak,organik veya bitkisel lifler gibi üretim aşamasında zirai ve tarım ilaçlarının kullanımını gerektirmeyen ya da en az seviyede gerektiren ,yenilenebilir çevre dostu lifler kullanımına önem verilmelidir.Tekstil sektöründe sürdürülebilirliğin artması için hammadde seçiminin yanısıra atıksu,enerji ve hava emisyon miktarını azaltacak üretim teknolojileri tercih edilmelidir.Ülkemizde son yıllarda başlayan sıfır atık çalışmasına katılan tekstil üretim firmalarının sayısını arttırarak,geri dönüşüm,geri kazanım ve yeniden kullanma yöntemlerini kullanarak çevremizi tekstil atıklarından arındırabiliriz.Çevre dostu bir anlayışla yapılacak tasarım,üretim ve tüketim tekstil sektöründen kaynaklanan sosyal ve ekonomik problemlerin en düşük seviyeye inmesine yardımcı olurken çevre ve insan sağlığının korunmasına da destek olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Eko-Tekstil,tekstilin Çevre Üzerine Etkileri,tekstilde Sürdürülebilirlik.

Effects of the Textile Industry On the Environment

Abstract

The development of human beings in the industrial field over time has enabled the textile sector to progress rapidly. The advancing technology, increasing human needs and demands have caused the progress of the textile industry, while also bringing environmental problems. The waste ,water, soil, air, noise pollution occur at various stages of the production of textile products. Moreover, rapid fashion that is accelerated by the development of the fashion industry has become important threats to the environment. During this research article, information will be given about what kind of pollution occurs at the stages of textile ındustry production, the effect of the starting material in reducing the pollution load and how the textile industry will be sustainable despite all the current problems.As a result of these investigations, it was determined that various toxic substances such as DDT, Dieldrin, pentachlorofenol and heavy metals appeared during the process steps of the textile industry such as cotton growing, scalding, dyeing, etc.The pollutants formed during textile production, which requires significant water consumption, and the characteristics of the wastewater were determined and it was observed that gas emissions were also formed as a result of these processes. In addition, it is known that waste textile products cause environmental problems. It has been determined that the methods of reuse, reduction, recycling and recovery are important for preventing the accumulation of wastes to harm the environment and for a sustainable environmental understanding. As a result, the textile industry is one of the sectors with the highest environmental impact among all other industrial establishments. It is very important to make environmentally friendly choices in the stages of raw material selection, production process, packaging of the products, transportation to the customer and releasing the used products to the environment as waste.For example, importance should be given to the use of renewable, environmentally friendly fibers that do not require or minimally require the use of chemicals and pesticides during production, such as organic or vegetable fibers.In order to increase sustainability in the textile sector, production technologies that will reduce the amount of wastewater, energy and air emissions should be preferred as well as raw material selection. By increasing the number of textile production companies participating in the zero-waste work that has started in our country in recent years, we can purify our environment from textile wastes by using recycling, recovery and reuse methods. The design, production and consumption to be made with an environmentally friendly approach will help to minimize the social and economic problems arising from the textile sector, and will also support the protection of the environment and human health.

Keywords: Sustainability in Textile Industry, eco-Textile,enviromental Impacts of Textile Industry.

GİRİŞ

Çevre ile ilgili düşüncelerin başladığı 1970'li yıllarda, endüstriyel üretim sonucu oluşan atıklar, atıkların sebep olduğu problemler ve bu problemlerin çözümleri üzerinde duruluyordu. Fakat, bugünkü geniş perspektifli sürdürülebilirlik düşüncelerinin temel amacı, gelecek nesillerin doğal kaynaklara zarar vermeden tüm ihtiyaçlarını sürdürülebilir yolla karşılamalarını sağlamaktır. Ayrıca, sosyal, çevresel ve ekonomik kaynakların sürdürülebilir denge içinde kalmasına yardımcı olacak yöntemler bulmaktır (Niinimäki,2013:16).

1980'li yıllarda ise Ekoloji teriminin ilk kez ortaya atılmasıyla, çevre konularının moda ve tekstil endüstrisinde önemi anlaşılmaya başlanmıştır. Böylece bugünkü etik moda kavramının temelleri atılarak, ilk kez etik moda terimi kullanılmaya başlanmıştır.

2000'li yıllardan günümüze kadar geçen sürede bugün sık sık karşılaştığımız moda dünyasını çevre konularıyla birleştiren "yeşil moda, ekolojik tekstil, moda ve tekstil endüstrisinde sürdürülebilirlik, etik moda,organik lifler,"vb. kavramlar zaman içerisinde moda ve tekstil dünyasına girmiştir(Thomas,2008).

Dünyadaki en büyük ve en eski sektörlerden olan moda ve tekstilin çevreye olan etkisi oldukça büyüktür. Tarımsal aktivitelerden sonra en fazla su kaynaklarının kullanılmasını gerektiren endüstrilerin başında gelmekle birlikte, işlemler sırasında çok büyük miktarlarda zehirli kimyasalların çevreye atılmasına neden olmaktadır. Tahmini olarak küresel düzeydeki yıllık üretim hacminin 30 milyon ton olduğu baz alındığında sektörün çevresel etkisinin büyüklüğü anlaşılabilmektedir (Chen & Burns, 2006).

1.EKOLOJİK TEKSTİL/EKO-TEKSTİL

Tekstil ürünlerinin çevreye olan zararlı etkilerini engellemek için; kumaşların, kıyafetlerin ya da üretilen diğer tekstil ürünlerinin her aşamasında yapılan işlemlerin çevre bilinci ile yapılmasına ,atık haline gelen ürünlerin geri dönüştürülebilir olması veya çevre için olumsuz etkiye neden olmayan ürünlere dönüştürülebilen ürün olmasına ve insan sağlığına zarar vermeyen tekstil üretimine Ekolojik Tekstil denir(Kumaşbilgi,2019).

Ekolojik tekstilin daha iyi anlaşılmasını sağlayan bölümler; üretim ekolojisi, insan ekolojisi ve atık ekolojisidir.

Üretim Ekolojisi; bir tekstil ürününün üretilirken hammadde seçiminden başlayıp tüm işlem basamaklarına kadar geçen her süreçte çevre dostu ürünlerin ve teknolojilerin kullanılmasıyla çevreye verilebilecek zararların en aza indirilmesini hedefleyen bir yaklaşımdır.

İnsan Ekolojisi; tekstil ürünlerinin içerdikleri bileşenlerin ve maddelerin limit değerleri arasında tutulup, insanlara solunum, sindirim ve ter yoluyla zarar vermesinin önlenmesidir (Kurtoğlu, 2004).

Atık Ekolojisi; kullanım ömrünü tamamlayan giyim ve tekstil ürünleri atık haline gelirler. Atık ekolojisi, atık haline gelen maddelerin çevreye zarar vermeden "geri dönüşüm,ayrıştırma veya termal eliminasyon (ısıyla)"yöntemleriyle ortadan kaldırılmasıdır (Bayraktar, 2005).

Tekstil ürünlerinin ekolojik boyutunun düşünülmesi başta Avrupa olmak üzere birçok ülkede yaygınlaşmıştır. Tekstilde tüm üretim basamaklarının çevre ve insan sağlığı göz önünde bulundurularak gerçekleştirilmesi hedeflenmiştir. Bunun için üretimde çevre dostu malzeme seçimi önem kazanmıştır.Ayrıca, atık haline gelen ürünlerin doğaya olumsuz bir etki bırakmadan yok edilmesini sağlayacak yöntemler ön plana çıkarılmaya başlanmıştır (Oral vd.,2012).

2.TEKSTİL ENDÜSTRİSİNİN ÇEVRE ÜZERİNE ETKİLERİ

Tekstil endüstrisinin sürdürülebilir bir endüstri olmasını engelleyen ve yaşam döngüsü boyunca oluşan bazı ekolojik sorunları vardır. Bu sorunlar; çevreye ve insan sağlığına zararlı kimyasal kullanımı, su tüketimi ve atık su oluşumu, hava kirliliği , enerji tüketimi ,atık oluşumu ,ulaşım ve paketleme yapmak için kullanılan materyallerdir(Sherburne,2009).

2.1.Tekstil işlemleri sırasında kullanılan kimyasal maddelerden kaynaklanan sorunlar

Tekstil işlemleri sırasında açığa çıkan kimyasalar dünyada üretilen toplam kimyasalların %25 ini oluşturmaktadır (Greenpeace,2011).

Tablo 1. Tekstil Endüstrisinin Çeşitli İşlem Basamaklarında Açığa Çıkan Toksik Etki Gösteren Maddeler (Choudhury ,2015)

İşlem	Toksik Madde
Pamuk yetiştirme	DDT,Dieldrin,Aldrin, vb gibi yasaklı pestisitler
Haşıllama	Koruyucu olarak pentaklorofenol
Ovma	Klorlu ürünler
Ağartma	Sodyum ve kalsiyum hipoklorit

Boyama ve baskı	Yasaklanmış aminleri içeren / serbest bırakan azo boyalar, eser miktarda ağır metal içeren boyalar (örn. arsenik, kurşun, kadmiyum, cıva, nikel, bakır, krom, kobalt ve çinko), formaldehit bazlı yardımcı maddeler
Bitirme	Formaldehit bazlı cilalar, leke klorlu ürünler içeren sökücüler
Ambalaj	Böcek ilacı ile işlenmiş ahşap kutular

2.2.Tekstil ürünleri üretim sırasında oluşan atıksu ve su tüketimi

Tekstil endüstrisi en çok su tüketen sektörlerden biridir.Dünyayı Koruma Vakfı(WWF,2014)verilerine göre,bir tane pamuklu tişört üretilebilmesi için kullanılması gereken su miktarı 2700 litre kadardır. Dünyadaki çeşitli endüstrilerin sebep olduğu atıksu miktarının yaklaşık %17-20 sinin tekstil sektöründen kaynaklandığı bilinmektedir(Kant 2012).

Tablo 2. Tekstil Üretiminde Çeşitli İşlemler Sırasında Oluşan Kirleticiler Ve Atıksuyun Karakteristikleri(Chauhan vd.,2008)

İşlemler	**Kirleticiler**	**Atıksu Karakteristiği**
Haşıl Sökme	Nişasta,glikoz,PVA,reçin,yağlarve yapıştırıcı	Düşük atıksu hacmi,yüksek BOD,PVA.
Pişirme	Kostik soda,soda külü,sodyum silikat,elbise parçacıkları	Düşük hacim,yüksek alkalinite,koyu renk,yüksek BOD değeri(Toplam hacmin %30 u kadar)
Beyazlatma	Kostik soda,asitler,H2O2,Cl,hipoklorit.	Düşük atıksu hacmi,kuvvetli alkali ve düşük BOD(toplamın %5 i kadar)
Merserizasyon	Kostik soda	Düşük atıksu hacmi,kuvvetli alkali ve düşük BOD(toplamın %1 den az)
Boyama	Boya maddesi,mordant,indirgeyici maddeler,sabun,sülfür asetik asitler vb.	Yüksek hacim,yüksek BOD(toplamın %6 sı),çok renkli.
Baskılama/basma	Boya,nişasta,mordantlar,asitler,metalik tuzlar .	Düşük hacim,yağlı görünüm, yüksek BOD
Bitirme	Nişasta izleri,mum yağları,tuzlar	Çok düşük hacim,düşük alkalinite ve BOD.

PVA-Poly Vinyl Alcohol ,BOD-Biological Oxygen Demand ,COD-Chemical Oxygen Demand.

Tekstil atıksularının içerisinde yüksek oranda bulunabilecek boya ve kimyasal maddelerden oluşan atıksuyun, sadece sucul ortamlarda yaşayan canlılar için değil insan sağlığı için de büyük tehlike oluşturabileceği ve hatta boyarmaddelerin içerdikleri karsinojenler nedeniyle kansere neden olabileceği bilinmektedir (Ghaly vd.,2014).

2.3.Enerji Tüketimi

Tekstil endüstrisi yüksek oranda enerji kullanımını gerektiren bir sanayi dalı olmasa da, endüstriye bağlı fabrikaların büyük bir çoğunluğu yüksek miktarda enerji kullanımını gerektirmektedir.Bir ülkedeki imalat sektörünün yapısı,tekstil sektöründe kullanılan üretim enerjisi miktarı hakkında bilgi vermektedir.Bu durum ülkelerin tekstil üretimi aşamasında kullandıkları toplam enerji miktarının değişmesine yol açmaktadır.Örneğin,Çin için üretim sırasında kullanılan toplam enerjinin %4 ‘ü tekstil endüstrisine ait iken(BATEA,2001),ABD ‘de tekstil sektöründe tüketilen enerji toplam üretim enerjisinin %2’ sinden daha azdır(IAC,2006).

Tekstil sektöründe elektrik ve yakıt önemli ölçüde tüketilirken,hangisinin tekstil üretimi sırasında tüketilen toplam enerjideki payının daha büyük olduğu ülkelerin tekstil endüstrilerinin yapılarına bağlı olarak değişiklik gösterir. ABD'de 2002 yılı üretim nüfus sayımı verilerine göre,tekstil sektöründe tüketilen toplam enerjinin %61'nin yakıt,%39'nun ise elektrik enerjisi olduğu görülmüştür(U.S.DOE,2005).

2.4.Hava Kirliliği

Tekstil endüstrisinde uygulanan işlemlerin büyük bir çoğunluğunu gaz emisyonu oluşturmaktadır. Tekstil endüstrisinde en önemli hava kirliği kaynakları depolama tankları,fırınlar ve buhar kazanlarıdır.Buhar kazanları sülfür oksit ve nitrojen oluşumuna sebep olmaktadır (Georgiou vd.,2003).

Tablo.3. Tekstil İşlemleri sırasında ortaya çıkan kirleticiler ve kaynakları (Moustafa,2008).

İşlem	**Kaynak**	**Kirleticiler**
Enerji Üretimi	Buhar kazanından gelen emisyonlar	Parçacıklar,nitrik oksitler(NOX) ve sülfür dioksit(SO2)
Kurutma,kaplama,kür	Yüksek sıcaklıktaki fırınlardan gelen emisyonlar	Uçucu organik bileşikler(VOCS)
Pamuk işleme faaliyetleri	Hazırlık,taraklama,tarama, kumaş üretiminden kaynaklanan emisyonlar	Parçacıklar
Boyutlandırma	Boyutlandırma bileşiklerinin kullanılmasından kaynaklanan emisyonlar (sakızlar, PVA)	Nitrogen oksitler, sülfür oksit, karbon monoksit
Ağartma	Klorlu bileşiklerinden kaynaklanan emisyonlar	Klor, klor dioksit
Boyama	Taşıyıcı kullanarak dispers boyama: Sülfür boyama Anilin boyama	Taşıyıcılar H2S Anilin Buharı
Bitirme	Reçine bitirme.Sentetik kumaşların ısı ayarı	Formaldehit taşıyıcıları Düşük ağırlıklı Polimerler - yağlama yağları
Kimyasal Depolama	Kimyasallar için kullanılan depolama tanklarından kaynaklanan emisyonlar	Uçucu organik bileşikler(VOCs)
Atıksu Arıtımı	Arıtma tank ve kanallarından çıkan emisyonlar	Uçucu organik maddeler (VOCler), toksik emisyonlar
Baskı	Emisyon	Hidrokarbonlar,amonyak

2.5.Ulaştırma

Düşük işçi maliyeti gerektiren fabrikalarda üretilen tekstil ürünleri gelişmiş ülkelerdeki müşterilerine ulaştırılmaktadır. Bu sırada kullanılan benzin, mazot gibi yakıtlar, yenilenemeyen enerji kaynaklarının azalmasına neden olmaktadır (Choudhury,2014).

2.6.Paketleme

Üretimi tamamlanmış tekstil ürünleri mağazalara gönderilmeden önce paketleme yapılmaktadır. Bu aşamada biyolojik olarak parçalanabilir malzemelerin seçilmesi ve geri dönüşebilir ya da

dönüştürülmüş malzemelerin kullanılması ile karbon ayak izinin azalmasına katkıda bulunulmaktadır. Ayrıca, kimyasal madde ya da pestisit kullanımına gerek kalmadan doğal yöntemlerle paketleme malzemelerinin üretilmesi ve ambalajların yeniden kullanılması ekolojik açıdan çok önemlidir.

Sürdürülebilir paketlemeyi desteklemek adına yeniden kullanılabilen malzemelerden yapılmış olan pamuklu torbalar ya da kenevir vb. seçilen ambalajlar,çevreye verilebilecek zararların en düşük seviyeye inmesine yardımcı olurlar (Zabaniotou & Kassidi ,2003).

2.7.Atık Oluşumu

Sürekli ve hızlı tüketim büyük atık birikimlerine sebep olmaktadır.ABD Çevre Koruma Ajansının 2019 verilerine göre elde edilen sonuçlara göre,2015 yılında 11.9 milyon ton kıyafet ve ayakkabı atığının ortaya çıktığı ve bu atıkların 8.2 milyon tonunun çöplüklere gittiği bilinmektedir(EPA,2019).

Hazır giyim sektörünün sistemi sürekli üretimi gerektirmekle birlikte,müşterilerin ihtiyaçları ve moda akımları sonucunda ortaya çıkan yeni ürünleri de kapsamaktadır.Böylelikle üretimlerin kullanım süreleri azalmakta ve şirketler ürünlerinin hızla değişmesini talep etmektedirler(Can ve Kartal,2017).

Hızlı modanın sebep olduğu çevre problemlerini azaltmak ,moda ve tekstil sektöründe sürdürülebilirliği arttırmak amacı ile yavaş moda akımı kavramı ortaya çıkmıştır.

Hızlı moda prensiplerine göre çalışan firmalar düşük maliyetli materyal ve işçilik ile kısa zamanda büyük miktarda üretim yaparak ekonomilerini geliştirmeyi hedeflerken,yavaş moda akımı değişik tarzlardan oluşan sanatsal ürünler yaratarak nicelik yerine niteliğe yani kaliteye önem vermektedir. Yavaş moda yaklaşımı tasarım ve üretim işlemlerinin çevresel ve sosyal etkileri üzerine dikkatlice düşünmektedir(Fletcher ,2010).

Mangır (2016),yaptığı bir araştırmada sürdürülebilir kalkınmada hızlı ve yavaş modanın önemini incelemiştir.Araştırmanın sonucunda,hızlı modaya uygun üretim yapan hazır giyim işletmelerinin yavaş moda kullanımına ağırlık vermeleri gerektiği ve sürdürülebilirliğin merkez alındığı çevre dostu üretimin artırılması gerektiğini belirtilmiştir (Mangır ,2016).

Yapılan araştırmalar hazır giyim sektörü ve tekstil endüstrisi için sürdürülebilirliğin önemini ön plana çıkarmış,bunun için sadece yavaş moda değil atıkların değerlendirilmesi ve geri dönüşümün önemini de vurgulamışlardır.

Yeniden kullanma,geri dönüşüm ve geri kazanım yöntemleri kıyafet atıklarının birikerek çevreye zarar vermelerini önlemek için kullanılmaktadır.

2.7.1.Yeniden kullanma ve Tasarlama (Reuse-redesign)

Yeniden kullanım,toplama ve temizleme işlemleri dışında herhangi bir işleme maruz kalmadan bir ürünün ekonomik ömrünü tamamlayana kadar kullanılmasıdır(Lüy vd., 2007).

Ericsson ve Brooks (2015) yaptıkları çalışmada Afrika' nın pazarlarına ikinci el olarak satılmak üzere Avrupa ve Amerika' dan gelen kıyafetler olduğunu belirtmişlerdir. Bu kıyafetleri yeniden tasarlayarak modaya uygun hale getiren ve satan Mima-te markasını incelemişlerdir.Oldukça uygun fiyata alınan ikinci el bir kıyafetin modaya uygun şekilde tekrar tasarlanması sürdürülebilirlik için başarılı bir örnek olmuştur.

Ayrıca,ikinci el kıyafetlerin satıldığı bu pazarların ülkelerin ekonomik gelişimini nasıl etkilediği incelenmiştir.Çalışmada bununla birlikte düşük fiyata satılan ikinci el kıyafetlerin yerel üretimin rekabetçi gücü üzerindeki etkilerileri verilmiştir(Ericsson & Brooks, 2015).

2.7.2.Geri Kazanım(Recovery)

Atık haline gelmiş ürünlerin içindeki bileşenlerin farklı ürünlere ve enerjiye dönüştürülmesine geri kazanım denir.Geri kazanım, geri dönüşüm ve yeniden kullanımı da kapsar (Atmaca, 2004).Hazır giyim ürünleri modasının geçmesi,eskimesi ve renk bozulması gibi nedenlerle kullanılamayabilir.Kullanılmayan ürünler atık olur.Bu atık ürünlerden bazıları temizlik bezi gibi farklı işlevlerde kullanılır ve sonunda çöpe atılır.Atık halini almış ürünler geri kazanım tesislerine

ulaştırılırsa,tesisdeki diğer ürünlerle geri kazanım sürecine dahil edilebilirler.Geri kazanım tesisine gelen atıklar,malzeme,sağlamlık ve renk bileşenlerine göre ayrışırlar.Atık ürünlerin bir bölümü ısınma amaçlı yakılırken,geriye kalanlar elyaf olarak açılma işlemlerine yönlendirilirler(Güngör vd, 2009).

2.7.3.Geri dönüşüm(Recycling)

Geri dönüşüm(Recycling); Daha önceden üretilmiş olan bir ürünün geri dönüştürme yöntemi kullanarak yeni bir kumaş ya da materyal olarak kullanılabilme işlemidir (Niimaki,2013).

Hazır giyim sektöründe geri dönüşüm yöntemini kullanarak üretim yapan bazı firmalar ve ürünleri şunlardır: Levi's Eco® koleksiyonlarında organik ve geri dönüştürülmüş pamuktan üretilmiş olan denim kıyafetler ilk çevre dostu ürün olarak Levi's markası tarafından çıkarılmıştır. Levi's Waste-LessTM koleksiyonunda ise %29 geri dönüştürülmüş PET atığı içeren Jean pantolanlara yer verilmiştir.Nike firması ise %100 geri dönüştürülmüş PET içeren formalar üretmiştir (Öç,2013).

Amerika 'da tekstil atıklarını geri dönüştüren 500 tane firma bulunurken,Almanya 'da 300 'den fazla işletme bulunmaktadır.Avrupa ülkeleri mekaniksel geri dönüşüm yöntemleriyle tekstil atıklarından paspas ve halı üretirken,yeniden kullanım yöntemi ile atıkları temizlik bezi olarak kullanmaktadır.AB ülkeleri geri kazanım maliyetlerinin atık bertarafına oranla daha düşük olması nedeniyle geri kazanımı tercih etmektedirler. Gina Tricot, KappAhl ve Lindex markaları poliester ve pamuk gibi geri dönüştürülmüş kıyafetler üreten dünyaca bilinen firmalardır.Ülkemizde ise H&M firmasının geri dönüşüm üzerine çalışmaları bulunmaktadır.Buna ek olarak belirli miktarlarda geri dönüştürülmüş lifler kullanan Inditex vb.bazı firmalar çevre dostu üretimi desteklemekle kalmayıp farkındalık da yaratmaktadırlar. Ayrıca ,Uşak ilinin endüstriyel anlamda geri dönüşüm sektöründe ülkemiz için önemli bir yeri vardır (Ekström & Salomonson,2014; Muthu,2018).

SONUÇ

Tekstil endüstrisi diğer tüm sanayi kuruluşları arasında çevre etkisi en yüksek olan sektörlerden biridir. Hammadde seçimi, ,üretim süreci, ürünlerin paketlenmesi, müşteriye ulaşımı ve kullanılan ürünlerin atık olarak çevreye bırakılması aşamalarında çevre dostu seçimler yapmak çok önemlidir. İlk olarak, organik veya bitkisel lifler gibi üretim aşamasında kimyasal ve zirai tarım ilaç kullanımını gerektirmeyen ya da en az seviyede gerektiren, yenilenebilir çevre dostu lifler kullanımına önem verilmelidir. Boyama işlemleri sırasında ortaya çıkabilecek ağır metallerin ve kimyasalların insan ve çevre sağlığına olumsuz etkilerinin azaltılması için doğal boyar maddelerin tercih edilmesi gerekmektedir. Sentetik liflerin ve boyarmaddelerin yapımında ise kimyasal kullanımını azaltmak ve sertifikalı ürün kullanımını desteklemek gerekmektedir.

Tekstil sektöründe sürdürülebilirliğin artması için hammadde seçiminin yanısıra atıksu ,enerji ve hava emisyon miktarını azaltacak üretim teknolojileri tercih edilmelidir.Tüketicilerin eko-tekstil konusundaki bilinçlerinin artması ve ekolojik ürünler tercih etmesi sağlanmalıdır.

Ayrıca paketleme aşamasında kullanılan metaryellerin de geri dönüşebilir ve çevre dostu olmaları doğa koruma için önemli bir faktördür. Tekstil üretimi boyunca ortaya çıkan atıkların azaltılması veya geri dönüşüm,yeniden kullanım gibi yöntemlerle tekrar kazanılması çevre ve insan sağlığı açısından oldukça önemlidir.

Çevremizi tekstil atıklarından arındırabilmek için; sıfır atık çalışmasına katılan tekstil üretim firmalarının sayısını artırmak, hazır giyim firmalarında yeniden kullanımı mümkün olan eşyaları ihtiyaç sahiplerine ulaştırmak, geri dönüşebilen atıkları uygun kutularına bırakıp geri dönüşüm merkezlerine ulaşmasını sağlamak gerekmektedir. Çevre dostu bir anlayışla yapılacak tasarım, üretim ve tüketim olayları tekstil sektöründen kaynaklanan sosyal ve ekonomik problemlerin en düşük seviyeye inmesine yardımcı olurken çevre ve insan sağlığının da korunmasına destek olacaktır.

KAYNAKLAR

1. ATMACA, Eyüp (2004). Sivas İl Merkezi Katı Atık Yönetiminin İrdelenmesi ve Yeniden Planlanması, Doktora Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas.

2.BATEA,2001 Marbek resource consultants, Identification and evaluation of best available technologies economically achievable for textile mill effluents; 2001. http://www.p2pays.org/ref/41/40651.pdf. Erişim tarihi:25.10.2021
3. BAYRAKTAR,T (2005),Tekstil ve Konfeksiyon Sektöründe Ekoloji ve Ekolojik Etiketler,İTKİB Ar&Ge ve Mevzuat Şubesi.
4.CAN,Ö., Ayvaz, K.M., (2017), Tekstil ve Modada Sürdürülebilirlik, Akademik Sosyal Bilimler Dergisi, Cilt:1, Sayı:3, 110-119.
5.CHEN, H. & Burns, L.D. (2006). Environmental Analysis of Textile Products. Clothing and Textile Research Journal. Vol. 24:3, pp. 248–261.
6.CHOUDHURY, A.K.Roy,2015. Vol.3 Regulatory Aspects and Sustainability Standards of Textiles and Clothing Supply Chain İssue.6 Development of Eco-labels for Sustainable Textiles. p.137-173, Springer Science+Business Media Singapore .
7.CHOUDHURY ,A.K.Roy,2014 Roadmap to Sustainable Textiles and Clothing .Enviromental Impacts of the Textile Industry and Its Assessment Through Life Cycle Assessment p.1-39, S. S. Muthu (ed.), Roadmap to Sustainable Textiles and Clothing, Textile Science and Clothing Technology, Springer Science+Business Media Singapore.
8.EKSTRÖM ,KM, Salomonson N. ,2014"Reuse and Recycling of Clothing and Textiles-A Network Approach". Journal of Macromarketing, 34(3): 383-399.
9.EPA,2019.Enviromental Protection Agency. Facts and Figures about Materials, Waste and Recycling.https://www.epa.gov/facts-and-figures-about-materials-waste-and-recycling/nondurable-goodsproduct- specific-data .Erişim tarihi:8 .Ekim. 2019
10.ERİCSSON A., Brooks A. 2014, African Second-Hand Clothes: Mima-te and the Development of Sustainable Fashion, Editör: Fletcher, K., Tham, M., Routledge, s. 91-99.
11.ESWARAMOORTHİ S, Dhanapal K, Chauhan D (2008) Advanced in Textile Waste Water Treatment: The Case for UV-Ozonation and Membrane Bioreactor for Common Effluent Treatment Plants in Tirupur, Tamil Nadu, India. Environment with People's Involvement & Co-ordination in India. Coimbatore, India.
12.FLETCHER, K. (2010). Slow Fashion: An Invitation for Systems Change. Fashion Practice. Vol. 2:2, pp.260-265.
13.GEORGİOU D, Aivazidis A, Hatiras J, Gimouhopoulos K (2003) Treatment of cotton textile wastewater using lime and ferrous sulfate. Article in Water Research 37: 2248-2250.
14.GHALY,Andrew,Rishi Ananthashankar, Mohammed Kadhim Alhattab, and Varsha Ramakrishnan. 2014. Production, Characterization and Treatment of Textile Effluents: A Critical Review. Journal of Chemical Engineering Process Technology 5: 11.
15.GREENPEACE,2011,GreenpeaceInternational, https://www.greenpeace.org/static/planet4-international-stateless/2011/07/3da806cc-dirty-laundry-report.pdf. Erişim tarihi:25.11.2021.
16.GÜNGÖR, A., Palamutçu, Selma ve İkiz, Yüksel (2009). Pamuklu tekstiller ve çevre: Bir bornozun yaşam döngü değerlendirmesi, Tekstil ve Konfeksiyon Dergisi, 3/2009.
17.IAC, 2006,Industrial Assessment Center Database,United States Department of Energy (U.S. DOE) Washington, DC, USA; 2006. http://iac.rutgers.edu/database/index.php. Erişim tarihi:25.10.2021
18.KANT, Rita. 2012. Textile dyeing industry an environmental hazard. Natural Science 4: 22
19. Kumaşbilgi,2019.,Ekolojik Tekstil Hammaddeleri,https://www.kumasbilgi.com/2019/02/ekolojik tekstil hammaddeleri.htlm. Erişim tarihi:20.10.2021
20..KURTOĞLU, N., Şenol, d. ,2004. "Tekstil ve Ekolojiye Genel Bakış, Karsinojen ve Allerjik Etki Yapabilen Tekstil Kimyasalları", KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi 7(1):28-31.
21.LÜY, E., Varınca, Kamil B., Kemirtlek, Aynur. 2007. Katı Atık Geri Kazanım Çalışmaları; İstanbul Örneği. TÜRKAY 2007 AB Sürecinde Türkiye'de Katı Atık Yönetimi ve Çevre Sorunları Sempozyumu, İstanbul.
22.MANGIR, A.F., 2016,.Sürdürülebilir Kalkınma İçin Yavaş ve Hızlı Moda, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu Dergisi Cilt:19 41.Yıl Özel Sayısı ss.143-154 , Konya.
23.MOUSTAFA, S., 2008.Process Analysis & Environmental Impacts of Textile Manufacturing. Dyes and Chemicals.
24.MUTHU ,SS.,2018.Sustainable Innovations in Recycled Textiles. 1st ed.Singapore,Springer Nature, 2018.
25.NİİNİMAKİ K., 2013 Sustainable Fashion ,Aalto University publication series ,Aalto Art+Design+Architecture 9/2013 Aalto Books,p.16,Helsinki,Finland.

26.ORAL ,O., Esra DİRGAR, Çetin ERDOĞAN,Akdeniz Üniversitesi G.S.F. Moda ve Tekstil Tasarımı Bölümü "1. Uluslar arası Moda ve Tekstil Tasarımı Sempozyumu" 08-10 Ekim 2012,Antalya.
27.ÖÇ, B., 2013.Sürdürülebilir Tasarım: Ürün Tasarımı ve Üretimi Temelinde Malzemelerin Geri Dönüştürülmesi Bilinci, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
28.SHERBURNE A .,2009. Sustainability through the supply chain. In: Blackburn RS (ed) Sustainable textiles: life cycle and environmental impact. p 3,Woodhead, Cambridge.
29.THOMAS, S. ,2008. The "Green Blur" to Ecofashion: Fashioning an Eco-lexicon. Fashion Theory.Journal of Dress Body and Culture, Vol. 12:4, pp. 525–540.
30.U.S.DOE,2005.United States Department of Energy.Improving ventilation system energy efficiency in a textile plant,2005. http://www1.eere.energy.gov/industry/bestpractices/case study ventilation textile.html. Erişim tarihi:25.10.2021
31. World Wildlife Magazine ,2014. Handle with care .Understanding the hidden environmental costs of cottonhttps://www.worldwildlife.org/magazine/issues/spring-2014/articles/handle-with-care. İssue:Spring,2014 Erişim tarihi:31.10.2021
32.ZABANİOTOU, A., Kassidi (2003) Life cycle assessment applied to egg packaging made from polystyrene and recycled paper. J Cleaner Prod 11(5):549–559.

Presentation ID / Sunum No= 8

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0000-0003-1791-8160

Tele Çalışmanın Türkiye Trafik Yükünü Azaltma Potansiyeli

Tolga Horuz[1], Dr. Öğretim Üyesi Ali İbrahim Atılgan[1]

[1]Gazi Üniversitesi, Trafik Planlaması ve Uygulaması Anabilim Dalı, Ankara, 06570, Türkiye
E-mail: horuz.tolga@gmail.com; ibrahim.atilgan@gmail.com

Özet

Trafiğe eklenen araç sayısındaki artış özellikle iş gidiş ve dönüş saatlerinde yoğunluğa sebep olarak ciddi trafik yükü oluşturmaktadır. Yollardaki yoğunluk işe gidip gelme sürelerini uzatmakta, daha fazla yakıt harcanmasına sebep olmakta, strese ve hava kirliliğine yol açmaktadır. Bu sorunları çözmek için yolculukların daha verimli türlere yönlendirilmesi, ulaşım türlerinin kendi içinde verimliliğinin artırılabilmesi gayesiyle yolculuk talep yönetimi geliştirilmiştir. Tele çalışma yolculuk talep yönetimi stratejilerinden olup, çalışanların ev dahil her zaman ve her yerde çalışabilmesine imkan sağlayarak, trafiğin yoğun olduğu saatlerde ev-iş arasındaki özel otomobille yapılan yolculukların sayısını azaltma potansiyeline sahiptir. Bu çalışmada, tele çalışmanın Türkiye trafik yükünü azaltma potansiyeli araştırılmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucunda ev-iş arasındaki otomobil yolculuk sayısında tele çalışma gün sayısı 1 gün olması halinde %20 azalmaya, 2 gün olması halinde %40 azalmaya, 3 gün olması halinde %60 azalmaya, 4 gün olması gün olması halinde ise %80 azalmaya sebep olma potansiyeline sahip olabileceği belirlenmiştir. Sonuç olarak tele çalışma Türkiye'nin büyük şehirlerinde uygulanırsa ev-iş arası yolculuk yapan otomobil sayısını ciddi oranda düşürerek trafik yükünde yüksek oranda rahatlama sağlayabilme potansiyeli olduğu tespit edilmiştir. Böylelikle hem ulaşım süreleri kısalacak hem de hava kirliliğinde azalmalar olabilecektir.

Anahtar Kelimeler: Trafik, Trafik Yükü,yolculuk Talep Yönetimi, Tele Çalışma, Ulaşım Süresi

Telework's Potential to Reduce Turkey Traffic Load

Abstract

The increase in the number of vehicles added to the traffic creates a serious traffic load, especially during the business hours of departure and return. Density on the roads prolongs commuting times, causes more fuel consumption, causes stress and air pollution. In order to solve these problems, travel demand management has been developed in order to direct the journeys to more efficient types and to increase the efficiency of the transportation modes. Teleworking is one of the journey demand management strategies, and it has the potential to reduce the number of private car trips between home and work during rush hour by enabling employees to work anytime and anywhere, including home. In this study, the potential of teleworking to reduce Turkey traffic load was investigated. As a result of the calculations, it has the potential to cause a 20% decrease in the number of teleworking days between

home and work if it is 1 day, 40% decrease if it is 2 days, 60% decrease if it is 3 days, and 80% decrease if it is 4 days. As a result, it has been determined that if teleworking is applied in the big cities of Turkey, it has the potential to provide a high level of relief in the traffic load by significantly reducing the number of cars traveling between home and work. Thus, both transportation times will be shortened and air pollution will be reduced.

Keywords: Traffic, Traffic Load, Travel Demand Management, Teleworking, Travel Time

1. GİRİŞ

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre trafiğe her gün çok sayıda araç kayıt olmaktadır. Bu durum araç sahipliğinde ve trafikteki araç saysında artışa yol açmaktadır. Elbetteki trafikteki araç sayısındaki artış bir çok sorun doğurmakadır. Bu sorunların bazıları; trafikteki yoğunluk, ulaşma süresindeki artış, kaza olasılığı, gürültü, park etme ve park yeri eksikliği problemi, fazla enerji ve yakıt tüketimi, küresel ısınmaya katkı ve stress. Bu sorunlara çözüm getirmek amacıyla Yolculuk Talep Yönetimi (YTY) ortaya çıkmıştır. Bahsi geçen sorunların ortaya çıkardığı problemleri azaltmak amacıyla YTY bünyesinde çeşitli alt stratejiler kullanılmıştır. Tele çalışma bu alt stratejilerden birisidir.

Büyük şirketler, halihazırda en azından bazı iş grupları için hafta içi 08:00-17:00 arasındaki klasik işyerine gelmek ve gitmek yerine çalışanların işyerinin fiziki sınırlarından bağımsız bir şekilde istediği yerden, hatta evinden, işini yapma fikrini kabul etmiş durumdadırlar. Genel mantık, yapılması gereken görevin tamamlanmasıdır. Bu amaçla mutlaka işyerine gelinmesine, orada bir yer işgal edilmesine, bunun için gerekli kira, elektrik-su-ısınma giderlerine bütçe ayrılmasına gerek olmadığı gerçeği kavrandı. Bu durumun çalışan açısından da bir çok avantaj içerdiği gerçeği ortaya çıktı. Örneğin sabah-akşam trafik yoğunluğuna katlanmaması, işini evinde rahat bir ortamda istediği zaman diliminde gerçekleştirmesi, kendine ve ailesine zaman ayırması ve belki de işini erken bitirip boş zaman kazanarak bazı sosyal aktivitelere katılması vb. YTY açısından da bu çalışanların ev-iş arasındaki özel araçlarıyla yapacakları yolculukları gerçekleştirmemelerinden dolayı trafikte rahatlama ve bu sebeple ulaşım sürelerinin kısalması gibi sonuçları doğurabileceği sonucuna varıldı. Elbette, unutulmamalıdır ki, bu tür uzaktan çalışmaya yani kısaca tele çalışmaya teknolojideki gelişmeler sebep olmuştur. Bu avantajların ve sonuçların farkına varan hem işyerleri, hem de trafik yoğunluğunu azaltma potansiyelini dikkate alan yerel ve ulusal yönetimler tele çalışmanın yaygınlaşması açısından teşvikler çıkarmaya başlamışlardır. Bu yüzden tele çalışma Avrupa ve Amerika gibi ülkeler de yaygın kullanım alanı bulmuş, önceleri düşük seviyede olan tele çalışma ve bu amaçla verilen teşvikler, gün geçtikçe artmaktadır (Garlin, 2007, Çelik, 1999 ve Martino ve Wirth, 1990). Ancak, ülkemizde yeni ve çok düşük oranda olan tele çalışma, Covid-19'un pandemiye dönüşmesiyle hem Türkiye'de hem de dünyada pandemi şartlarının gereği bir mecburiyet olarak ortaya çıkmış ve tele çalışmanın avantajları görülmüştür. Öyleki, bazı işyerleri en azından uygun olan bazı çalışanlar için bu durumun kalıcı olabileceği konusunu düşünmeye ve uygulamaya başlamışlardır. Tele çalışma uygulamaları, hem çalışanların güvenliğini ve sağlığını koruyup işyerinin üretim sürekliliğini bozmamakta, hem de Covid-19 virüsünün kalabalık bir gruba yayılmasına engel teşkil ederek hükümetlerin resmi önlemlerine destek sağlamaktadır. Diğer bir deyişle, tele çalışma, hem hükümetlerin başlattığı maske ve sosyal mesafe kuralı ile hastalık riskini aza indirmenin en etkili yollarından olurken, hem de işyerlerinin üretim ve faaliyetlerinin devamını sağlayabilmektedir. Böylece teknolojinin desteğiyle Covid-19 pandemisine karşı tele çalışma uygulamalarının bir çözüm olabileceğini kavrayan şirketler he geçen gün artmaktadır. Mesela Facebook şirketinin CEO'su Mark Zuckerberg, 2020 yılı Temmuz ayında yeni tele çalışmayla işe başlayacak pozisyonların açılacağını ve önümüzdeki 5-10 yıl içinde Facebook çalışanların yarısını tele çalışma ve/veya farklı uzaktan çalıştırmayı amaçladıklarını bildirmiştir. Bir başka örnek olan Microsoft, Japonya'da bir uygulama başlatarak haftada 5 gün yerine 4 gün olan çalışma başlatmış ve Covid-19 sonrası işyerleri normal düzenine girdiğinde ise "hibrid" çalışma organizasyonuna geçileceğini ve böylece, isteyen personelin 2020 yılı Ekim ayına kadar seçim yaparak evden çalışmayı seçebileceği konusunda serbest bırakmıştır. Amazon, Google, Twitter şirketleri de, Microsoft gibi, personellerine evden çalışabilme seçeneği sunmaktadırlar. Covid-19 pandemisi esnasında Barclays Bankası 80 bin personelinden yaklaşık 70 binini test için evden çalıştırmıştır. Mastercard ise, personelinin çoğunun kendi belirleyecekleri bir zamana kadar isterlerse uzaktan çalışabileceği seçeneğini sunmuştur.

Facebook ve Google'dan sonra Fujitsu firması da pandeminin yeni normalini örnek göstererek, Japonya'daki ofis sayılarını yarıya düşüreceğini ve "iş hayatının değişim programı" ile 80.000 personeline sürekli bir esneklik sağlayabileceğini duyurmuştur. Bu değişim çerçevesinde Fujitsu firmasının çalışanlarının iş saatleri esnek olabilecek ve evden çalışmanın mümkün olabileceği her yerde bu program standart bir hale gelecektir (Görmüş, 2020).

Tele çalışma kavramı, Avrupa ve Amerika ülkelerine kıyasla ülkemiz için yeni bir kavramdır. Ancak Covid-19 ve beraberinde getirdiği pandemi koşulları tele çalışmanın dünyada ve ülkemizde yaygın kullanım alanı bulmasına sebep olmuştur. Hatta bazı şirketler bu sayede tele çalışmanın kendilerine ve çalışanlarına getirdiği avantajları kavradıklarından dolayı bazı şirketlerde kalıcı olabileceği görüşü hakim olmaya başlamıştır. Bu çalışmada, çeşitli ülkelerde birçok başarılı örnekleri bulunan yolculuk talep yönetimi alt stratejisi olan tele çalışmanın yardımıyla Türkiye trafik yükünün muhtemel azaltma etkileri detaylı olarak araştırılmıştır.

2. TELE ÇALIŞMA

Uluslararası Çalışma Örgütü tele çalışmayı "işyeri merkezinden uzak bir mekânda, işyerindeki işçilerden ayrı yapılan ve yeni teknolojilerin bu ayrılmayı iletişim olanakları sağlayarak temin ettiği bir çalışma şekli" olarak açıklamıştır. İrlanda'nın tele çalışma konusundaki Milli Danışma Konseyi ise tele çalışmayı, "işin fiziki mekândan bağımsız olarak bilgi işlem teknolojileri kullanılarak yapıldığı bir çalışma biçimi" şeklinde belirtmektedir. Tele çalışma, çalışan kişilerin kendi evlerinden veya uydu ofislerde çalışmalarını sağlayarak, ev-iş arası yolculuklarını azaltmayı hedefler. Stratejiyi uygulamak için gerekenler; organizasyon, mekân ve teknolojidir (Bently vd., 2016 ve Sato, 2019). Tele çalışma üzerinde çalışmaların doğuşu 1970'li yıllarda Nilles tarafından ortaya atılmıştır. Nilles petrol krizi ile beraber enerji tüketimini, iş yerine yapılan ulaşımın yerini sanal iletişimin yer almasını isteyerek hem ulaşım talebini hem de özel araç kullanımını azaltmayı hedeflemiştir.

Bilgi ve iletişim teknolojilerinin başardığı en önemli değişikliklerden biri, çalışanların her zaman ve her yerde çalışabilmesidir. Ev dahil her yerde çalışabilirler. Bu uygulamaya "tele çalışma" denir. Tele çalışma, işyerine ve işyerinden günlük gezilerin kısmen veya tamamen yerine bilgi teknolojisinin kullanılmasını ifade eder. Tele çalışma farklı tanınlamaları yapılsa da, aslında birbirinden çok farklı olmayan çok fazla terimin kullanılmasına yol açmıştır; "telecommuting", "evden çalışma", "e-çalışma", "sanal çalışma", "uzaktan çalışma", "mesafeli çalışma", "dağıtılmış çalışma", "workshifting" veya "esnek çalışma" gibi bütün terimler aslında tele çalışmayı ifade etmektedir (Görmüş, 2020). Ancak bu kavramlar, birbiriyle ile uyumlu, ancak kısmi olarak eşanlamlı olan farklı çalışma uygulamalarını tanımlamaktadır. Örneğin "tele-çalışma" çalışma haftasının en az bir gününü çalışanın işyerlerinden uzakta olarak düzenli bir şekilde yürütülen çalışma biçimidir.

3.TELE ÇALIŞMANIN KENTSEL TRAFİK YÜKÜNE ETKİSİ

YTY'de hedef, ekonomik ve çevresel çıkarları göz önüne alarak ulaşımın amaçlarını ve stratejilerini yürütmek ve organize etmektir. Diğer bir deyişle, ulaşımın mevcut altyapısından maksimum kapasiteyle, en ekonomik ve çevreci bir şekilde yararlanmaktır. Bunu gerçekleştirmek için, yolculuklar daha verimli ve çevreci türlere yönlendirilmeli ve ulaşım seçeneklerinin kendi içinde verimliliklerinin artırılması gerekmektedir. Bunun için YTY çok dinamik, esnek ve geliştirilmeye açık olmalıdır. Bu çalışmada YTY stratejisi olarak tele çalışma seçilmiştir. Birçok ülkede YTY yaklaşımları yasalarla ve ulusal politikalarla uygulamaya konulmuş ve "yolculuk azaltma yöntemleri" kapsamında araştırmalar yapılmış, maddi destekler ve çeşitli engelleyici uygulamalarla özel araç kullanımını azaltmak ve/vaya kaldırmak için çeşitli yollar denenmiştir ve denenmeye devam edilmektedir. Bu çalışmada YTY stratejilerinden tele çalışmanın, Türkiye trafik yükünü azaltma potansiyeli detaylı olarak incelenmiştir.

Son yıllarda, YTY'nin önemi giderek daha da artmıştır. Yoğun trafik sıkışıklığını ve hava kirliliğini azaltmak ve ulaşımla ilgili sorunları çözmek için YTY üzerinde detaylı çalışmalar yapılmıştır. Bu amaçla hergün artan sayıda şehir, belde ve işletmeler YTY programlarını benimsiyor. Ayrıca,

hükümetler ve birçok eyalet ve yerel bölge YTY için teşvik veriyor veya işverenlerin YTY programlarını işyerlerinde uygulamalarını zorunlu kılacak yaptırımlar getirmeye çalışıyor. Buna en güzel yol gösterici örnek Amerikanın Federal Karayolu İdaresi'ne bir rehber olması için hazırlanmış COMSIS şirketince kestirimci bilgisayar yazılım modeli desteğiyle şekillendirilen, analitik ve ampirik kaynakları bütünleştirerek geliştirilen klavuzdur. Bu kılavuz (AFKI, 2021), YTY geliştirme ve uygulaması için süreçleri öneriyor ve teklifler sunuyor. Etkili YTY stratejilerinin seçimi konusunda rehberlik ederek, daha fazla strateji geliştirmeye yardımcı oluyor. Daha kısa sürede ve daha az hayal kırıklığı ile etkili bir YTY programı seçmeniz için yol gösteriyor. Bir genel bakış ile YTY planlamasının "büyük resminin", ardından hangi stratejilerin belirlenmesinde rehberlik ediyor. İstenen veya gerekli bir yolculuk azaltma elde etmek için mantıklı olan stratejilerin ne kadarına ihtiyaç olduğunu belirlemenize yardımcı oluyor. Bu sayede minimum zaman ve para harcanarak sadece doğru çaba seviyesini seçerek - ne çok az ne de çok fazla olmayan- başarılı bir YTY programının faydalarından yararlanmanız açısından yol gösteriyor.

Bu çalışmanın ana konusu tele çalışma olduğundan YTY stratejilerinden tele çalışmanın kentsel trafik yüküne etkisine odaklanacaktır. Tele çalışma, ulaşımdaki talebi azaltmaya yardımcı olabilecek potansiyel bir tekniktir. Tele çalışma, aşağıdakilere izin veren çeşitli standart dışı istihdam düzenlemelerini içerir: yoğun saatlerde çalışanların evde veya başka yerlerde çalışmasını sağlayarak karayolundaki yolculukları kaldırarak, trafik tıkanıklık seviyelerinin azaltılmasına, hava kalitesinin iyileştirilmesine ve enerji tüketiminin azaltılmasına katkıda bulunmak. Telekomünikasyon programları işverenlere de fayda sağlayabilir ve ofis alanı ihtiyaçlarını azaltarak, üretkenliği artırarak ve daha fazlasına izin vererek çalışanların bireysel çalışmaları için esneklik kazandırabilir. Yukarıda belirtildiği gibi trafik sıkışıklığı ve hava kalitesi çoğu kentte en önemli problemler arasındadır. Kentlerdeki trafik yükünün azaltılmasında tele çalışma etkili olabilir.

Bu çalışma sadece tele çalışma stratejisinin uygulanmasını içerdiğinden, tele çalışmanın etkisini tespit etmek adına çalışanların çalışma programlarına göre çalışma haftasının belirlenen günlerinde tele çalışma ile evden çalışabilecek olanlar belirlenirse ilgili tablolara göre (AFKI, 2021);

Yolculuk Azalması yüzdesi (VTR1), aşağıda belirtildiği gibi hesaplanabilir;

$$VTR1 = Tele\ çalışan\ yüzdesi\ x\ TCK \quad (1)$$

burada TCK, tele çalışma katsayısı olup Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Tele çalışma katsayısı (TCK) (AFKI, 2021)

Tele çalışma gün sayısı	Tele çalışma katsayısı (TCK)
1	0,2
2	0,4
3	0,6
4	0,8
5	1

Başlangıç ortalama araç kullanımı (AVR0), yolculuk yapan kişilerin toplam sayısının, bu yolculukları gerçekleştirmek için trafiğe çıkacak araç sayısına oranı olarak tarif edilmektedir;

$$AVRO = \frac{toplam\ yolculuk\ yapan\ kişi\ sayısı}{bu\ yolculuklar\ için\ trafiğe\ çıkan\ araç\ sayısı} = \frac{YS}{VT0} \quad (2)$$

Asıl amacımız yolculuklar için trafiğe çıkan araç sayısını azaltmak olduğuna göre hedef ortalama araç kullanma seviyesi (AVRH) ise, AVR0 değerinden daha büyük olarak belirlenmeli ve seçilen YTY stratejisi ile bu hedef sağlanmaya çalışılmalıdır.

Bu durumda tele çalışma stratejisi sonrası gerçekleşecek ortalama araç kullanımı, AVR1, Denklem 3 yardımıyla hesaplanır. Sonra, strateji sonrası yolculuk için trafiğe çıkan araç sayısı, VT1 ise Denklem 4 yardımıyla tespit edilir.

Strateji sonrası değerler aşağıdaki denklemler yardımıyla hesaplanır;

Strateji sonrası ortalama araç kullanımı (AVR1),

$$AVR1 = \frac{AVR0}{(1-VTR1)} \quad (3)$$

ve strateji sonrası yolculuk için trafiğe çıkan araç sayısı

$$VT1 = VT0x(1 - VTR1) \quad (4)$$

burada VTO, pik saatteki araç yolculuğunu gösterir.

Tele çalışmanın kentsel trafik yüküne etkisini incelemek için parametreler sırasıyla;

1. Tele çalışan yüzdesi
2. Tele çalışma gün sayısı
3. Başlangıçtaki yoğun saatteki trafiğe çıkan araç sayısı, VTO
4. Başlangıç ortalama araç kullanımı, AVR0

Bu parametrelerin incelenmesi sonucu tele çalışma sonrası hesaplanacak veriler ise;

1. Gerçekleşecek yolculuk azalması yüzdesi, VTR1
2. Gerçekleşecek ortalama araç kullanımı, AVR1
3. Gerçekleşecek yoğun saatteki trafiğe çıkan araç sayısı, VT1
4. Gerçekleşecek trafikteki azalan otomobil sayısı

Bu çalışmanın konusu olan tele çalışmanın Türkiye trafik yükünü azaltma potansiyelini tespit etmek adına yukarıda belirtilen hesap yöntemi Türkiye'ye uygulanacak ve tele çalışmanın uygulanmasıyla Türkiye trafiğinden yoğun saatlerde muhtemel uzaklaştırılabilecek araç sayları tespit edilmeye çalışılacaktır.

4.TELE ÇALIŞMANIN TÜRKİYE TRAFİK YÜKÜNÜ AZALTMA POTANSİYELİ

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK)'in 2021 kayıtlarına göre sadece Eylül ayındaki trafiğe kayıt edilen taşıtların %47,8'lik kısmını otomobil, %29'luk oranını motosiklet, %12,3 oranını kamyonet, %7,2'lik kısmını traktör, %2,3'ü kamyon, %0,9'u minibüs, %0,4'lük oranını otobüs ve %0,1'ini de özel amaçlı taşıtlar oluşturmaktadır. Trafiğe kayıt yapılan taşıt sayısı ise bir önceki ay olan Ağustos ayına göre %3

azalmıştır. Sadece 2021 Eylül ayında trafiğe kayıt yapılan 92.996 adet taşıtın 30.526 adeti İstanbul'a, 7.235 adeti ise Ankara'ya, 6.394 adeti İzmir'e, 4.139 adeti Antalya'ya ve 3.717'si ise Bursa'ya kayıt olmuştur ve sadece İstanbul'a 2021 yılı Eylül ayında kayıt olan araç sayısı 71 ilin toplamına kayıt olan araç sayısı kadardır (TUİK, 2021). İstanbul'a bir yılda trafiğe çıkan araç sayısı Türkiye'deki 20 ilin nüfusunun toplamından fazlasına eşittir.

Otomobil ve diğer motorlu kara taşıtları hakkında fikir vermesi açısından 2021 Eylül ayı TUİK verileri incelendiğinde Türkiye genelinde toplam motorlu araç sayısı 22.022.960 adet olup bunun 13.591.103 adeti otomobil olarak göze çarpmaktadır. Şehirler bazında incelendiğinde ilk üç sırayı İstanbul (3.146.946 adet), Ankara (1.647.864 adet) ve İzmir (855.713 adet)'in aldığı görülmektedir. Bu üç ilde bulunan otomobillerin sayısı 5,6 milyon (toplam otomobil sayısının yüzde 41,6'sı) ve toplam araç sayısı ise 8,46 milyondur (toplam araç sayısının yüzde 34'ü). Yıllara göre otomobil ve diğer motorlu kara taşıtları sayıları incelendiğinde (bakınız Tablo 3. 4) sadece 2011-2020 döneminde Türkiye genelinde toplam otomobil sayısı yaklaşık 5 milyon artarken (ki bu sayı 2004 yılındaki Türkiye'nin toplam motorlu kara taşıtları sayısının yaklaşık yarısı kadardır), söz konusu artış miktarı İstanbul, Ankara ve İzmir için sırasıyla 1,1 milyon, 598 bin ve 285 bin olarak (toplam artışın yüzde 40'ı) gerçekleşmiştir. 2021 Eylül ayı baz alındığında trafiğe kaydı yapılan taşıtların illere göre dağılımı incelendiğinde İstanbul, Ankara ve İzmir ile birlikte ilk 10'da yer alan Antalya, Bursa, Muğla, Adana, Gaziantep Mersin ve Manisa şehirleri ön plana çıkmaktadır ve bu illerin toplamı %66,6 ve diğer 71 ilin toplamı ise %33.4'tür. Ayrıca adı geçen illerdeki otomobillerin toplam sayısı yaklaşık 8,2 milyona (toplam otomobil sayısının yüzde 60'ına), toplam araç sayısı ise 11,5 milyona (toplam araç sayısının yaklaşık yüzde 46'sına) erişmektedir (TUİK, 2021).

Günümüzde Türkiye'nin en kalabalık kenti 13,8 milyonluk nüfusu (yüzde 18,3) ile İstanbul olup, İstanbul'u sırasıyla yaklaşık 5 ve 4 milyonluk nüfus ile Ankara (yüzde 6,6) ve İzmir (yüzde 5,3) takip etmektedir. Toplam nüfusu yaklaşık 22,8 milyon olan bu üç büyükşehir, ülke nüfusunun yüzde 30,2'sini barındırmaktadır (Cirit, 2014). Bu üç büyükşehir sosyal ve ekonomik olarak büyüklüklerinin yanında nüfusu, toplam araç sayısı ve ulaşım istatistikleri dikkate alındığında ülkemizin en büyük üç kentidir. Bu sebeple özellikle yoğun saatlerde ciddi trafik sıkışıklıkları yaşanmaktadır. Dolayısıyla bu çalışma bu üç kente odaklanmış ve bu kentlerdeki ev-iş bazlı otomobil yolculuklarının sebep olduğu trafik yükünü tele çalışma ile azaltma potansiyeli tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu kapsamda detaylı günlük ev-iş bazlı otomobil yolculuk sayıları tespit edilmiş olup, İstanbul için 1.636.329, Ankara için 1.500.000 ve İzmir için 588.715 olarak ve Türkiye için 3.725.044 alınmıştır (EGO, 2021, İETT, 2021 ve İzmir Belediyesi, 2021).

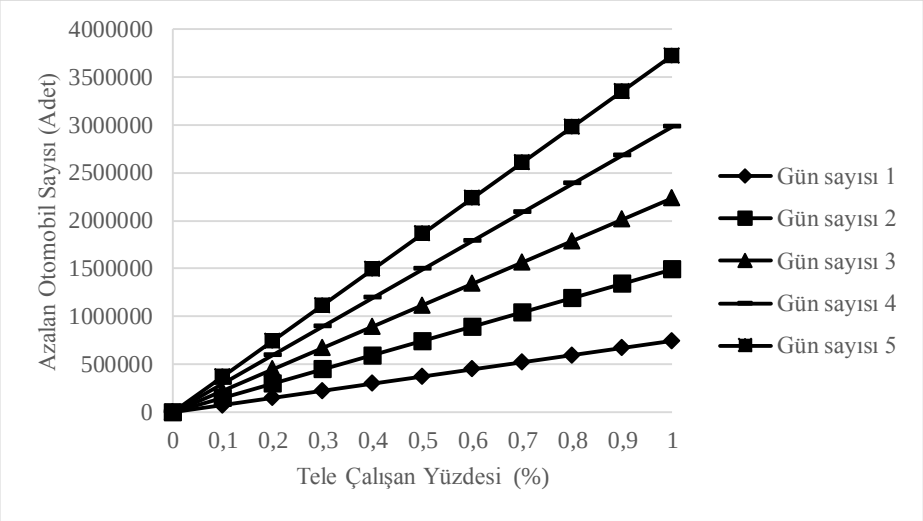
Hesaplamalar sonucunda tele çalışmanın Türkiye genelindeki trafik yükünü temsil eden bu üç şehirdeki trafik yüküne iyi yönde olabilecek etkilerinin detaylı incelenmesi için Tablo 2 oluşturulmuştur. Ancak yapılan araştırmalar özellikle Covid-19 pandemisi dolayısıyla aslında toplu taşıma kullanımın azaldığını ve genel olarak trafiğe çıkan otomobil sayısının ciddi oranda arttığını göstermektedir. Tablo 2 tele çalışan yüzdesi ve tele çalışma gün sayısının muhtemel gerçekleşebilecek yolculuk azalması yüzdesine, gerçekleşebilecek yoğun saatteki trafiğe çıkan araç sayısına ve gerçekleşebilecek trafikteki azalan otomobil sayısına etkilerini göstermektedir. Tahmin edileceği üzere, tele çalışma gün sayısı ve tele çalışanların sayıları arttıkça yoğun saatlerde trafiğe çıkan araç sayısında ciddi oranda azalma sağlayarak trafik yükünde rahatlama sağlayabilecektir. Yoğun saatlerde trafiğe çıkan araç sayısındaki bu azalma, tele çalışma gün sayısı 1 gün olması halinde bile evden-işe giden otomobil sayısında için %20'lik bir değerle 745.009 otomobil sayısına denk gelmektedir. Bu sayı tele çalışma gün sayısı 2 gün olması halinde %40 azalma ile 1.490.018 otomobile, 3 gün olması halinde %60 azalma ile 2.235026 otomobile, 4 gün olması halinde %80 azalma ile 2.980.035 otomobile karşılık gelmektedir. Yoğun saatlerde trafiğe çıkan araç sayısındaki bu azalma, Amerika Federal Karayolu İdaresi için hazırlanan klavuzun (AFKI, 2021) ekindeki tablolarda araç paylaşımı, toplu taşım program desteğinin farklı seviyelerinde bile bu oranlarda yüksek azalmalarla karşılaştırıldığında oldukça yüksek kalmaktadır ve daha etkili sonuçlar doğuracağı kesindir. Yoğun saatlerde trafiğe çıkan araç sayısındaki bu azalma Türkiye trafik yükünün hafiflemesinde çok etkili olabilecektir. Yukarıda anlatılan verileri desteklemek adına Şekil 1'de Türkiye için tele çalışan yüzdesinin ve gün sayısının trafikte azaltabileceği otomobil sayısı, Şekil 2 ve Şekil 3'te ise Türkiye için tele çalışma gün sayısı sırasıyla 2 ve 3 için trafikteki araç sayısının tele çalışan yüzdesine göre değişimi ve Şekil 4'te ise Türkiye için tele çalışan yüzdesinin ve gün sayısının yolculuk

azalması yüzdesine etkisi grafiksel olarak sunulmuştur. Yapılan hesaplamalar literatürde yayınlanan çalışmalarla (Hatipoğlu, 2016 ve Hatipoğlu ve Öztürk, 2012) karşılaştırılmış ve çok güzel bir uyum içerisinde olduğu sonucuna varılmıştır.

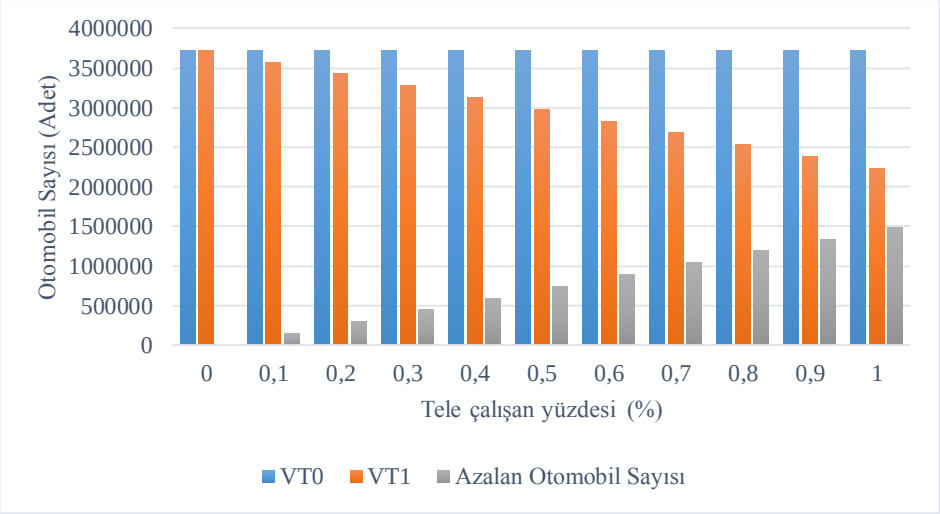
Tablo 2. Türkiye için tele çalışan yüzdesinin ve gün sayısının trafik yüküne etkisi

Tele çalışan yüzdesi	Tele çalışma gün sayısı	TCK	VTR1	AVR0	AVR1	VTO	VT1	Azalan otomobil sayısı
0	1	0,2	0	3,25	3,25	3725044	3725044	0
0,1	1	0,2	0,02	3,25	3,32	3725044	3650543	74501
0,2	1	0,2	0,04	3,25	3,39	3725044	3576042	149002
0,3	1	0,2	0,06	3,25	3,46	3725044	3501541	223503
0,4	1	0,2	0,08	3,25	3,53	3725044	3427040	298004
0,5	1	0,2	0,1	3,25	3,61	3725044	3352540	372504
0,6	1	0,2	0,12	3,25	3,69	3725044	3278039	447005
0,7	1	0,2	0,14	3,25	3,78	3725044	3203538	521506
0,8	1	0,2	0,16	3,25	3,87	3725044	3129037	596007
0,9	1	0,2	0,18	3,25	3,96	3725044	3054536	670508
1	1	0,2	0,2	3,25	4,06	3725044	2980035	745009
0	2	0,4	0	3,25	3,25	3725044	3725044	0
0,1	2	0,4	0,04	3,25	3,39	3725044	3576042	149002
0,2	2	0,4	0,08	3,25	3,53	3725044	3427040	298004
0,3	2	0,4	0,12	3,25	3,69	3725044	3278039	447005
0,4	2	0,4	0,16	3,25	3,87	3725044	3129037	596007
0,5	2	0,4	0,2	3,25	4,06	3725044	2980035	745009
0,6	2	0,4	0,24	3,25	4,28	3725044	2831033	894011
0,7	2	0,4	0,28	3,25	4,51	3725044	2682032	1043012
0,8	2	0,4	0,32	3,25	4,78	3725044	2533030	1192014
0,9	2	0,4	0,36	3,25	5,08	3725044	2384028	1341016
1	2	0,4	0,4	3,25	5,42	3725044	2235026	1490018
0	3	0,6	0	3,25	3,25	3725044	3725044	0
0,1	3	0,6	0,06	3,25	3,46	3725044	3501541	223503
0,2	3	0,6	0,12	3,25	3,69	3725044	3278039	447005
0,3	3	0,6	0,18	3,25	3,96	3725044	3054536	670508
0,4	3	0,6	0,24	3,25	4,28	3725044	2831033	894011
0,5	3	0,6	0,3	3,25	4,64	3725044	2607531	1117513
0,6	3	0,6	0,36	3,25	5,08	3725044	2384028	1341016
0,7	3	0,6	0,42	3,25	5,60	3725044	2160526	1564518
0,8	3	0,6	0,48	3,25	6,25	3725044	1937023	1788021
0,9	3	0,6	0,54	3,25	7,07	3725044	1713520	2011524

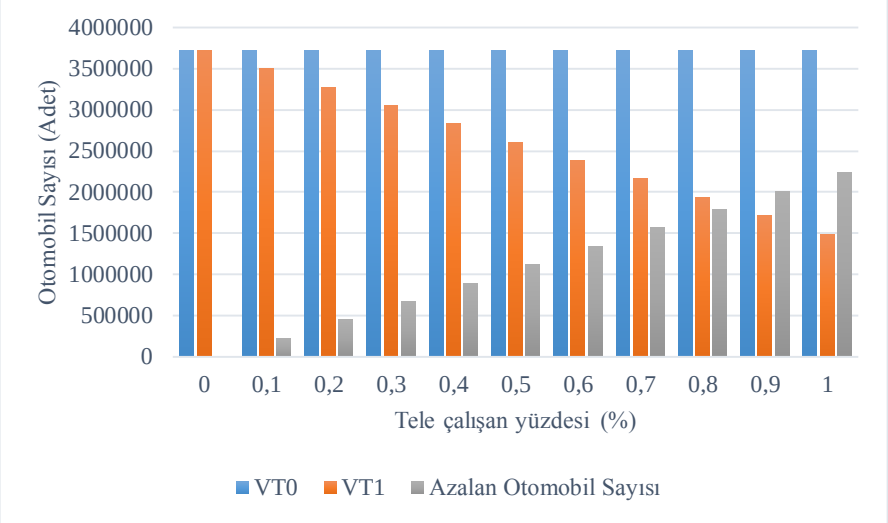
1	3	0,6	0,6	3,25	8,13	3725044	1490018	2235026
0	4	0,8	0	3,25	3,25	3725044	3725044	0
0,1	4	0,8	0,08	3,25	3,53	3725044	3427040	298004
0,2	4	0,8	0,16	3,25	3,87	3725044	3129037	596007
0,3	4	0,8	0,24	3,25	4,28	3725044	2831033	894011
0,4	4	0,8	0,32	3,25	4,78	3725044	2533030	1192014
0,5	4	0,8	0,4	3,25	5,42	3725044	2235026	1490018
0,6	4	0,8	0,48	3,25	6,25	3725044	1937023	1788021
0,7	4	0,8	0,56	3,25	7,39	3725044	1639019	2086025
0,8	4	0,8	0,64	3,25	9,03	3725044	1341016	2384028
0,9	4	0,8	0,72	3,25	11,61	3725044	1043012	2682032
1	4	0,8	0,8	3,25	16,25	3725044	745009	2980035



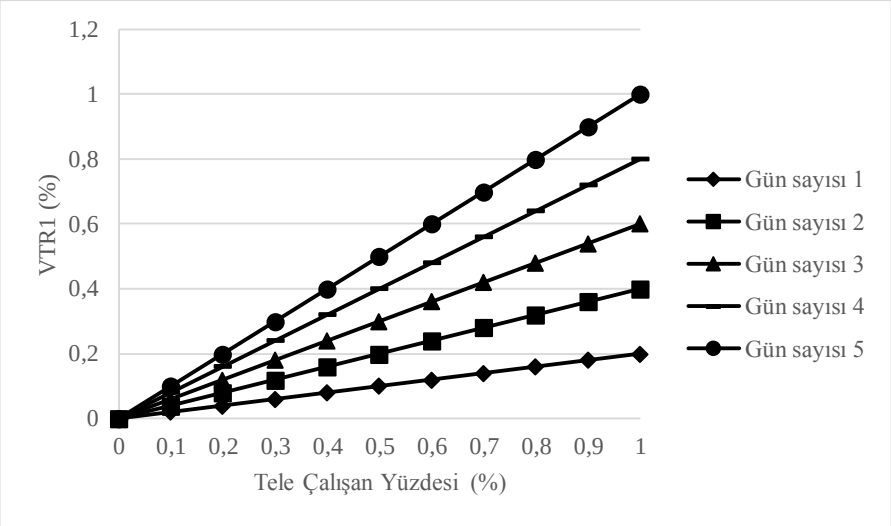
Şekil 1. Türkiye için tele çalışan yüzdesinin ve gün sayısının trafikte azaltabileceği otomobil sayısı



Şekil 2. Türkiye için tele çalışma gün sayısı 2 için trafikteki araç sayısının tele çalışan yüzdesine göre değişimi



Şekil 3. Türkiye için tele çalışma gün sayısı 3 için trafikteki araç sayısının tele çalışan yüzdesine göre değişimi



Şekil 4. Türkiye için tele çalışan yüzdesinin ve gün sayısının yolculuk azalması yüzdesine etkisi

Tablo 2 baz alındığında otomobil ve taksi ile yapılan günlük yolculuk sayısı seçilen 3 büyük kent için yaklaşık 4 milyon değerini bulmaktadır. 2021 verileri bu yolculuk sayısı değerlerinin çok daha fazlası olduğunu göstermektedir. Her ne kadar bu hesaplamalarda örnek teşkil etmesi açısından otomobil ve taksi ile yapılan günlük yolculuk sayısı 3.725.044 adet alınmışsa da burada vurgulanmak istenen ve bu çalışmanın özellikle belirtmek istediği husus Şekil 4'te gösterildiği üzere ev-iş arasındaki toplam otomobil sayısındaki yolculuk azalması yüzdesidir. Sonuç itibariyle 3 günlük tele çalışma ile ev-iş arası yolculuk sayısında %60 azalma sağlanabilir. Bu durum yolculukları gerçekleştirecek otomobil sayısında %60 azalma anlamına gelerek trafik yükündeki rahatlama sonucunu doğurabilme potansiyelini göstermektedir.

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada artan trafik yüküne çözüm bulma yöntemlerinden Yolculuk Talep Yönetimi stratejilerinden tele çalışma incelenmiştir. Tele çalışmanın Türkiye trafik yükünü azaltma potansiyeli araştırılmıştır. Araştırmalar sonucunda ev-iş arasındaki otomobil yolculuk sayısında tele çalışma gün sayısı 2 gün olması halinde %40 azalmaya, 3 gün olması halinde %60 azalmaya, 4 gün olması halinde ise %80 azalmaya sebep olma potansiyeline sahip olabileceği belirlenmiştir. Bu sonuç özellikle İstanbul,

Ankara ve İzmir gibi ev-iş arasında yolculuk yapan otomobil sayısının yüksek olduğu illerde ciddi oranda azalmalara yol açma potansiyelini göstermektedir. Sonuç olarak tele çalışma Türkiye genelinde uygulanırsa yoğun saatlerde trafiğe çıkan araç sayısındaki bu azalma, tele çalışma gün sayısı 1 gün olması halinde bile evden-işe giden otomobil sayısında Türkiye için %20'lik bir değerle en az 745.009 otomobil sayısına denk gelmektedir. Bu sayı tele çalışma gün sayısı 2 gün olması halinde %40 azalma ile 1.490.018 otomobile, 3 gün olması halinde %60 azalma ile 2.235.026 otomobile, 4 gün olması halinde %80 azalma ile 2.980.035 otomobile karşılık gelmektedir. Araştırmalar gösteriyor ki, tele çalışma Türkiye genelinde uygulanırsa ev-iş yolculuk yapan otomobil sayısını ciddi oranda düşürerek trafik yükünde yüksek oranda rahatlama sağlayabilme potansiyeli olduğu tespit edilmiştir. Böylelikle hem ulaşım süreleri kısalacak hem de hava kirliliğinde azalmalar olabilecektir.

KAYNAKLAR

GARLIN, T. (2007). "Travel Demand Management Targeting Reduced Private Car Use: Effectiveness, Public Acceptability and Political Feasibility", Journal of Social Issues 63(1): 139–153.

ÇELİK, F. (1999). "Geçmişte Ülkemizde Uygulanan Yolculuk Talep Yönetimi Yaklaşımları ve bu yaklaşımların Kalıcılığına İlişkin Alınması Gereken Önlemler", 2. Ulaşım ve Trafik Kongresi, Ankara.

MARTINO V.D. ve WIRTH, L. (1990). "Telework: A New Way of Working and Living, International Labour Review, 129(5):529-540.

GÖRMÜŞ, A. (2020). "Kovid-19 pandemisi döneminde sosyal mesafeli çalışma biçimi: Tele-çalışma" Turkish Studies, 15(4):481–496.

https://dx.doi.org/10.7827/TurkishStudies.44261

BENTLEY, TA., TEO, STT., MCLEOD, L., TAN, F., BOSUA, R., GLOET, M. (2016). "The role of organizational support in teleworker wellbeing: a socio-technical systems approach". Appl. Ergon. 52: 207–215.

SATO A. (2019). "Telework and its effects in Japan", The ILO Future of Work series. https://doi.org/10.4337/9781789903751

Amerikan Federal Karayolu İdaresi (AFKI) (2021). "Overview of Travel Demand Management Measures" https://rosap.ntl.bts.gov/view/dot/553/dot_553_DS1.pdf?

https://rosap.ntl.bts.gov/view/dot/2641/dot_2641_DS1.pdf

CİRİT, F. (2014). Sürdürülebilir Kentiçi Ulaşım Politikaları ve Toplu Taşıma Sistemlerinin Karşılaştırılması, İktisadi Sektörler ve Koordinasyon Genel Müdürlüğü, Uzmanlık Tezi.

HATİPOĞLU, S. (2016). "İki farklı kurumda uygulanan yolculuk talep yönetimi stratejilerinin karşılaştırılması", Adıyaman Üniversitesi, Mühendislik Bilimleri Dergisi, 5:60–70.

HATİPOĞLU, S. ve ÖZTÜRK, EA. (2012). "Yolculuk Talep Yönetimi Stratejilerinin Kentsel Trafik Yüküne Etkisi Üzerine Bir Uygulama", SAÜ. Fen Bil. Dergisi, 16(2): 62–68.

[11] Türkiye İstatistik Kurumu (TUİK) web sayfası (2021). https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Motorlu-Kara-Tasitlari-Eylul-2021-37431

[12] EGO web sayfası (2021). https://ego.gov.tr/tr/sayfa/61/istatistikler

[13] İETT web sayfası (2021). https://iett.istanbul/tr/main/pages/istanbulda-toplu-ulasim/95

[14] İzmir Belediyesi web sitesi (2021). https://www.izmir.bel.tr/CKYuklenen/dokumanlar_2018/upi_sonuc_ozeti.pdf

Presentation ID / Sunum No= 6

Poster Sunum

ORCID ID: 0000-0002-5233-4753

Gemilerde Mevcut Uyku Alarmı Sistemlerinin Yeterliliği

Ali Kemal Gözüküçük[1]

[1]*İstanbul Teknik Üniversitesi Denizcilik Fakültesi, gozukucuk17@itu.edu.tr*

Özet

Gemilerde uyku durum tespiti için alarm sistemleri vardır. Denizcilikteki uluslararası ve ulusal kurallar bu alarm sistemlerinin uygulanmasını zorunlu kılar. Bu kuralların ortaya çıkmasının ve güncellenerek geliştirilmesinin sebebi köprü üstünde vardiya tutan personelin uykuya dalmasını ve beraberindeki istenmeyen sonuçları önlemektir. Yapılan incelemelerde, kullanılan alarm sistemlerinin uyku durumu gerçekleştikten sonra tespit aşamasının gerçekleştiğini ortaya koymaktadır. Buna ek olarak bu cihazların kasıtlı olarak ya da kasıtsız olarak manipüle edilebileceği olasılıklar arasındadır. Mevcut sensörlü sistemlerin yeterliliği kişinin hareket durumuna bağlı çalışmaktadır. Yapılan ufak veya büyük hareketler sistemlerin alarm döngülerinin baştan başlamasını sağlamaktadır. Sensör kullanılmayan alarm sistemleri ise zaman döngüsünün sıfırlanması prensibine göre çalışmaktadır. Personelin uyuması, kaza gibi istenmeyen sonuçlara sebep olabilirken, kullanılan alarm sistemlerinin yeterliliği bu durumun önlenmesine yardımcı olabilmektedir. Bu çalışmada gemilerde mevcut kullanılan alarm sistemleri incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Gemilerdeki alarm sistemleri, BNWAS, Uyku,

Adequacy of Existing Sleep Alarm Systems On Ships

Abstract

Ships have alarm systems for sleep due diligence. International and national rules in the marine industry oblige the implementation of these alarm systems. The reason for the emergence and updating of these rules and their development is to prevent the falling asleep of the watchkeeping on the bridge and the accompanying undesirable consequences. In the studies conducted, it is revealed that the detection stage of the alarm systems used occurs after the sleep state has occurred. More further, it is among the possibilities that these devices can be manipulated intentionally or unintentionally. The adequacy of existing sensor systems depends on the person's movement status. Small or large movements made allow the alarm cycles of the systems to start over. Alarm systems that do not use sensors work according to the principle of resetting the time cycle. While the sleeping of the personnel may cause undesirable consequences such as accidents, the adequacy of the alarm systems used may help prevent this situation. In this study, the existing alarm systems used on ships were examined.

Keywords: Shipboard alarm systems, BNWAS, Sleep,

1. GİRİŞ

Dünya mal ticaretinin yüzde %90'ından fazlası denizcilik sektörü ile gerçekleşmektedir [1]. Bu ticaret her geçen gün piyasadaki rekabetin artmasına neden olmaktadır. Bir örnek açısından 2020 ve 2021 başında Çin ile ABD arasındaki siyası olgulardan oluşan durumu sonucunda konteyner fiyatları 2 bin dolar seviyelerinden 10 bin dolar seviyelerine kadar çıkmıştır. Oluşan rekabet ortamında konteynerlara ihtiyacın artması, sabit kurda işlem yapma gibi yeni çözümlerin oluşmasını sağlamıştır. Rekabet gelişim için önemli bir etmen olmakla birlikte negatif etkileri de söz konusudr. Bunlardan birisi de yapılan işin sıklığının artmasıdır. Özellikte denizcilik sektöründe artan iş vardiya tutan personeli etkilemektedir.

Uyku ve yorgunluk yakından ilişkilidir [2]. IMO'nun 12 haziran 2001 tarihli T2/4.2 referansına sahip MSC komitesi tarafından 1014 nolu sirkülerinde yorgunluk tanımlanmıştır [3]. Yazılana göre yorgunluğun kesin bir tanımının olmadığını söylemekle birlikte kabaca tanımı fiziksel ve mental anlamda düşüş olması ve fiziksel ve mental anlamdaki düşüşlerin güce, hıza, tepki zamanına, koordinasyona karar vermeye ve dengeye etki etmesiyle tanımlanır [3]. Gemilerde vardiya tutan personellerin yapılan işin yoğunluğu ve sıklığı sebebiyle yorulması ve beraberinde uyku durumunun oluşması kazalara yol açmaktadır. Gemi çalışanlarını motivasyon, ruhsal ve stres durumu, fiziksel ve duygusal olarak yorgun oluşu, şirket kaynaklı, gemi kaynaklı etkiler ile birlikte çevresel ve psikolojik olarak maruz kaldığı etkiler uyku olarak sonuçlanmasına sebep olabilir.

Gemi çalışanlarını uykusuna sebep olabilecek etkiler vardır. MSC tarafından yayınlanan 1014 numaralı sirkülerde bu faktörler açıkça belirtilmiştir [4]. Bunlar:

•Çevresel olan faktörler (özellikle hava şartları ve manevraya bağlı olarak gemideki sert dönüşleri veya hareketleri, hava, sert titreşimler, ses ve kötü koşullar altında konaklama)

•Kimyasalların veya yemek tüketimi (alkol alımı, kahve, haplar)

•Psikolojik faktörler (stress, aile özlemi veya endilenme duygusu, görev esnasındaki sorumluluklar)
•Uyku hastalıkları (insomnia)

•Operasyonel faktörler (yükleme boşaltma esnasında oluşan uyku kesintileri)

Aynı sirkülerde yorgunluğun etki ettiği oluşumları categorize ederken 4 genel faktörler

altında sıralamıştır. Bunlar:

•Mürettebata özgü faktörler (yaşam tarzına bağlı olarak değişkenlik göstermektedir.)

•Yönetim faktörleri

•Gemiye özgü faktörler

•Çevresel faktörler

Kişinin kendisine bağlı olan özellikleri de yorgunluğunu etkiler. Bunlar:

•Uyku ve dinlenme

-Uykunun kalitesi, miktarı ve uyku süresi

-Uyku hastalıkları rahatsızlıkları

-Dinlenilen aralar

•Biyolojik saat

•Stresi içermekle birlikte fiziksel ve duygusal faktörler

-Korku

-Monotonluk ve sıkılma içgüdüsü

•Sağlık

-Diet

-Hastalıklar

•Stres

-Kişisel özellikler bilgi ve deneyimler

-Kişisel problemler

-Kişilerarası ikili ilişkiler

•Alınan kimyasallar

-Alkol

-Uyuşturucu(onaylı veya onaysız)

-kafein

•Yaş

•Vardiya çalışmaları ve çalışma programları

•Fiziksel ve mental anlamdaki iş yükü

•Jet lag

Yönetimsel faktörler kıyıda veya gemide ele alınmıştır ve buna bağlı olarak potansiyel yorgunluğun tetikçisi olduğu dile getirilmiştir.Bunlar:

•Organizasyon kaynaklı fakörler

-Personel politikaları

-Kıyıdaki ve yöneticinin rolü

-Evrakişi

-Ekonomi

-Vardiyadaki programlamalar, mesai verilen molalar

-Şirketin kültürü ve yönetim stili

-Kural ve regülasyonlar

-Kaynaklar

-Geminin bakımları

-Mürettebatın seçimi ve eğitilmesi

•Yolculuk ve planlama

-Liman sıklığı

-İki liman arasındaki süre

-Rota

-Rotadaki deniz ve hava koşulları

-Trafik yoğunluğu

-Limandayken görev ve işyükleri

Aynı sirkülerde gemiye özgü faktörlerin geminin yapısına durumlara bağlı olarak iş yükünü değiştirdiğini ve bunun yorgunluğu etkilediği yazılmıştır.

•Geminin tasarımı

•Otomasyon düzeyi

•Yedekleme miktarı

•Ekipmanlara duyulan güven

•Denetleme ve bakımlar

•Geminin yaşı

•Çalışma alanındaki fiziksel konfor

•Makamların lokasyonu

•Gemi hareketi

•Kamaralardaki kişisel konforu

2. BNWAS (BRIDGE NAVIGATIONAL WATCH ALARM SYSTEM)

Bridge Navigational Watch & Alarm System. Amacı vardiya tutan zabitin gözcülük faaliyetini gerektiği gibi yerine getirebilmesi için dizayn edilmiştir [5]. Yapılan SOLAS değişikliği ile birlikte ilk ortaya çıkışı:

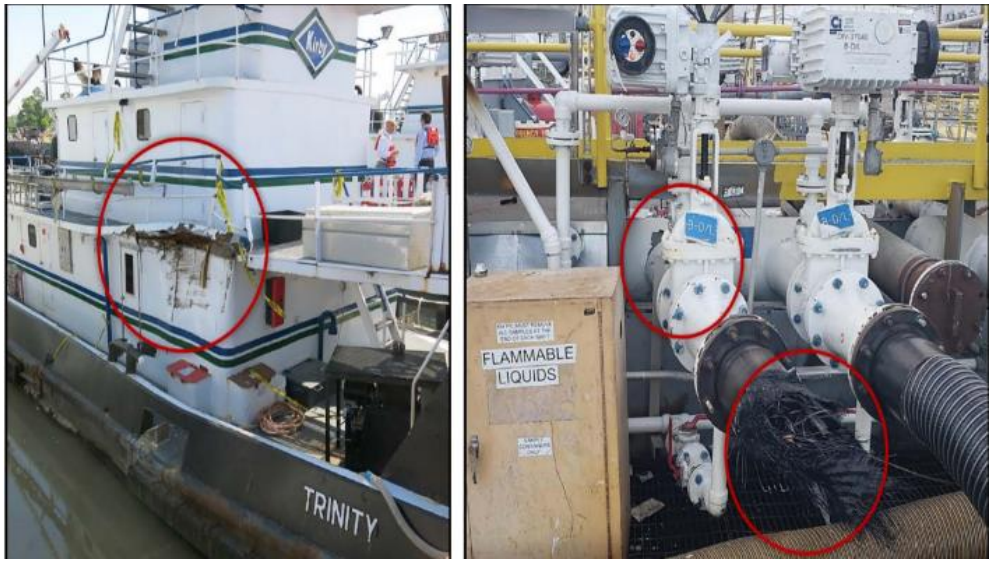
•150GT üzerindeki ve de yapım yılı 01.07.2011 yılından sonra olan tüm yolcu gemilerinin BNWAS bulundurmsaı zorunluluğu kılınmıştır [6].

Kazaların önlenmesi amacıyla personelin uyumasının önlenmesi koşulunun yerine getirmesi için gemilerde alarm sistemleri bulunur [7]. Bu sistemler uluslarası denizcilik örgütünün alt kolu olan msc (Maritime Safety Committee) tarafından yazılan regulasyonlarda açıkça belirtilir. Bulunan alarm sistemlerinin sensörlü veya sensörsüz oluşu bayrak devletlerinin otorite iznine tabiidir. Buna göre bahamalar, singapur PIR kızılötesi sensör kullanılmasını Kabul etmezken Estonya, Almanya, Yunanistan, Marshall ve Türkiye bayrakları BNWAS (Bridge Navigational Watch Alarm System) kullanımında böyle bir kısıtlama belirtmemiştir. Anlaşıldığı üzere kesin olarak bu sistemlerin kullanılması gerekirken bazı durumlar, geminin bayrağına göre değişiklik göstermektedir. SOLAS Regulation v/19 2.2 e göre "The bridge navigational watch alarm system shall be in operation whenever the ship is underway at sea." Gemi sadece seyir durumunda değil underway durumuna girdiği anda yani üzerinde yol bulunduğu anda BNWAS'ın aktif olarak çalışıyor olması gerekmektedir [8]. MSC 75. Resolution 24. Toplantıda her BNWAS'ın manuel on, manuel of ve otomatik özelliklerinin bulunması gerektiği bildirilmiştir. Otomatik durum otomatik pilot sistemi devreye alındığında BNWAS'ın bu değişimi anlayıp sistemi kendiliğinden aktif etmesidir. Manual durumları ise dışardan bir müdahale ile BNWAS'ın açılıp kapatılabilmesidir.

3. ÖRNEK KAZA İNCELEMESİ VE BNWASLARIN YETERLİLİK DURUMU

Mart 2019 da 0408 saatinde Dixie Vandal adli Trinity adlı yakıt bargeına çarpar. Bu olayda yaklaşık 630 bin dolarlık hasar çıkmakla birlikte kazanın kök sebepleri arasında BNWAS'ın gerektiği görevini yerine getirememesi vardır. Açıklanan rapora göre oluşan kazada vardiyacı zabitin sensörlü olan BNWAS tarafından uykuya geçmeden hemen önce hareketini algıladığı ve bu hareketin döngüyü resetlemesine sebep olduğu düşünülmektedir. [9].

Şekil 1. Kaza sonrası Trinity yakıt barcının aldığı hasar

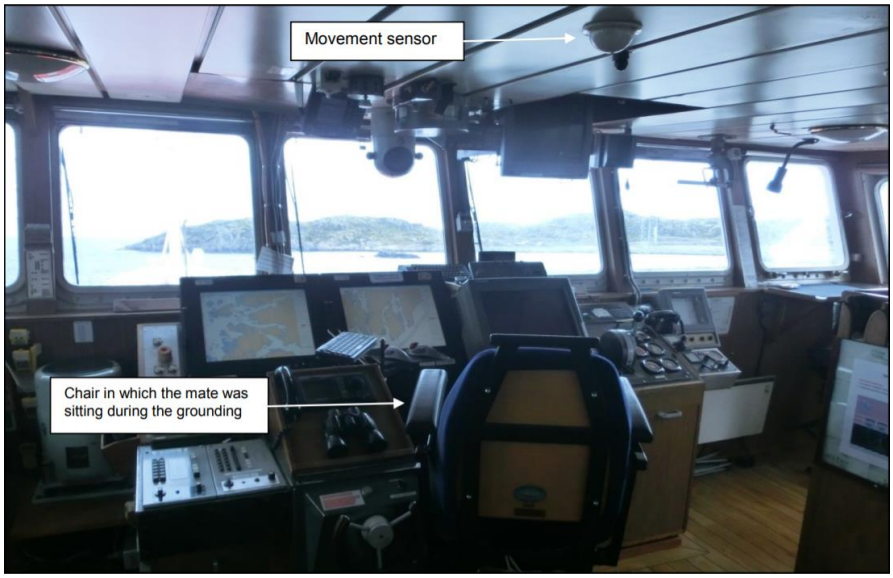


5 ocak 2006 tarihinde Berit isimli konteyner gemisi St. Petersburg'dan Rotterdam'a sefer yapmaktadır ve bu seferde Kiev kanalını kullanacaklardır. Olay ise gece vardiyacı zabitin gözcüyü göndermiş olması ve en kuvvetli neden olan kaptanın anahtarını alarm sisteminde bırakmış oluşunun getirmiş olduğu zabitin alarm sistemini kapatmış olmasıdır. Uykuya dalan zabit geminin oturmasına sebep olmuştur. İlerleyen zamanlarda kaptan olay sonucunda genel alarmı çalıştırmama kararı alıp gemiyi kurtarmıştır ve Rotterdam'da geçici süreliğine bakıma çekilmiştir [10].

Şekil 2. Berit isimli gemimin köprü üstü alarm sistemi

Birleşik krallıkta gerçekleşen kazada Muros adlı gemi oturur. Kazanın kök sebeplerinden birisi sıfırlama düğmesinin usulsüzce kullanılmasından kaynaklanmaktadır. Gözcülük yapan personelin zabitin uyuyan vardiya zabitini uyandırmak yerine zamanlayıcıyı sıfırlamaya başlamıştır bununlar birlikte voice data recorder incelendiğinde ses kayıtlarında iki saatlik sürede bir konuşma olmamıştır[11].

Şekil 3. Muros isimli geminn köprü üstü

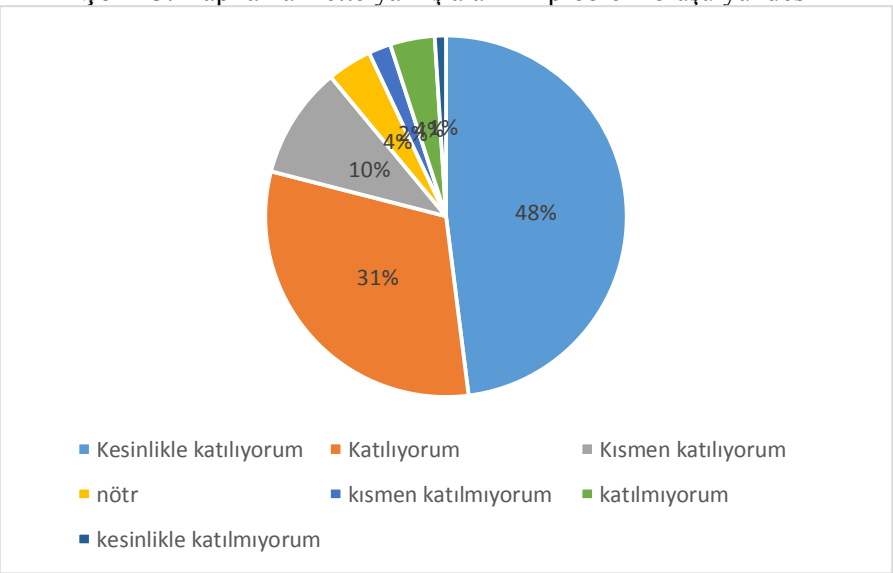


Bu sistemlerin amacı uyuyan personelin uyumasını engellemektir [5].Bununla birlikte sistemler genel durumlar için görevini yerine getirebilmektedir. Özellikle zaman odaklı sensörsüz sistemler vardiyacı personelin uyuyakalmasını engelleyebilmektedir. Bazı BNWAS'lar olası uyku durumunda belirli bir zaman sonra tepki verilmez ise gemideki genel alarmı çalıştırabilir bu da psikolojik anlamda personelin uyumama eğiliminde olmasını sağlayabilir.

Ancak mevcut alarm sistemlerinin yetersiz olduğu durumlar da vardır. Özellikle sensörü cihazların ortalama odaklı değil kişinin hareketinin algılanı algılanmaması prensibine göre çalışması, karadan bir departman tarafından takip edilemiyor oluşu, bazi sensörlü bnwasların sensörlerin önüne cd ve benzeri araçların konularak kolayca manipüle edilebiliyor oluşu, kaza örneğinden de anlaşılabileceği gibi personelin uyumadan önce hareketin algılanması ve uyuma durumunun hemen sonra gerçekleşmesi ve kişinin uykuya ramak kala durumunun yeterince tedbir alınarak olmayışı en büyük sorunlar arasındadır. Bunlarla birlikte bu cihazların yanlış alarm sorunu da göze çarpmaktadır.

2017 yılında Londra üniversitesi ve Shipownerclub tarafından yapılan bir çalışmada gemilerde oluşan yanlış alarmların sorun olabileceği yüzdesi belirtilmiştir. Buna göre yüzde 89 oranında yanlış alarmlar sorun teşkil etmektedir[12].

Şekil 3. Yapılan ankette yanlış alarmın problem oluşu yüzdesi



4. SONUÇLAR

Gemilerde vardiya tutan personellerin çeşitli sebeplerden ortaya çıkan uyku durumunun güvenli seyir amacıyla engellenmesi gerekmektedir. Bu amaçla ortada mevcut sistemler vardır. Bu sistemlerin nasıl olması gerektiği IMO tarafından belirlenirken geminin bayrağı tarafından küçük değişikliklerle uygulanır. Kullanılan BNWAS'ların güvenli seyir için temel yeterlilikleri vardır. Ancak yetersiz kaldığı durumlar da göz önünde bulundurulmalıdır.

KAYNAKLAR

1. https://unctad.org/topic/transport-and-trade-logistics/review-of-maritime-transport

2. Gökdağ M. ve Baş F. İ., (2019). The effect of fatigue and sleepiness upon driver behaviors.

3. IMO, Ref. T2/4.2 MSC/Circ.1014 12 June 2001.

4. http://www.martechnicltd.com/sales/docs/MartechnicLtd_BNWAS_U-WAS_2000_Brochure.pdf,

5. http://erdundenizcilik.com/tr/bnwas.html,

6. IMO, Ref. T2/4.2 MSC/Circ.1014 12 June 2001.

7. IMO MSC/Circ.128(75)

8. SOLAS Regulation v/19 2.2

9. National Transportation Safety Board (NTSB), (2019). Collision of dixie vandal tow with moored trinity and tow.

10. https://assets.publishing.service.gov.uk/media/547c707840f0b602410000a9/Berit.pdf

11.https://assets.publishing.service.gov.uk/media/59e601e7ed915d6aadcdaf18/MAIBInvReport22_2017.pdf

12. Shipowners, (2019). Investigating the effects of bridge alarms.

Presentation ID / Sunum No= 19

Poster Sunum

ORCID ID: 0000-0001-8352-8190

Biyoçözücü Olarak Gliserol

Ayşegül Özkan[1], Prof. Dr. İlkay Koca[1]

[1]Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği
aysegulozkan55@hotmail.com
1Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği
itosun@omu.edu.tr

Özet

Günümüzde, fosil kaynakların kontrolsüz ve aşırı kullanımı sonucunda hem petrol kökenli organik solventlerin üretimi için kaynaklar azalmış, hem de küresel ve çevresel bozulmalarla karşı karşıya kalınmıştır. Bundan dolayı, biyokütlenin değerlendirilmesi yoluyla yeni sürdürülebilir üretim koşulları arayışına başlanmıştır. Çevresel bozulmaları kontrol altına almak, çevre dostu metodolojileri kapsayan prosesleri kullanmak ve tehlikeli reaktifler yerine yenilenebilir kaynaklardan türetilen çözücüleri kullanmak gibi ilkeleri benimseyen yeşil kimya kavramı ortaya atılmıştır. Bu bağlamda, sürdürülebilir üretim yollarını oluşturmak amacıyla fosil kaynaklı, uçucu çözücüler yerine; yeşil kimya kriterlerine uyum sağlayan yeşil solventlerin kullanımı tercih edilmeye başlanmıştır. Gliserol, biyodizel yakıt üretiminde başlıca yan ürün olarak meydana gelen, düşük buhar basıncına sahip, geri dönüştürülebilir, düşük veya sıfır toksisiteye sahip, kolay bulunabilir ve düşük maliyetli yeşil solventlerden biridir. Sahip olduğu bu özellikler sayesinde gliserol, son yıllarda alternatif bir çözücü olarak ilgi görmektedir. Sulu veya derin ötektik olarak hazırlanan çözeltisi biyoaktif polifenoller, flavonoidler, pigmentler, esansiyel yağlar, proteinler, fitokimyasallar, klorofil gibi bileşiklerin ekstraksiyonunda geleneksel çözücülere karşı başarıyla kullanılmaya başlamıştır. Bu derlemede, gliserolün özellikleri ve çeşitli bitki bazlı biyoaktif bileşiklerin ekstraksiyonunda kullanımı ele alınmıştır.

Anahtar Kelimeler: Biyoaktif Bileşikler, Yeşil Kimya, Yeşil Solvent

Glycerol As a Biosolvent

Abstract

Today, as a result of the uncontrolled and excessive use of fossil resources, it has decreased for the production of petroleum-based organic solvents, and global and environmental degradations have been encountered. Therefore, a search for new sustainable production conditions has begun through the utilization of biomass. The concept of green chemistry which adopts principles such as controlling environmental degradation, using processes that include eco-friendly methodologies and using solvents derived from renewable resources instead of hazardous reagents, was introduced. In this context, in order to create sustainable production ways; the use of green solvents that comply with green chemistry criteria has started to be preferred instead of fossil-derived, volatile solvents. Glycerol is the main by-

product in the production of biodiesel fuel. Glycerol is one of the green solvents with low vapor pressure, recyclable, low or no toxicity, readily available and low cost. Thanks to these properties, glycerol has attracted attention as an alternative solvent in recent years. Its aqueous or deep eutectic solution have been successfully used against conventional solvents in the extraction of compounds such as bioactive polyphenols, flavonoids, pigments, essential oil, proteins, phytochemicals and chlorophyll. In this review, the properties of glycerol and its use in the extraction of various plant-based bioactive compounds are discussed.

Keywords: Bioactive Compounds, Green Chemistry, Green Solvent

1. GİRİŞ

Günümüze kadar, kimya, ilaç ve gıda endüstrisinde kullanılan çözücülerin büyük çoğunluğu petrol bazlı fosil yakıtlardan elde edilmiştir. Zamanla fosil yakıtlar yetersiz kalmaya başlamış ve petrol fiyatları da artmıştır (Chemat vd., 2019: 1). Daha da önemlisi, genelde uçucu, toksik, yanıcı ve patlayıcı olan bu çözücüler, hem insan sağlığı hem de çevreye zararlı etkileri nedeniyle kullanımı küresel bir problem haline gelmiştir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO), ABD Çevre Koruma Ajansı (EPA) ve Avrupa Birliği (EU) gibi birçok oluşum, organik çözücü kullanımının yarattığı risk ve etkileri birçok platformda dile getirmiştir (Calvo-Flores vd., 2018: 2). Günümüzde kimya sanayindeki eğilim, organik çözücüler gibi tehlikeli maddelerin kullanımını azaltma ve kimyasal işlemlerde atık oluşumunu yok etme ya da minimum düzeyde tutmaya yöneliktir. Bu amaçla hem endüstride hem de akademik anlamda daha güvenli kimyasal prosesleri ve sürdürülebilirliği sağlamak için yaygın olarak kullanılan organik çözücüler yerine, yeşil çözücüler kullanılmaya başlanmıştır (Oklu vd., 2019: 1).

Yeşil kimya felsefesine uygun olarak, tehlikeli kimyasalların daha çevre dostu alternatif tekniklerle yer değiştirmesi güncel bir konudur (Díaz-Álvarez ve Cadierno, 2013: 56). Son yıllarda su, iyonik sıvılar, süper kritik akışkan sıvılar ve karbonik esterler (dimetil karbonat ve dietil karbonat vb. gibi), çeşitli uygulamalar için çekici çözücüler haline gelmiştir. Çevre üzerinde minimum toksik etkisi olan bu solventler; yanıcı, mutajenik ve uçucu değildir. Dolayısıyla, yeşil çözücülere olan talep hızla artmaktadır. Bu bağlamda, sahip olduğu fizikokimyasal özellikleri nedeniyle gliserol ön plana çıkmaktadır (Kumar ve Srivastava, 2019: 203).

2. YEŞİL KİMYA VE YEŞİL SOLVENTLER

Yeşil kimya kavramı ilk olarak 1990'ların başında ortaya atılmış ve 1993 yılında EPA'da "ABD Yeşil Kimya Programı" tarafından kabul görmüştür (Hernaiz vd., 2010: 9423). Bir çözücünün yeşil olarak kabul edilebilmesi için, yeşil kimyanın kriterlerine uygun olmalıdır. Bu kriterler şu şekilde özetlenebilir (Gu ve Jerome, 2013: 9551, 9552);

a) Kullanılabilirlik: Yeşil bir çözücü piyasada büyük ölçekte ve sürekli mevcut olması gerekir.
b) Fiyat: Geleneksel çözücülere kıyasla daha uygun fiyatta olmalıdır.
c) Geri Dönüştürülebilirlik: Tüm kimyasal işlemlerde, eko-verimli prosedürlerin kullanılmasıyla yeşil bir çözücü tamamen geri dönüştürülebilir olmalıdır.
d) Saflık Derecesi: Yüksek saflıkta çözücü elde etmek için fazla enerji tüketimi isteyen saflaştırma işlemlerini gerektirmeyen teknik dereceli çözücüler tercih edilir.
e) Sentez: Yeşil çözücüler, enerji tasarruf sağlayan bir prosesle hazırlanabilmeli ve sentetik reaksiyonlar yüksek atom ekonomisine sahip olmalıdır.
f) Toksisite: Kullanımı sırasında doğaya serbest bırakıldığında ihmal edilebilir toksisite göstermelidir.
g) Biyolojik Bozunma: Yeşil çözücüler biyolojik olarak parçalanabilmeli ve atık üretimi olmamalıdır.
h) Performans: Yeşil bir çözücünün geleneksel çözücülerle kıyaslandığında benzer ve hatta daha üstün özelliklere (viskozite, polarite, yoğunluk vb. gibi) sahip olması gerekir.
i) Kararlılık: Yeşil bir çözücünün kimyasal proseslerde kullanımı için termal ve (elektro) kimyasal olarak kararlı olması gerekir.
j) Yanıcılık: Yeşil bir çözücü için daha güvenli bir şekilde işleyen prosesler kullanılmalı ve yanıcı olmamalıdır.

k) Depolama: Yeşil bir solventin depolanması ve güvenli bir şekilde taşınması için mevzuata uygun olmalıdır.
l) Yenilenebilirlik: Yeşil çözücüler yenilenebilir hammaddelerden elde edilmelidir.
m) Süre: Ekstraksiyonu daha kısa süreli olmalıdır.
n) Çevreye Etkileri: Çevre kirliliğine yol açmamalıdır.

Yeşil kimyanın gelişimi ve daha sentetik yöntemlerin araştırılması, özellikle kimya endüstrisi için önemlidir. Bu bağlamda, kimyasal işlemlerden kaynaklanan atık ve kirliliğin büyük çoğunluğu, doğrudan kullanılan çözücülerle ilişkili olduğundan, çevre dostu solventlerin kullanılması özellikle tavsiye edilmektedir. Çevre sorununun çözümü ve son yıllarda geleneksel organik çözücülerin değiştirilmesi için çeşitli alternatifler değerlendirilmiştir. Özellikle, geri dönüşümünün mümkün olması, sentezi için yüksek maliyet gerektirmemesi, geniş çapta kullanım alanlarına sahip olması, uçucu ve toksik olmayan özellikleri göz önüne alındığında, ***yeşil çözücüler*** ön plana çıkmaktadır (Díaz-Álvarez vd., 2014: 51; Kutlu vd., 2021: 592). Bu ihtiyacı karşılamak adına geliştirilmiş gliserol, yeni nesil yeşil çözücülerdendir.

3. GLİSEROL VE ÖZELLİKLERİ

Gliserol, 1779'da İsveçli kimyager Carl W. Scheele'nin, zeytinyağı ve doğal kurşun oksidi ısıtırken yanlışlıkla şeffaf ve tatlı kokulu yeni bir sıvı elde etmesi ile keşfedilmiştir. Gliserol, adını Yunanca "glykys" kelimesinden almıştır. Gliserolün IUPAC adı 1,2,3-propantriol ve kimyasal formülü $C_3H_8O_3$'tür (Kumar ve Srivastava, 2019: 203, 204).

Gliserol için yaygın olarak kullanılan diğer isim gliserindir. Gliserol higroskopik, renksiz, kokusuz, viskoz ve tatlı bir polialkoldür. Ucuz, toksik olmayan ve geri dönüştürülebilir doğal bir madde olan gliserol, bitkisel ve hayvansal yağların hidrolizi, sabunlaştırılması ve transesterifikasyonu ile elde edilir (Makris ve Lalas, 2020: 2; Kumar ve Srivastava, 2019: 205).

Gliserol, suda ve küçük zincirli alkollerde çözünen, polar bir çözücüdür. Diğer yandan, etil asetat, diklorometan, dietil eter gibi organik çözücülerde az çözünür ve hidrokarbonlarda tamamen çözünmez. Üç karbon atomunda bulunan üç hidroksil grubu, sudaki çözünürlüğünden ve higroskopik karakterinden sorumludur. Asidik ve bazik bileşiklerin, inorganik tuzların, biyolojik moleküllerin ve metal komplekslerinin çoğunu çözer. Gliserol, normal atmosfer koşulları altında uçucu olmayan bir sıvıdır. Gliserolün yüksek kaynama noktası, yüksek sıcaklıkta gerçekleştirilen kimyasal reaksiyonlar için uygun bir ortam sağlar ve damıtma tekniği ile ürün ayrılmasını kolaylaştırır (Kumar ve Srivastava, 2019: 204).

Yenilenebilir kaynağı ve yüksek polarite, yanıcılık, güçlü hidrojen bağları oluşturma ve hem organik hem de inorganik bileşikleri çözme yeteneği gibi fizikokimyasal özellikleri, gliserolü yeşil bir çözücü olarak önemli bir aday yapar (Díaz-Álvarez ve Cadierno, 2013: 56).

Gliserol çeşitli alanlarda özellikle gıda, farmasötik formülasyonlar ve kozmetiklerde yaygın şekilde kullanılır. Kozmetikte, nemlendirici ve cilt koruyucu olarak işlev görür. Farmasötik olarak, göz tedavisi ile ilgili uygulamalarda ve dermatolojik ürünlerde, gıda sanayinde ise genellikle tatlandırıcı olarak kullanılır (Makris ve Lalas, 2020: 2, 3).

Gliserolün kimya ilaç ve gıda sanayinde kullanımını teşvik eden veya kısıtlayan durumlar söz konusudur. Hidrokarbonlar, eterler ve esterler gibi bazı yaygın organik çözücülerde çözünmemesi; reaksiyon ürünlerinin kolayca ayrılması ve gliserolün daha sonraki reaksiyonlarda yeniden kullanılması olanaklarını sağlar. Bu durum, özellikle geçiş metali kompleksleri tarafından katalize edilen reaksiyonlarda kullanışlıdır. Yüksek sıcaklıklarda bile akustik kavitasyona izin verir ve mükemmel dielektrik özellikler sağlar. Hızlı ve verimli bir ısıtma sağlamakla birlikte, hem kütle transferini hem de reaksiyon kinetiğini destekler. Ayrıca yüksek kaynama noktası sayesinde, buharlaşma nedeniyle meydana gelen çözücü kayıpları önlenmiş olur ve yüksek sıcaklıklardaki reaksiyonların gerçekleşmesine olanak sağlar (García vd., 2014: 1009). Bu artılarının yanı sıra diğer çözücüler gibi bazı dezavantajlara da sahiptir. Yapısındaki hidroksil gruplarının varlığı nedeniyle oldukça reaktif bir moleküldür ve bu nedenle istenmeyen yan ürünlerin oluşumuna yol açabilir. Yüksek viskozitesi, bileşiklerin düşük sıcaklıkta çözünmesini zorlaştırır. Ancak 60°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda gliserol, daha az viskozdur. Bu nedenle çözücü olarak gliserolün kullanıldığı reaksiyonlar, 60°C'nin üzerindeki

sıcaklıklarda gerçekleştirilmelidir (Kumar ve Srivastava, 2019: 205). Aynı zamanda yüksek yoğunluklu ultrason veya mikrodalga işlemlerinin bağımsız veya kombine olarak kullanılmasıyla da bu problemin üstesinden gelinebilir (García vd., 2014: 1009).

4. ÇÖZÜCÜ OLARAK GLİSEROLÜN KULLANIMI

Birçok endüstri dalındaki katı atıklardan veya tıbbi ve aromatik bitkilerden polifenollerin ve pigmentlerin geri kazanılması için yeşil ve yüksek performanslı bir solvent olarak gliserol sıkça kullanılmaktadır (Makris ve Lalas, 2020: 3). Polifenol ekstraksiyonunda gliserol, tek başına veya yardımcı solvent olarak veya derin ötektik karışımlarda hidrojen bağı donörü olarak görev almaktadır (García vd., 2014: 1009). Derin ötektik solventlerin (DES) bir bileşeni olarak piyasaya sürülmesinden bu yana, hidrojen bağı donörü (HBD) olarak gliserole olan ilgi artmış ve gliserol bazlı DES'ler, polifenol ekstraksiyonunda yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır (Makris ve Lalas, 2020: 8). Gliserol kullanılarak polifenollerin ve biyoaktif maddelerin ekstraksiyonu konusunda birçok çalışma yapılmıştır. Günümüze kadar yapılan bazı çalışmalar aşağıda kısaca özetlenmiştir.

Makris vd. (2016), yüksek miktarda polifenol içeren gıda endüstrisi atıklarından biri olan kırmızı üzüm posasından, biyoaktif bileşiklerin ekstraksiyonu için su/gliserol/tartarik asit karışımını kullanmışlar, tartarik asit (% 0, 1 ve 2) ve gliserol konsantrasyonunun (% 10, 15 ve 20) ekstraksiyon verimine etkisini karşılaştırmışlardır. Çalışmada, Box-Behnken deney tasarımı ve yanıt yüzeyi metodolojisini kullanmışlardır. Tartarik asit ve gliserol arasında sinerjik bir etki olmadığını ve dolayısıyla gliserol konsantrasyonunun artmasıyla toplam polifenol, toplam flavonoid ve toplam pigment veriminin arttığını gözlemlemişlerdir. Sonuç olarak diğerlerine kıyasla, % 20 gliserol içeren çözeltinin üzüm posasından polifenollerin, flavonoidlerin ve pigmentlerin ekstrakte edilmesi işleminde en uygun çözelti olduğunu belirlemişlerdir. Gliserolün, suya göre farklı dielektrik sabitine sahip olduğunu ve suya göre polifenollerin ekstrakte etme yeteneğini olumlu şekilde değiştirebildiğini de bildirmişlerdir (Makris vd., 2016).

Mourtzinos vd. (2016), tarımsal bir yan ürün olan zeytin yaprağındaki biyofenolleri, toplam polifenol verimi ve antiradikal aktivite açısından değerlendirmişlerdir. Bu amaçla çözücü olarak su ve gliserol kullanmışlardır. Aynı zamanda suda çözünür inklüzyon kompleksleri oluşturarak zeytin yaprağı polifenollerinin ekstraksiyonunda geliştirici bir rol oynayan 2-hidroksipropil-β-siklodekstrinleri kullanmışlardır. Gliserol konsantrasyonu, siklodekstrin konsantrasyonu ve sıcaklığı bağımsız değişken olarak almışlar ve Box-Behnken deneysel tasarımı, yanıt yüzeyi metodolojisi kullanarak optimizasyon yapmışlardır. Ekstraksiyon işlemi sonucunda optimum değerleri % 60 gliserol, 60°C ve % 7 siklodekstrin içeriği olarak bulmuşlardır. Siklodekstrin içeren ekstraktların polifenol bileşimini belirlemek için LC-MS analizi de uygulamışlardır. Mevcut ana polifenollerin oleuropein ve oleuropein türevleri olduğunu belirlemişlerdir. Gliserol ve siklodekstrin içeren zeytin yaprağı sulu ekstrelerinin; gıda, kozmetik ve ilaç endüstrilerinde rahatlıkla kullanılabileceğini bildirmişlerdir (Mourtzinos vd., 2016).

Huang vd. (2019), bir yan ürünü olan ve yüksek düzeyde fenolik bileşik içeren pirinç kepeğinden, fenolik bileşiklerin geri kazanımında gliserolü kullanmışlardır. Yanıt yüzeyi metodolojisi ile sıcaklık, gliserol konsantrasyonu ve sıvı-katı oranını optimize etmişlerdir. Ekstraksiyon işlemi sonucunda, optimum değerleri 66,76°C, % 19,47 gliserol konsantrasyonu ve 32,92 mL/g sıvı-katı oranı olarak bulmuşlardır. Fenolik bileşiklerin geri kazanım kapasitesinin; gliserol çözeltisinin viskozitesi, iletkenliği ve yoğunluğu ile bağlantılı olduğunu bildirmişlerdir. Gliserolün pirinç kepeğinden fenolik bileşikleri geri kazanmak için ideal bir yeşil çözücü olduğunu kaydetmişlerdir (Huang vd., 2019).

Sucharitha vd. (2020), merkezi kompozit tasarım kullanarak zeytin yapraklarından sulu gliserol ile oleuropein ekstraksiyonunu sıcaklık ve süre açısından optimize etmişlerdir. Elde ettikleri sonuçları, su ve sulu etanolle karşılaştırmışlardır. Çalışmada maserasyon, mikrodalga destekli ve ultrason destekli ekstraksiyon gibi farklı teknikler kullanmışlardır. Sulu gliserol kullanarak, 60-65°C sıcaklık ve 15-20 dakika sürede ultrason destekli ekstraksiyon ile en yüksek oleuropein elde etmişlerdir (Sucharitha vd., 2020).

Añibarro-Ortega vd. (2021), yan ürün olarak atılan *Aloe vera* yaprak kabuğundan, *Aloe vera*'nın biyoaktif bileşenlerinden biri olan aloesini yanıt yüzeyi metodolojisini kullanarak sulu etanol, propilen glikol ve gliserol ile ekstrakte etmişlerdir. Ekstraksiyonda bağımsız değişken olarak süre (10-210 dakika), sıcaklık (25-95°C), çözücü bileşimi (% 0-100) ve katı-sıvı oranının etkisini incelemişlerdir. Sonuç olarak aloesin konsantrasyonunun en çok propilen glikol ile elde edilen ekstraktlarda bulunduğu ve dolayısıyla aloesin geri kazanımı için en umut verici çözücü olarak kullanılabileceğini bildirmişlerdir (Añibarro-Ortega vd., 2021).

Manousaki vd. (2016), klorojenat bakımından zengin filtre kahve tortusu ile patlıcan ve patates kabuklarından fenoliklerin geri kazanımında, çözücü olarak gliserol ve amonyum asetattan oluşan karışımın etkinliğini test etmişlerdir. Bu çözücünün etkinliğini sulu gliserol (% 80), sulu etanol (% 50), sulu metil alkol (% 50) ve su gibi diğer çevre dostu çözücüler ile karşılaştırmışlardır. Karışımın her üç atıkta da klorojenatları geri kazanmak için daha güçlü olduğunu, ancak flavonoidlerin geri kazanılmasında sadece patlıcan kabuğu ekstraktlarında daha verimli olduğunu kaydetmişlerdir. Patates kabuğu ekstraktlarında, % 80 sulu gliserol en güçlü çözücüyken, filtre kahve tortusu ekstraktlarında % 80 sulu gliserol dışında tüm çözücülerin hemen hemen eşit verimliliğe sahip olduğunu belirlemişlerdir (Manousaki vd., 2016).

Bonacci vd. (2020), zeytinyağı işleme atıklarından, zeytin yaprağı ve olgun zeytinden değerli biyoaktif fenolik bileşikleri, mikrodalga destekli ekstraksiyon yöntemi ile ayrıştırmışlardır. Bu amaçla kolin klorür-üre, kolin klorür-gliserol, kolin klorür-etilen glikol, kolin klorür-laktik asit ve kolin klorür-sitrik asit karışımları ve su kullanmışlardır. Kolin klorür-gliserol karışımının çalışılan diğer DES'ler arasında en yüksek verimi sağladığını bildirmişlerdir (Bonacci vd., 2020).

Fanali vd. (2020), sızma zeytinyağından fenolik bileşiklerin ekstraksiyonunda, çeşitli DES'ler ile geleneksel solvent olarak sulu metil alkolü (3:2, v/v) kullanmışlardır. Çalışmada, kolin klorür-gliserol, kolin klorür-laktik asit, kolin klorür-üre, kolin klorür-etilen glikol, kolin klorür-trietilen glikol ve bunların betain bazlı karışımları kullanmışlardır. Aynı zamanda DES'lere eklenecek su miktarını (% 10, 20, 30, 40, 50 ve 70) ve numune-çözücü oranını (1:1, 2:1 ve 3:1) da optimize etmişlerdir. DES'lerin, metil alkol ile karşılaştırıldığında; fenolik bileşikleri ekstrakte etmede önemli derecede başarılı olduklarını, içlerinden de molar oranı 1:2 olan betain-gliserol karışımının en etkili olduğunu gözlemlemişlerdir. En iyi koşulları % 30 su ve 1:1 numune-çözücü oranı olarak belirlemişlerdir (Fanali vd., 2020).

Ünlü (2021), zeytin yapraklarından geleneksel olmayan ve yeşil bir yöntem kullanarak biyoaktif bileşikleri ekstrakte etmiştir. Yeni nesil yeşil çözücüler ile doğal derin ötektik çözücüleri (NADES), ultrason destekli ekstraksiyonda birlikte kullanmıştır. NADES olarak glikoz-fruktoz-sakaroz-su, glikoz-fruktoz-su, glikoz-sakaroz-su, fruktoz-sakaroz-su, kolin klorür-glikoz-su, kolin klorür-fruktoz-su, kolin klorür-sakaroz-su, kolin klorür-laktik asit, kolin klorür-malonik asit, kolin klorür-etilen glikol ve kolin klorür-gliserol karışımlarını hazırlamıştır. Aynı zamanda NADES tipi, ekstraksiyon sıcaklığı (55, 65 ve 75°C), partikül boyutu (<106, 106-425 ve 425-1400 µm) ve NADES miktarının (% 50, 70 ve 90) toplam polifenol ve toplam flavonoid verimi üzerine etkisini incelemiş, NADES'lerin verimini metil alkol ile karşılaştırmıştır. Optimize koşulları % 50 NADES, 75°C sıcaklık ve 425-1400 µm partikül boyutu olarak belirlemiştir. En yüksek toplam polifenol verimi ve en yüksek toplam flavonoid verimini, kolin klorür-fruktoz-su (5:2:5) karışımında elde etmiştir. En yüksek oleuropein ve kafeik asiti glikoz-fruktoz-su (1:1:11) karışımı ile elde etmiştir. Glikoz-fruktoz-su karışımı ile elde edilen oleuropein ve kafeik asit veriminin, metil alkol ile yapılan ekstraksiyondan çok daha yüksek olduğunu bildirmiştir (Ünlü, 2021).

Kowalska vd. (2021), nane ve ısırgandan polifenol, flavonoid ve klorofil eldesinde, sıcaklık (20, 50 ve 80°C) ve gliserol konsantrasyonu (% 0, 30, 50, 65 ve 80) açısından optimum koşulları araştırmışlardır. Ekstraksiyon verimini absolü ve % 50 etanol çözeltisi ile karşılaştırmışlardır. Gliserol-su sistemlerinin kullanılmasının bir sonucu olarak, etanol kullanımı ile karşılaştırıldığında, daha yüksek konsantrasyonda polifenol, flavonoid ve klorofil içeren ekstrakt elde etmişlerdir. Optimum koşulları nane yaprakları için 50°C sıcaklık ve % 30,5 gliserol konsantrasyonu, ısırgan için 20°C sıcaklık ve % 12,5 gliserol konsantrasyonu olarak belirlemişlerdir (Kowalska vd., 2021).

Fenolik bileşikler dışında farklı bileşenlerin ekstraksiyonunda gliserol bazlı çözücülerin kullanıldığı çalışmalar da mevcuttur. Ozturk vd. (2018), gliserol ve kolin klorürden oluşan DES

karışımını kullanarak narenciyedeki uçucu yağları deterpenasyon ile ayırmışlardır. Çözücü bileşiminin ve saf DES'e karşı su ilavesi ile seyreltilmiş DES'in etkisini de araştırmışlardır. Bu amaçla kolin klorür-gliserol (1:2 ve 1:3), kolin klorür-gliserol (1:2) (% 70) + su (% 30) ve kolin klorür-gliserol (1:3) (% 70) + su (% 30) karışımlarını kullanmışlardır. Saf kolin klorür-gliserol (1:2) karışımının en yüksek ekstraksiyon kapasitesini sağladığını gözlemlemişlerdir. DES'in seyreltilmesiyle, daha düşük dağılım katsayıları ve daha yüksek seçicilik değerleri elde etmişlerdir (Ozturk vd., 2018).

Grudniewska vd. (2018), kolza tohumu ve çuha çiçeği küspesinden gliserol-kolin klorür karışımını kullanarak, farklı sıcaklıklarda (60, 100 ve 140°C) proteinleri ekstrakte etmişlerdir. Aynı zamanda DES ekstraktlarına su ekleyerek, protein açısından zengin çökeltiler elde etmişlerdir. Artan ekstraksiyon sıcaklığı ile çökelti veriminin iyileştiğini gözlemlemişlerdir. 140°C'de kolza tohumu ve çuha çiçeği küspesinden sırasıyla elde ettikleri maksimum verim, % 20 ve % 35'e ulaşmıştır (Grudniewska vd., 2018).

Sakti vd. (2019), fitokimyasallarca zengin olan kabuk tarçın (*Cinnamomum burmannii* Blume) ve Hindistan bakam odunundan (*Caesalpinia sappan*) trans-sinnamaldehit ve kumarin elde etmek için kolin klorür-gliserol bazlı NADES kullanarak optimum ekstraksiyon koşullarını araştırmışlardır. Bağımsız değişken olarak gliserol-kolin klorür oranını, katı-sıvı oranı ve NADES'teki su miktarını seçmişlerdir. Aynı zamanda geleneksel yöntem olarak % 96'lık etanol kullanarak, maserasyon ve geri akış ekstraksiyon yöntemleri ile aralarındaki ekstraksiyon verimliliğini karşılaştırmışlardır. Optimum koşulları; gliserol-kolin klorür 1:2, katı-sıvı oranı 1:8 ve NADES'te % 20 su içeriği olarak belirlemişlerdir. Gliserol-kolin klorür bazlı NADES ekstraktlarından elde edilen trans-sinnamaldehit ve kumarin miktarının, organik solvent olarak kullanılan etanol ekstraktlarından elde edilene göre daha fazla olduğunu kaydetmişlerdir. NADES ekstraktlarındaki trans-sinnamaldehit ve kumarin miktarları sırasıyla 1907,32 ve 1735,68 µg/mL iken en düşük seviyeler, geri akış yöntemi ile yapılan ekstraksiyonda meydana gelmiştir (Sakti vd., 2019).

5. SONUÇ

Endüstriyel ve akademik çalışmalarda kullanılan petrol kökenli solventler, çevreye ve insan sağlığına olumsuz etkilerinin ağır basmasından dolayı yerini yeşil kimyaya bırakmaya başlamıştır. Bu bağlamda yenilenebilir kaynaklardan hazırlanabilen çözücüler giderek daha önemli hale gelmektedir. Gliserol son yıllarda bu amaç için kullanılan yeşil çözücülerdendir. Biyodizel endüstrilerinin bir yan ürünü olan ve yeşil bir çözücünün tüm özelliklerini karşılayan gliserol; gıda, kimya, ilaç, farmasötik, kozmetik vb. gibi sektörlerinde aranan bir solvent haline gelmiştir. Sulu veya derin ötektik çözeltileri ile yapılan son çalışmalarda; hazırlanışının basit ve ucuz olması, minimum miktarlarda solvent kullanımı, azaltılmış atık miktarı ve sürdürülebilir üretimi devam ettirebilmesi sayesinde, organik solventler kullanılarak geleneksel yöntemler ile gerçekleştirilen ekstraksiyonlara nazaran verim artışı sağladığı gözler önüne serilmektedir. Gıda sanayinde fenolik bileşikler başta olmak üzere pigment, protein, mineral gibi birçok bileşenin eldesinde; çevreye zarar vermeden, düşük maliyetle ekstraksiyona imkan veren gliserolün kullanımı giderek artan hızda devam etmektedir. Geleneksel çözücülere göre daha fazla verim sağlayan gliserolle elde edilen ekstraktların, doğrudan gıdalarda kullanılma imkanı ve yenebilir özelliği gelecekte en önemli çözücü olacağını işaret etmektedir.

6. KAYNAKÇA

AÑIBARRO-ORTEGA, M., PINELA, J., C´IRIC, A., LOPES, E., MOLINA, A. K., CALHELHA, R. C., SOKOVI´C, M., FERREIRA, O., FERREIRA, I. C. F. R. and BARROS, L. (2021). "Extraction of Aloesin From *Aloe vera* Rind Using Alternative Green Solvents: Process Optimization and Biological Activity Assessment", Biology, 10 (10): 1-16.

BONACCI, S., GIOIA, M. L. D., COSTANZO, P., MAIUOLO, L., TALLARICO, S. and NARDI, M. (2020). "Natural Deep Eutectic Solvent as Extraction Media for the Main Phenolic Compounds from Olive Oil Processing Wastes", Antioxidants, 9 (6): 1-14.

CALVO-FLORES, F. G., MONTEAGUDO‐ARREBOLA, M. J., DOBADO, J. A. and ISAC‐GARCIA, J. (2018). "Green and Bio‐Based Solvents", Top Curr Chem (Z), 376 (18): 1-40.

CHEMAT, F., VIAN, M. A., RAVI, H. K., KHADHRAOUI, B., HILALI, S., PERINO, S. and FABIANO TIXIER, A. S. (2019). "Review of Alternative Solvents for Green Extraction of Food and Natural Products: Panorama, Principles, Applications and Prospects", Molecules, 24 (3007): 1-27.

CHEN, Y. and MU, T. (2019). "Application of Deep Eutectic Solvents in Biomass Pretreatment and Conversion", Green Energy & Environment, 4 (2): 95-115.

DÍAZ-ÁLVAREZ, A. E., FRANCOS, J., CROCHET, P. and CADIERNO, V. (2014). "Recent Advances in the Use of Glycerol as Green Solvent for Synthetic Organic Chemistry", Current Green Chemistry, 1 (1): 51-65.

DÍAZ-ÁLVAREZ, A. E. and CADIERNO V. (2013). "Glycerol: A Promising Green Solvent and Reducing Agent for Metal-Catalyzed Transfer Hydrogenation Reactions and Nanoparticles Formation", Applied Sciences, 3 (1): 55-69.

FANALI, C., POSTA, S. D., DUGO, L., RUSSO, M., GENTILI, A., MONDELLO, L. and DE GARA, L. (2020). "Application of Deep Eutectic Solvents for the Extraction of Phenolic Compounds From Extra-Virgin Olive Oil", Electrophoresis, 41 (20): 1752-1759.

GARCÍA, J. I., GARCÍA-MARÍN, H. and PIRES, E. (2014). "Glycerol Based Solvents: Synthesis, Properties and Applications", Green Chemistry, 16 (3): 1007-1033.

GRUDNIEWSKA, A., MACEDO DE MELO, E., CHAN, A., GNIŁKA, R., BORATYŃSKI, F. and MATHARU, A. S. (2018). "Enhanced Protein Extraction From Oilseed Cakes Using Glycerol-Choline Chloride Deep Eutectic Solvents: A Biorefinery Approach", ACS Sustainable Chemistry & Engineering, https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acssuschemeng.8b04359, 25.09.2018.

GU, Y. and JEROME, F. (2013). "Bio-Based Solvents: An Emerging Generation of Fluids for the Design of Eco-Efficient Processes in Catalysis and Organic Chemistry", Chemical Society Reviews, 42: 9550-9570.

HERNAIZ, M. J., ALCANTARA, A. R., GARCIA, J. I. and SINISTERRA J. V. (2010). "Applied Biotransformations in Green Solvents", Chemistry A European Journal, 16 (31): 9422-9437.

HUANG, H., WANG, Z., AALIM, H., LIMWACHIRANON, J., LI, L., DUAN, Z., REN, G. and LUO, Z. (2019). "Green Recovery of Phenolic Compounds From Rice Byproduct (Rice Bran) Using Glycerol Based on Viscosity, Conductivity and Density", International Journal of Food Science and Technology, 54 (4): 1363-1371.

KOWALSKA, G., BAJ, T., KOWALSKI, R. and SZYMA´NSKA, J. (2021). "Optimization of Glycerol-Water Extraction of Selected Bioactive Compounds From Peppermint and Common Nettle", Antioxidants, 10 (5): 1-18.

KUMAR, N. and SRIVASTAVA V. C. (2019). "Glycerol as a Green Solvent in Organic Reactions", s. 202-223, (Ed.) INAMUDDIN, MOBİN, R. and ASIRI, A. M., Industrial Applications of Green Solvents, Materials Research Forum LLC, USA.

KUTLU, N., YILMAZ, M. S., İŞCİ, A. ve ŞAKIYAN, Ö. (2021). "Gıdalardan Biyoaktif Bileşiklerin Ekstraksiyonunda Derin Ötektik Çözücülerin Kullanımı", Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 10 (2): 591-597.

MAKRIS, D. P. and LALAS, S. (2020). "Glycerol and Glycerol-Based Deep Eutectic Mixtures as Emerging Green Solvents for Polyphenol Extraction: The Evidence So Far", Molecules, 25 (24): 1-15.

MAKRIS, D. P., PASSALIDI, V., KALLITHRAKA, S. and MOURTZINOS, I. (2016). "Optimization of Polyphenol Extraction From Red Grape Pomace Using Aqueous Glycerol/Tartaric Acid Mixtures and Response Surface Methodology", Preparative Biochemistry and Biotechnology, 46 (2): 176-182.

MANOUSAKI, A., JANCHEVA, M., GRIGORAKIS, S. and MAKRIS, D. P. (2016). "Extraction of Antioxidant Phenolics From Agri-Food Waste Biomass Using a Newly Designed

Glycerol-Based Natural Low-Transition Temperature Mixture: A Comparison with Conventional Eco-Friendly Solvents", Recycling, 1 (1): 194-204.

MOURTZINOS, I., ANASTASOPOULOU, E., PETROU, A., GRIGORAKIS, S., MAKRIS, D. and BILIADERIS, C. G. (2016). "Optimization of A Green Extraction Method for the Recovery of Polyphenols From Olive Leaf Using Cyclodextrins and Glycerin as Co-Solvents", Association of Food Scientists & Technologists, 53 (11): 3939–3947.

OKLU, N. K., MATSINHA, L. C. and MAKHUBELA, B. C. E. (2019). Bio-Solvents: Synthesis, Industrial Production and Applications, IntechOpen, UK.

OZTURK, B., ESTEBAN, J. and GONZALEZ-MIQUEL, M. (2018). "Deterpenation of Citrus Essential Oils Using Glycerol-Based Deep Eutectic Solvents", Journal of Chemical & Engineering Data, 63 (7): 2384-2393.

SAKTI, A. S., SAPUTRI, F. C. and MUN'IM, A. (2019). "Optimization of Choline Chloride-Glycerol Based Natural Deep Eutectic Solvent for Extraction Bioactive Substances From *Cinnamomum burmannii* Barks and *Caesalpinia sappan* Heartwoods", Heliyon, 5 (12): 1-9.

SUCHARITHA, P., SATYANARAYANA, S. V. and REDDY, K. B. (2020). "Pretreatment and Optimization of Processing Conditions for Extraction of Oleuropein from Olive Leaves Using Central Composite Design", Pharmacognosy Research, 11 (2): 178-187.

TOBISZEWSKI, M. (2019). "Analytical Chemistry with Biosolvents", Analytical and Bioanalytical Chemistry, 411: 4359-4364.

ÜNLÜ, A. E. (2021). "Green and Non-conventional Extraction of Bioactive Compounds From Olive Leaves: Screening of Novel Natural Deep Eutectic Solvents and Investigation of Process Parameters", Waste and Biomass Valorization, 12 (3): 5329-5346.

Presentation ID / Sunum No= 27

Poster Sunum

ORCID ID: 0000-0001-9608-5111

Oleojellerin Çikolata ve Çikolata Ürünlerinde Kullanımı

Begüm Ceren Duyan[1], Dr. Öğretim Üyesi Belkıs Tekgüler[2]

[1]*Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği*
begumduyan@gmail.com
[2]*Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği*
belkisg@omu.edu.tr

Özet

Çikolatanın sertlik, kırılganlık, parlaklık gibi özelliklerinden sorumlu olan kakao yağı gıda endüstrisinde yaygın olarak kullanılan vazgeçilmez ve pahalı bir hammaddedir. Kakao yağı çikolata için ideal seçim olsa da artan talep ve yüksek fiyat sebebiyle alternatiflerini bulmak oldukça önemlidir. Kakao yağı ikame maddeleri kakao yağının yerini almak için çikolatada yaygın olarak kullanılmıştır. Bununla birlikte, yüksek miktarda doymuş yağ asidi ve trans yağ asidi içeriği olan bu tür yağların kullanımı sağlıklı beslenme konusunda tüketicilerde endişe yaratmaktadır. Son yıllarda artan tüketici bilinci sebebiyle düşük doymuş yağ asidi içeriğine sahip katı yağ alternatifleri üretmek için farklı yöntemler konusunda çalışmalar yapılmıştır. Bu yollardan biri de yağları oleojelatörlerle yapılandırılan oleojeller kullanmaktır. Oleojelasyon, katı yağın yerini almak ve gıda ürünlerinin besin profilini iyileştirmek için umut verici yöntemlerden biridir. Oleojellerin çikolata ve çikolata ürünlerinde kullanımına ilişkin yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlara göre oleojel içeren çikolata türevli ürünlerin dokusal ve reolojik özellikleri kabul edilebilir seviyelerde bulunmuştur. Yapılan çalışmalarda, oleojel içerikli çikolataların izotermal ve değişen depolama koşullarında yüksek termal ve polimorfik stabilite sergilediği görülmüştür. Ayrıca oleojellerin ısıya dayanıklı çikolata üretmek için kullanılabilir olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmada, çikolata ve çikolata ürünlerinde oleojellerin kullanımı hakkında yapılan çalışmaların sonuçları derlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kakao Yağı, Çikolata, Oleojel, Oleojelatör

Use of Oleogels in Chocolate and Chocolate Products

Abstract

Cocoa butter, which is responsible for the properties of chocolate such as hardness, brittleness and shine, is indispensable and expensive raw material widely used in the food industry. Although cocoa butter is the ideal choice for chocolate, it is very important to find alternatives due to the increasing demand and high price. Cocoa butter substitutes have been widely used in chocolate to replace cocoa butter. However, the use of such oils with high saturated fatty acid and trans fatty acid content raises concerns among consumers about healthy eating. Due to the increasing consumer awareness in recent years, studies have been carried out on different methods to produce solid fat alternatives with low

saturated fatty acid content. One of these ways is to use oleogels whose oils are structured with oleogelators. Oleogelation is one of the promising methods to replace solid fat and improve the nutritional profile of food products. According to the results of the studies on the use of oleogel in chocolate and chocolate products, it was understood that the textural and rheological properties of chocolate derivative products containing oleogel were at acceptable levels. In the studies, it has been observed that oleogel-containing chocolates exhibit high thermal and polymorphic stability under isothermal and changing storage conditions. It has also been found that oleogels can be used to produce heat-tolerant chocolate. In this study, the results of recent studies on the use of oleogels in chocolate and chocolate products were reviewed.

Keywords: Cocoa Butter, Chocolate, Oleogel, Oleogelator

1. GİRİŞ

Çikolata, Theobroma kakao ağacının meyvesinin öğütülmüş fermente çekirdeklerinden elde edilir (Afoakwa vd., 2007:290; Mcshea vd., 2008:631). Taze kakao çekirdeği yaklaşık olarak %32–39 su, %30–32 yağ, %10–15 protein, %5–6 polifenol, %4–6 nişasta, %4–6 pentosan, %2–3 selüloz, %2-3 sakaroz, %1-2 teobromin, %1 asit ve %1 kafeinden oluşur (Kongor vd., 2016:47). Çikolata, sürekli bir yağ fazında şeker ve kakaodan gelen ince katı parçacıkların yarı katı süspansiyonlarıdır. Kakao, süt yağı ve kakao yağı içeriğinde farklılık gösteren bitter, sütlü ve beyaz çikolata, değişen oranlarda karbonhidrat, yağ ve proteine sahip birincil çikolata kategorileridir. (Afoakwa vd., 2007:290). Üretim süreci fermentasyon, kurutma, kavurma, öğütme, tüm bileşenlerin karıştırılması (kakao kütlesi, şeker, kakao yağı, emülgatörler, aroma ve süt bileşenleri), konçlama ve temperlemeden oluşur (Barisic vd., 2019).

Kakao yağı, çikolata ve farklı şekerleme ürünlerinin temel ve yaygın bir bileşeni olup, kakao tohumlarından elde edilen doğal bir yağdır. Kakao çekirdeklerinden kuru ağırlık bazında elde edilen kakao yağı yaklaşık olarak %50-57'dir ve çikolatanın erime özelliklerinden sorumludur. Şekerleme endüstrisinde kullanılan çok değerli bir bileşen olmakla birlikte eşsiz bileşimi sayesinde kakao yağı üretilen ürüne parlaklık, erime özellikleri gibi arzu edilen fiziksel özellikleri verir (Lipp vd., 2001:399; Jahurul vd., 2013). Kakao yağı, nişasta ve palmitik asitten elde edilen yüksek oranda doymuş yağ, eser miktarda kafein ve teobromin içerir. Ayrıca β-tokoferol, α-tokoferol ve γ-tokoferol formundaki E vitamini gibi yağda çözünen antioksidanlar içerir (Naik ve Kumar, 2014). Karakteristik bir kokuya, tada ve soluk sarı renge sahip olan kakao yağı, çikolatada bulunan ve diğer bileşenlerin dağılmasına yardımcı olan önemli ve tek sürekli yağ fazıdır. 25℃ nin altındaki sıcaklıklarda kırılgandır, yaklaşık 34℃ sıcaklıkta yumuşar ve ağızda erir. Bu fizyo-kimyasal özellikler, şekerleme endüstrisinde önemli bir bileşen olmasını sağlar (Naik ve Kumar, 2014). Yağ fazı çikolatadaki tek sürekli faz olması nedeniyle erime davranışından ve diğer tüm bileşenlerin dağılımından sorumludur. Bu nedenle kakao yağının ikamesi çok önemlidir, aynı 'ağız hissini' elde etmek için erime davranışının kakao yağına çok benzer olması gerekir. Kakao yağı alternatifleri, optimize edilmiş bir erime profiline katkıda bulunmalı ve arzu edilen bir doku sağlamalıdır (Gregersen vd., 2015:2;Lipp ve Anklam, 1998). Dünyadaki kakao mahsullerinin yaklaşık %30'unun zararlılar ve hastalıklar tarafından yok olması, iklim değişikliği nedeniyle bozuluyor olması, yağ içeriğinin az olması ve tropik iklime sahip az sayıda ülkede yetiştirilmesi kakao yağını istikrarsız ve pahalı hale getirmektedir (Naik ve Kumar, 2014). Ayrıca arz yetersizliği, ekonomik avantajlar ve bazı teknolojik faydalar, kakao yağının fiziksel ve duyusal özellikleriyle tamamen uyumlu özel yağların geliştirilmesine neden olmuştur (Lipp vd., 2001:399). Çok sayıda yeniden formüle edilmiş bitkisel yağ şu anda kakao yağı eşdeğerleri olarak üretilmekle birlikte potansiyeli toplam kakao yağı pazarının %10'u kadardır. Şekerleme ürünlerinde kakao yağının tamamen veya kısmen değiştirilmesine uygun çok sayıda yağ tanımlanmıştır (Abigor vd., 2003). Fonksiyonel farklılıklar nedeniyle çikolataya eklenen bitkisel yağlar gruplandırılarak kakao yağı eşdeğerleri, kakao yağı benzerleri, kakao yağı yerini tutanlar olarak adlandırılırlar. Kakao yağı alternatifleri, kakao yağının işlevini tamamen veya kısmen yerine getiren yağların genel adıdır. Kakao yağı eşdeğeri, fiziksel ve kimyasal özellikleri bakımından kakao yağına benzeyen ve kakao yağının özelliklerini değiştirmeden her miktarda onunla karıştırılabilen laurik olmayan bitkisel yağlardır. Palm yağı, illipe yağı, shea yağı ve kokum yağı kakao yağı eşdeğeri olarak kullanılan yağlardandır. Kakao yağı benzerleri (hindistan

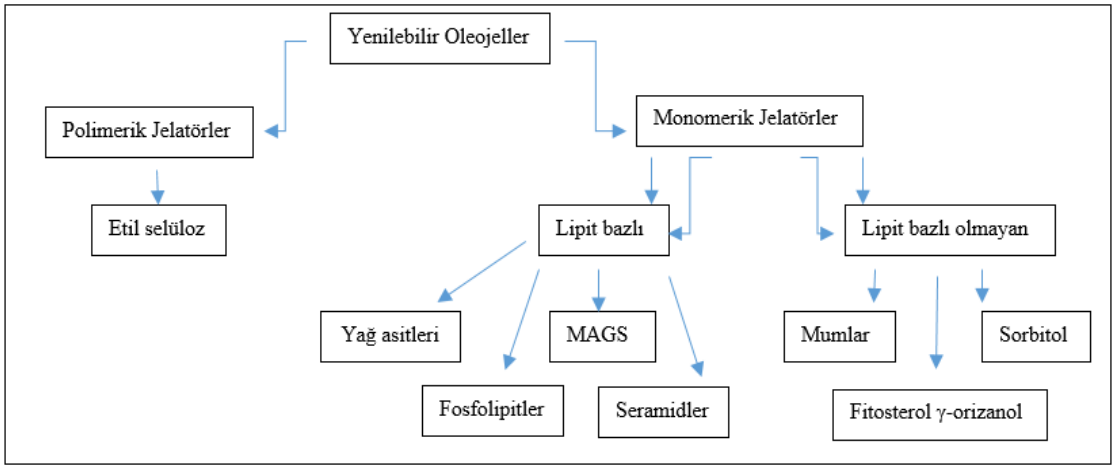
cevizi yağı ve palm çekirdeği yağı), kakao yağı ile bazı fiziksel benzerliklere sahip olsa da kimyasal olarak oldukça farklı laurik bitki yağlarıdır. Kakao yağı yerini tutanlar, kakao yağının yağ asidi kompozisyonu ile az da olsa benzerliğe sahip olmasına rağmen trigliseritlerin dağılımı oldukça farklıdır ve laurik olmayan yağlardır. (Lipp ve Anklam, 1998:74).

Bu tür çalışmaların artan bir şekilde ortaya çıkması nedeniyle şu anda birçok araştırma doymuş yağ kullanmadan sıvı yağı yapılandırmak için alternatifler aramaya odaklanmıştır ve bu yaklaşımlardan biri de oleojelasyondur (Patel vd., 2014:645). Çikolatadaki yağ fazı, kısmen mumlar, etilselüloz veya monogliseritler gibi farklı tipte oleojelatörlerle formüle edilmiş oleojeller ile değiştirilmektedir (Espert vd., 2021). Bu çalışmanın amacı, katı yağ kullanımını gerektiren gıdalarda oleojellerin kullanılma potansiyelinin araştırıldığı çalışmalarda çikolata ve çikolata ürünlerinin yerini ortaya koyan çalışmaları derlemektir.

2. OLEOJELASYON

Oleojeller veya diğer adıyla organojeller, düşük moleküler ağırlıklı organik jelatörler veya polimerik jelatörler ile üretilen, her ikisi de kendi kendine bir araya gelebilen ve üç boyutlu ağlara katılabilen anizotropik yapılar oluşturabilen, çözücüyü sürekli bir ağ içinde stabilize eden organik katı benzeri sistemlerdir (Lupi vd., 2012:2880). Oleojeller genellikle ısıyla tersinirdir, düşük sıcaklıkta katı bir jel oluştururlar, daha yüksek sıcaklıklarda sertliklerini kaybederler ve tekrar soğutma ile katılaşabilirler (Pernetti vd., 2007:855). Oleojeller, çeşitli jel özellikleri ile farklı yöntemler kullanılarak elde edilebilir. Bu yöntemler, kullanılan yapılandırma ajanına ve hammaddelerin sunulduğu proses koşullarına göre değişiklik göstermektedir (Chaves vd., 2018:866). Organojellerin sürekli fazı lipidiktir ve sulu sürekli bir faza sahip olan hidrojellerin karakteristik fiziksel özelliklerini sergilerler (Dassanayake vd., 2011:432). Bir oleojelatörün yağ afinitesi, yüzey aktivitesi ve termo-tersinir özellikler sergileme gibi fizikokimyasal özellikleri yerine getirmesi gerekir (Patel vd., 2013:114). Yağ asitleri, fitosteroller/orizanollerin karışımları, etil selüloz, monoagliseroller (MAGS) ve mumlar gibi çok sayıda farklı jelatör tanımlanmıştır (Chaves vd., 2018:866; Hwang vd., 2012:639; Rogers vd., 2014:23). Oleojel oluşturmak için potansiyel bileşenler Şekil 1'de gösterilmiştir.

Şekil 1. Oleojeller oluşturmak için potansiyel bileşenler (Rogers vd., 2014:23)



Oleojelasyon işlemi, balmumu, monogliseritler ve selüloz türevleri dahil olmak üzere polimerik veya düşük moleküler ağırlıklı oleojelatörlerden yapılan üç boyutlu bir ağ oluşumu yoluyla organik bir sıvının hareketsizleştirilmesidir (Pan vd., 2021). Daha basit bir ifade ile sıvı bir yağın viskoelastik özelliklere sahip jel benzeri bir yapıya dönüştürülmesidir (Jimenez-Colmenero vd., 2015:180). Organik bir çözücü içinde yapılandırılmış katı benzeri sistemler olan organojellerin üretiminde kullanılan çözücü yenilebilir bir yağ olduğunda oleojel olarak adlandırılır (Lupi vd., 2013:510). Aynı zamanda genellikle kimya endüstrisindeki çeşitli endüstriyel uygulamalarda kullanılan organik çözücülerin jelleri olan geleneksel organojellerden ayırt etmek için de bu yemeklik yağ jellerine oleojeller denilmektedir (Dassanayake vd., 2011:432). Oleojeller, apolar çözücüler içinde, fibriller veya trombosit kristalleri oluşturan kovalent olmayan etkileşimler yoluyla kendiliğinden birleşir. Jelleşmeden sorumlu etkileşimler arasında hidrojen bağları, van der Waals kuvvetleri ve π-π etkileşimleri yer alır. Bu etkileşimler bir boyutlu büyümeyi destekler ve bu bir boyutlu lifler, üç boyutlu ağlar oluşturan çok sayıda bir boyutlu yapıyı birbirine bağlayan bağlantı bölgeleri oluşturur (Singh vd., 2017:307).

Gıda uygulamalarında, yenilebilir oleojeller, doymuş yağ asitlerinin azaltılmasına, doymamış yağların artmasına ve trans yağ asitlerinin beslenmeden çıkarılmasına olanak sağlamaktadır (Meng vd., 2019:134). Organojelasyon, sıvı yağlara katı yağ işlevselliği kazandırmak için en umut verici tekniklerden biridir ve son yirmi yılda farmasötik ve kozmetik endüstrilerinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Jimenez-Colmenero vd., 2015:181). Organojeller gıda ürünlerinde yağ hareketliliğinin ve migrasyonunun kısıtlanması, doymuş ve *trans* yağların değiştirilmesi, emülsiyonların stabilizasyonu gibi çok sayıda farklı potansiyel işlevselliğe sahiptir (Hughes vd., 2009:471). Bununla birlikte, moleküler gastronomi de dahil olmak üzere bazı umut verici uygulamalara rağmen, kurabiyeler, kremalar, çikolata ve et bazlı gıdalar olmak üzere az sayıda gerçek gıda uygulaması vardır (Jimenez-Colmenero vd., 2015:181). Dondurma üretiminde doymuş yağ miktarını azaltmak amacıyla pirinç kepeği balmumu oleojeli uygulamaları denenmiştir (Zulim Botega vd., 2013). Unlu mamullerin üretiminde kullanılan yağın kandelila mumu oleojeli ile kısmen ikame edilerek kullanılmasının kabul edilebilir hamur özellikleri oluşturduğu belirtilmiştir (Mert ve Demirkesen, 2016). Yine kurabiye gibi unlu mamüllerde doğal balmumu-bitkisel yağ oleojellerinin kullanım potansiyelinin yüksek olduğunu gösterilmiştir (Hwang vd., 2016). Ayrıca frankfurter sosis üretiminde hayvansal yağın %10 oranında ayçiçek yağı ve γ-orizanol+fitosterol oleojelleri ile ve hayvansal yağı ikame maddesi olarak kanola yağı ile etilselüloz ya da etilselüloz-sorbitan monostearat kullanılarak hazırlanan oleojellerle ikame edilmesiyle ilgili çalışmalar da literatürde mevcuttur (Panagiotopoulou vd., 2016;Barbut vd., 2016).

3. OLEOJELLERİN ÇİKOLATA VE ÇİKOLATA ÜRÜNLERİNDE KULLANIMI

Kakao yağı, kendine has özellikleri nedeniyle diğer tüm bitkisel katı ve sıvı yağlar ile karşılaştırıldığında çok değerli ve pahalıdır (Jahurul vd., 2013). Kakao yağı, çikolatanın dokusunu ve tadını doğrudan etkiler, tipik erime davranışından sorumludur ve düşük nem içeriği nedeniyle daha uzun

bir raf ömrüne katkıda bulunur (Espert vd., 2021). Organoleptik ve fiziksel özellikler üzerinde büyük bir etkiye sahip olan çikolata ve diğer şekerleme ürünleri için önemli bir bileşendir (Gunstone, 2001). Oleojeller katı yağların ikamesi ve doymuş yağların azaltılması için dondurmalarda, sosislerde, bisküvi ve kurabiyelerde, keklerde ve ayrıca ticari şekerlemeler gibi çeşitli gıda ürünlerinin üretiminde kullanılmıştır (Demirkesen ve Mert, 2020;Chaves vd., 2018). Hem katı hem de sıvı lipid fazları içeren gıda ürünlerinde yağ migrasyon inhibitörleri olarak kullanılan oleojeller çikolata ve çikolata şekerlemelerinde yağ migrasyonunun neden olduğu çiçeklenmenin azaltılmasında özellikle ilgi çekicidir (Da pieve vd., 2010). Çikolata ve çikolata ürünlerinde oleojellerin kullanımına ilişkin bazı çalışmalar Tablo 1'de özetlenmiştir.

Tablo 1:Çikolata ve çikolata ürünlerinde oleojellerin kullanımına ilişkin çalışmalar

Ürün	**Bitkisel Yağ**	**Jelatör-Oleojel**	**Kaynak**
Çikolata Kreması	Kolza Yağı	Şellak Oleojeli	Patel vd., 2014
Pralin	Soya Fasulyesi Yağı	Monogliserit, Sorbitan tri-stearat- Lesitin (50:50)	Si vd., 2016
Çikolata	Nar Çekirdeği Yağı	Monogliserit, Balmumu, Propolis mumu	Fayaz vd., 2017
Çikolata	Mısır Yağı	Monogliserik stearat, β-sitosterol/lesitin, Etil selüloz	Li ve Liu, 2019
Çikolata	Ayçiçek Yağı	Hidroksipropil metilselüloz	Espert vd., 2021
Çikolata	Mısır Yağı	Monogliserik stearat, B-Sitosterol-Lesitin, Etilselüloz	Li vd., 2021

Patel ve diğerleri (2014) kakao yağını şellak oleojelleri ile ikame ederek çikolata kreması elde etmişlerdir. Palm yağı yerine kolza yağı tercih edilerek % 1,5'lik şellak oleojeli ilave edilmiş ve 30 °C'de 4 haftalık depolama sonrasında bile yağ sızması gözlemlenmemiştir. Reolojik analizlerde düşük viskozite, yüksek akış gerilim değeri gözlemlenmiştir. Ayrıca şellak oleojel kullanılan çikolata kremaları tiksotropik davranış göstermiştir. Çikolata kremasının şellak oleojeli ile daha düşük doymuş yağ kullanılarak üretilebileceği bu çalışma ile gösterilmiştir.

Si ve diğerleri (2016) yaptıkları çalışmada monogliserit ve sorbitan tri-stearat ile lesitin (50:50) karışımı olmak üzere farklı oleojelatörler kullanarak soya oleojelleri hazırlamışlardır. Oleojellerin erime noktaları 40 °C'nin altında bulunmuş bu da oleojellerin vücut sıcaklığında tamamen eriyeceğini ve tüketim sırasında mumsuluğa katkıda bulunmayacağını göstermiştir. Oleojeller tiksotropik davranış göstermiştir. Model bir çalışmada, pralin üretiminde oleojellerin yağ göçünü geciktirdiği belirlenmiştir. Yapılan bir başka çalışmada ise çikolatada yağ fazının kısmi ikamesi olarak nar çekirdeği yağı oleojelinin etkinliği incelenmiştir. Palm yağı ve nar çekirdeği yağı içeren çikolataların üretiminde organojelatör olarak monogliserit, balmumu ve propolis mumu kullanılmıştır. Oleojel ve palm yağı karışımlarının farklı fiziko-kimyasal özelliklere sahip çikolatalar ile sonuçlandığı görülmüştür. Balmumu ve propolis mumunun kimyasal yapısı, palm yağı-oleojel sistemlerinde farklı kristal ağ oluşumuna yol açmıştır. Palm yağı-oleojelleri içeren çikolata ezmeleri, mekanik parametrelerde propolis mumu < bal mumu < monogliserid sırasında bir artış gösterdiğini belirtmişlerdir (Fayaz vd., 2017).

Li ve Liu (2019) farklı jelleşme mekanizmalarına sahip monogliserik stearat, β-sitosterol/lesitin ve etil selüloz ile hazırlanan oleojelleri farklı oranlarda (%50 - %100) kakao yağı ikamesi olarak kullanmışlar ve oleojel bazlı çikolatalar üretmişlerdir. Kakao yağının oleojellerle değiştirilmesi, yüksek miktarlarda sıvı formdaki doymamış yağ asitlerinin mevcudiyeti nedeniyle düşük katı yağ indeksi ve

yumuşak dokuya sebep olmuştur. Üretilen çikolataların fiziksel ve kimyasal özellikleri çeşitli analizlerle değerlendirildiğinde elde edilen sonuçlar yüksek oranda doymamış oleojellerin çikolatada kakao yağı kullanımını azaltmak için umut verici adaylar olabileceğini ifade etmişlerdir.

Çikolatalarda kısmi kakao yağı ikame maddesi olarak ayçiçek yağı-hidroksipropil metilselüloz (%0,5, %1, %1,5 ve %2) içerikli oleojeller kakao yağı ile ikame edilerek kullanılmış, oleojeller ile formüle edilen çikolataların tamamında erime sıcaklığında 3–6°C aralığında bir düşüş olmuştur. Bu farklılıklar istatistiksel önemli olmasa da oleojelin kakao yağı kristalizasyonunda bir etkisi olduğunu göstermiştir. Sonuçlar, ayçiçek yağı-hidroksipropil metilselüloz oleojellerinin çikolatadaki kakao yağını azaltmak için uygun bir alternatif olabileceğini göstermiştir (Espert vd., 2020;Espert vd., 2021).

Yapılan bir diğer çalışmada monogliserik stearat, β-sitosterol-lesitin ve etilselüloz organojelleri ile üretilen oleojel içerikli çikolataların fiziksel özellikleri ve çiçeklenme stabilitesi araştırılmıştır. Araştırıcılar, oleojellerin çikolatadaki doymamış trigliseritlerin içeriğini önemli ölçüde arttırdığını, standart çikolataya kıyasla oleojel bazlı çikolatada çiçeklenmenin oluş zamanının geciktiğini, oleojel bazlı çikolatanın sürekli termal ve polimorfik stabilite gösterdiğini bildirmişlerdir. Ayrıca, oleojel içermeyen kontrol grubu çikolata akış davranışı bakımından oleojel içerikli çikolatalarla karşılaştırıldığında, oleojel içeren çikolata örneklerinde tiksotropik davranışın arttığını belirlemişlerdir (Li vd., 2021).

4. SONUÇ

Yapılan çalışmalarda birçok oleojel sistemi araştırılmış ve çok çeşitli uygulamalar için önemli bir potansiyel oldukları gösterilmiştir. Oleojeller, hedeflenen yağ asitlerini elde etmek, fitosteroller gibi rekabet halindeki bağlayıcı moleküller ile daha yüksek kolesterol seviyelerini düşürmek, doymuş yağ içeriğini azaltmak için gerekli özel biyoaktif bileşikleri taşır. Çikolata ve çikolata ürünlerinde, kakao yağının arz yetersizliği, ekonomik avantajlar gibi birçok etken kakao yağı ikamesi olarak bitkisel yağ içerikli oleojellerin geliştirilmesine yönelik çalışmalar yapılmasına neden olmuştur. Bu tür oleojellerin kakao yağı ikame maddesi olarak kullanılması yağ migrasyonunun azaltılması gibi olumlu etkiler sunmakla birlikte, bu teknolojiyi pazarlanabilir tüketici ürünlerine dönüştürmek ve oleojellerin oluşum mekanizmalarını anlamak için daha çok çalışma yapılması gerekmektedir. Çoğu gıda maddesinin gerektirdiği fonksiyonel özelliklere sahip gıda sınıfı oleojelatör sistemlerini keşfetmek gelecek için büyük bir ihtiyaç olarak gözükmektedir.

6. KAYNAKÇA

ABIGOR, R.D., MARMER, W.N., FOGLIA, T.A., JONES, K.C., DICICCIO, R.J., ASHBY, R. ve UADIA, P.O. (2003). 'Production of Cocoa Butter-like Fats by the Lipase-Catalyzed Interesterification of Palm Oil and Hydrogenated Soybean Oil', JAOCS, 80(12): 1193–1196.

AFOAKWA, E.O., PATERSON, A. ve FOWLER, M. (2007). 'Factors İnfluencing Rheological and Textural Qualities in Chocolate-a review', Trends in Food Science & Technology, 18(6):290-298.

BARBUT, S., WOOD, J. ve MARANGONI, A. (2016). 'Potential Use of Organogels to Replace Animal Fat in Comminuted Meat Products', Meat Sci, 122: 155-162.

BARIŠIC, V., KOPJAR, M., JOZINOVIC, A., FLANJAK, I., ACKAR, D., MILICEVIC, B., ŠUBARİC, D., JOKİC, S. ve BABIC, J. (2019). 'The Chemistry Behind Chocolate Production', Molecules, 24(17): 3163.

CHAVES, K.F., BARRERA-ARELLANO, D. ve RIBEIRO, A.P.B. (2018). 'Potential Application of Lipid Organogels For Food İndustry', Food Research International, 105:863–872.

DA PIEVE, S., CALLIGARIS, S., CO, E., NICOLI, M.C. ve MARANGONI, A.G. (2010). 'Shear Nanostructuring of Monoglyceride Organogels', Food Biophysics, 5:211–217.

DASSANAYAKE, L.S.K., KODALI, D.R. ve UENO, S. (2011). 'Formation of Oleogels Based on Edible Lipid Materials', Current Opinion in Colloid & Interface Science, 16(5):432–439.

DEMIRKESEN, I. ve MERT, B., (2020). 'Recent Developments Of Oleogel Utilizations in Bakery Products', Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 60(14):2460–2479.

ESPERT, M., SALVADOR, A. ve SANZ, T. (2020). 'Cellulose Ether Oleogels Obtained By Emulsion-Templated Approach Without Additional Thickeners', Food Hydrocolloids, 109: 106085.

ESPERT, M., HERNANDEZ, M.J., SANZ, T. ve SALVADOR, A. (2021). 'Reduction Of Saturated Fat in Chocolate By Using Sunflower Oil-Hydroxypropyl Methylcellulose Based Oleogels', Food Hydrocolloids, 120:106917.

FAYAZ, G., GOLI, S.A.H., KADIVAR, M., VALOPPI, F., BARBA, L., CALLIGARIS, S. ve NICOLI, M.C. (2017). 'Potential Application of Pomegranate Seed Oil Oleogels Based on Monoglycerides, Beeswax and Propolis Wax as Partial Substitutes Of Palm Oil in Functional Chocolate Spread', LWT - Food Science and Technology, 86:523-529.

GUNSTONE, F. D. (2001). 'Cocoa Butter and Cocoa Butter Equivalents *In: Structured and Modified Lipids*', 401. NY: CRC Press.

GREGERSEN, S.B., MILLER, R.L., HAMMERSHØJ, M., ANDERSEN, M.D. ve WIKING, L. (2015). 'Texture and Microstructure of Cocoa Butter Replacers: Influence of Composition and Cooling Rate', Food Structure, 4:2-15.

HUGHES, N.E., MARANGONİ, A.G., WRİGHT, A.J., ROGERS, M.A. ve RUSH, J.W.E. (2009). 'Potential Food Applications of Edible Oil Organogels', Trends in Food Science and Technolgy, 20(10): 470-480.

HWANG, H.S., KİM, S., SİNGH, M., WİNKLER-MOSER, J.K. ve LİU, S.X. (2012). 'Organogel Formation of Soybean Oil with Waxes', Journal of the American Oil Chemists Society, 89(4):639–647.

HWANG, H.S., SINGH, M. ve LEE, S. (2016). 'Properties of Cookies Made with Natural Wax–Vegetable Oil Organogels', Journal of Food Science, 81(5):1045-1054.

JAHURUL, M.H.A., ZAIDUL, I.S.M., NORULAIN, N.A.N., SAHENA, F., JINAP, S., AZMİR, J., SHARIF, K.M. ve MOHD OMAR, A.K. (2013). 'Cocoa Butter Fats and Possibilities of Substitution in Food Products Concerning Cocoa Varieties, Alternative Sources, Extraction Methods, Composition and Characteristics', Journal of Food Engineering, 117(4):467–476.

JIMÉNEZ-COLMENERO, F., SALCEDO-SANDOVAL, L., BOU, R., COFRADES, S., HERRERO, A.M., ve RUIZ-CAPILLAS, C. (2015). 'Novel Applications of Oil Structuring Methods as A Strategy to İmprove The Fat Content of Meat Products', Trends in Food Science and Technolgy, 44(2): 177-188.

KONGOR, J.E., HINNEH, M., VAN DE WALLE, D., AFOAKWA, E.O., BOECKX, P. ve DEWETTINCK, K. (2016). 'Factors İnfluencing Quality Variation in Cocoa (Theobroma Cacao) Bean Flavour Profile-A review', Food Research International, 82: 44–52.

LI, L., LIU, G. ve LIN, Y. (2021). 'Physical and Bloom Stability of Low-Saturation Chocolates With Oleogels Based on Different Gelation Mechanisms', LWT - Food Science and Technology, 140:110807.

LI, L. ve LIU, G. (2019). 'Corn Oil-Based Oleogels With Different Gelation Mechanisms as Novel Cocoa Butter Alternatives in Dark Chocolate', Journal of Food Engineering, 263: 114–122.

LIPP, M. VE ANKLAM, E. (1998).'Review of Cocoa Butter and Alternative Fats For Use in Chocolate-Part A. Compositional Data', Food Chemistry, 62(1):73-97.

LIPP, M., SIMONEAU, C., ULBERTH, F. , ANKLAM, E., CREWS, C., BRERETON, P., DE GREYT, W. , SCHWACK, W. ve WIEDMAIER, C. (2001). 'Composition of Genuine Cocoa Butter and Cocoa Butter Equivalents', Journal Of Food Composition and Analysis, 14(4): 399-408.

LUPI, F.R., GABRIELE, D. ve DE CINDIO, B. (2012). 'Effect of Shear Rate on Crystallisation Phenomena in Olive Oil Based Organogels', Food Bioprocess Technol, 5:2880-2888.

LUPI, F.R., GABRIELE, D., GRECO, V., BALDINO, N., SETA, L. ve DE CINDIO, B. (2013). 'A Rheological Characterisation of An Olive Oil/Fatty Alcohols Organogel', Food Research International, 51(2):510-517.

MCSHEA, A., RAMIRO-PUIG, E., MUNRO, S.B., CASADESUS, G., CASTELL, M. ve SMITH, M.A. (2008). 'Clinical Benefit and Preservation of Flavonols in Dark Chocolate Manufacturing', Nutrition Reviews, 66(11):630–641.

MENG, Z., GUO, Y., WANG, Y. ve LIU, Y. (2019). 'Oleogels From Sodium Stearoyl Lactylate-Based Lamellar Crystals: Structural Characterization and Bread Application', Food Chemistry, 292:134–142.

MERT, B. ve DEMIRKESEN, I. (2016). 'Evaluation of Highly Unsaturated Oleogels As Shortening Replacer in a Short Dough Product', LWT - Food Science and Technology, 68:477-484.

NAIK, B. ve KUMAR, V. (2014). 'Cocoa Butter and Its Alternatives: A Reveiw', Journal Of Bioresource Engineering and Technology, 1:07-17.

PAN, J., TANG, L., DONG, Q., LI, Y. ve ZHANG, H. (2021). 'Effect of Oleogelation on Physical Properties And Oxidative Stability of Camellia Oil-Based Oleogels and Oleogel Emulsions', Food Research International, 140:110057.

PANAGIOTOPOULOU, E., MOSCHAKIS, T. ve KATSANIDIS, E. (2016). 'Sunflower Oil Organogels and Organogel-in-Water Emulsions (Part II) : Implementation in Frankfurter Sausages', LWT-Food Science and Technolgy, 73:351-356.

PATEL, A.R., SCHATTEMAN, D., DE VOS, W.H., LESAFFER, A. ve DEWETTINCK, K. (2013). 'Preparation and Rheological Characterization of Shellac Oleogels and Oleogel-Based Emulsions', Journal of Colloid and Interface Science, 411:114–121.

PATEL, A.R., RAJARETHINEM, P.S., GREDOWSKA, A., TURHAN, O., LESAFFER, A., DE VOS, W.H., VAN DE WALLE, D., ve DEWETTINCK, K. (2014). 'Edible Applications of Shellac Oleogels: Spreads, Chocolate Paste and Cakes', Food Function, 5(4):645-652.

PERNETTI, M., MALSSEN, K., KALNIN, D. ve FLOTER, E. (2007). 'Structuring Edible Oil With Lecithin and Sorbitan Tri-Stearate', Food Hydrocoll, 21(5-6):855-861.

ROGERS, M. A., STROBER, T., BOT, A., TORO-VAZQUEZ, J.F., STORTZ, T., ve MARANGONİ, A.G. (2014). 'Edible Oleogels İn Molecular Gastronomy', International Journal of Gastronomy and Food Science, 2 (1):22–31.

SI, H., CHEONG, L.Z., HUANG, J., WANG, X. ve ZHANG, H. (2016). 'Physical Properties of Soybean Oleogels and Oil Migration Evaluation in Model Praline System', Journal of the American Oil Chemists Society, 93(8):1075–1084.

SINGH, A., AUZANNEAU, F.-I. ve ROGERS, M.A. (2017). 'Advances in Edible Oleogel Technologies – A Decade in Review', Food Research International, 97:307–317.

ZULIM BOTEGA, D.C., MARANGONI, A.G., SMITH, A.K. ve GOFF, H.D. (2013). 'The Potential Application of Rice Bran Wax Oleogel to Replace Solid Fat and Enhance Unsaturated Fat Content in Ice Cream', Journal of Food Science, 78(9):1334-1339.

Presentation ID / Sunum No= 88

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0000-0003-0783-0675

Kundu Denkleminin Cıvıltılı Soliton Çözümleri

Dr.Öğr. Üyesi Mustafa MIZRAK

Şırnak Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü,
mmizrak@sirnak.edu.tr

Özet

Bu makalenin amacı, Kundu denkleminin lineer olmayan tam soliton çözümlerini araştırmaktır. İlk olarak, Kundu denklemine özel bir karmaşık zarf ilerleyen dalga yöntemi uyguluyoruz. Yönetim denklemini adi bir diferansiyel denkleme indirgemek için karmaşık zarf ilerleyen dalga çözümü kullanılır. İkinci olarak, ışık darbesinin yoğunluğunun güçlerinde bir genişleme olarak verilen yeni bir cıvıltı ansatz'ı tanıtıyoruz ve yayılan optik darbelerle ilişkili hem doğrusal hem de doğrusal olmayan cıvıltı katkılarını elde ediyoruz. Elde edilen darbelerle ilişkili fazın önemsiz bir forma sahip olduğu ve iki yoğunluğa bağlı cıvıltı terimine sahip olduğu gösterilmiştir. Bu ansatz kullanılarak adi diferansiyel denklem, doğrusal olmayan ortamdaki alan genliğinin dinamiklerini tanımlayan dördüncü dereceden doğrusal olmayan bir eliptik diferansiyel denkleme indirgenmiştir. Son olarak, Kundu denkleminin analitik cıvıltılı çözümlerini oluşturmak için bir yardımcı denklem kullanılır. Elde edilen genlik denklemi daha sonra, model için kesin analitik cıvıltılı parlak solitonlar, karanlık solitonlar ve trigonometrik çözümleri elde etmek için çözülür. Sonuç olarak, belirli parametrik koşullar altında cıvıltılı soliton çözümlerinin ailelerini türetiriz.

Anahtar Kelimeler: Kundu denklemi, Cıvıltılı soliton, Kesin çözüm

Chirped Soliton Solutions of Kundu Equation

Abstract

Aim of this paper is to search the exact nonlinearly chirped soliton solutions of Kundu equation. Firstly, we apply a special complex envelope traveling-wave method to Kundu equation. Complex envelope traveling-wave solution is used to reduce the governing equation to an ordinary differential equation. Secondly, we introduce a new chirping ansatz given as an expansion in powers of intensity of the light pulse and obtain both linear and nonlinear chirp contributions associated with propagating optical pulses. It is shown that the phase associated to the obtained pulses has a nontrivial form and possesses two intensity dependent chirping terms. By using this ansatz the ordinary differential equation has been reduced to an elliptic differential equation with a fourth-degree nonlinear term describing the dynamics of field amplitude in the nonlinear media. Lastly, using an auxiliary equation to construct the analytical chirped solutions of Kundu equation. The resulting amplitude equation is then solved to get

exact analytical chirped bright solitons, dark solitons, and trigonometric map solutions for the model. As a result, we derive families of chirped soliton solutions under certain parametric conditions.

Keywords: Kundu Equation, Chirped Soliton, Exact Solution

1. GİRİŞ

Son birkaç on yılda, birçok araştırmacı optik fiberler, doğrusal olmayan optikler, Bose-Einstein yoğunlaşmaları, su dalgaları, biyomoleküler dinamikler ve doğrusal olmayan kuantum alan teorisinde birçok uygulaması olan doğrusal olmayan Schrödinger (DS) denklemini incelemekle ilgilenmektedir (Triki ve Wazwaz, 2017). Temel olarak, DS denklemi, Kerr kanunu veya Kerr kanunu olmayan ortamlarda bir optik darbenin yayılmasını tanımlar (Zayed ve Alngar, 2020). Ayrıca, DS denklemi optik fiberdeki optik solitonların evrimini tanımlayan bilinen doğrusal olmayan kısmi diferansiyel denklemlerdir (Zulfiqar ve Jamshad, 2020).

Fiberlerdeki optik solitonlar, darbe şeklinde veya yoğunluğunda herhangi bir değişiklik olmaksızın yayılan darbelerdir. Olağanüstü kararlılık özellikleri nedeniyle, optik solitonlar artık optik fiberlerde doğrusal olmayan dalga yayılımının aktif araştırma alanının merkezinde yer almaktadır. Bu araştırma alanı Hasegawa ve Tappert tarafından elde edilen sonuçla başlamıştır (Mihalache vd., 1993).

Son zamanlarda ilgi çeken dalga fenomenlerinden biri de cıvıltılıl solitonlardır. Cıvıltı kelimesi, kökenini kuşların çıkardığı cıvıltı sesinden alır. Örneğin, optik iletim sistemlerinde, ultra kısa darbeler, toplam darbe dağılımını artırmak veya azaltmak için içinde yayıldıkları malzemelerin dağılım özellikleri ile etkileşime girebilen cıvıltı sergileyebilir. Cıvıltı, yayılı spektrum iletişiminde ve bazı cihazlarda sonar ve radar olarak kullanılmaktadır (Mibaile vd., 2018).

Bu çalışmada Kundu denklemi ele alınmıştır:

$$iq_t + q_{xx} + a|q|^2 q + b|q|^4 q + ir\left(|q|^2 q\right)_x + is\left(|q|^2\right)_x q = 0, \tag{1}$$

burada q karmaşık düz zarf fonksiyonudur, x ve t uzamsal ve zamansal kısmi türevlerdir. (1) denklemi Kundu tarafından lineer olmayan Schrödinger tipli denklemlerin U(1)-gauge dönüşümlerinin incelenmesinde elde edilmiştir (Kundu, 1984; Huang vd., 2005).

2. MATEMATİKSEL ANALİZ

Kundu denkleminin tam cıvıltılı soliton çözümlerini bulmak istiyoruz. (1) denklemin

$$q(x,t) = \rho(\xi)e^{i[\chi(\xi)-\omega t]} \quad , \tag{2}$$

biçimindeki ilerleyen dalga çözümlerini araştırıyoruz (Zeng ve Yong, 2008; Triki vd., 2017; Biswas vd., 2018; Daoui vd., 2019; Triki vb., 2019). Burada, $\xi = kx - vt$, $\rho = \rho(\xi)$ is genlik fonksiyonu ve $\chi = \chi(\xi)$ faz fonksiyonudur. Ayrıca, v dalga hızını ve ω dalga salınımının frekansını gösterir. İlgili cıvıltı

$$\delta\omega(x,t) = -\frac{\partial}{\partial t}[\chi(\xi) - \omega t] = -\chi'(\xi). \tag{3}$$

şeklinde verilir. (2)'yi (1)'e yerleştirirsek, reel ve sanal kısımlar ρ ve χ iki bağımlı değişkene bağlı bulunur. Reel kısım:

$$a\rho^3 + b\rho^5 - k^2\rho\left(\chi'\right)^2 + \rho\omega + v\rho\chi' - kr\rho^3\chi' + k^2\rho'' = 0, \tag{4}$$

ve sanal kısım:

$$-v\rho' + 3kr\rho^2\rho' + 2ks\rho^2\rho' + 2k^2\rho'\chi' + k^2\rho\chi'', \tag{5}$$

şeklinde bulunur, burada ξ 'ye gre türev alınmıştır. (5)'in her iki tarafını ρ ile bir kez çarpıp ve bir kez integral alınırsa

$$\chi' = \frac{v}{2k^2} + \frac{A}{k^2\rho^2} - \frac{(3kr+2ks)\rho^2}{4k^2}, \tag{6}$$

bulunur; burada A bir integrasyon sabitidir. Bu nedenle, elde edilen cıvıltı şu şekilde olur:

$$\delta\omega = -\frac{v}{2k^2} - \frac{A}{k^2\rho^2} + \frac{(3kr+2ks)\rho^2}{4k^2}, \tag{7}$$

bu, cıvıldamanın lineer terimden [burada $I=|q|^2=\rho^2$ yoğunluk olmak üzere] ayrı olarak iki yoğunluğa bağlı cıvıltı terimine sahip olduğunu gösterir. (6)'nın (4)'e yerleştirlimesiyle

$$-\frac{A^2}{k^2\rho^3} + \frac{\left(2Ak(r+2s)+v^2+4k^2\omega\right)}{4k^2}\rho + \left(a - \frac{rv}{2k}\right)\rho^3 + \frac{\left(16b+3r^2-4rs-4s^2\right)}{16}\rho^5 + k^2\rho'' = 0. \tag{8}$$

(8)'i ρ' ile çarparsak ve ξ 'ye göre integral alırsak, şunu elde ederiz:

$$(\rho')^2 = \frac{2B}{k^2} - \frac{A^2}{k^4\rho^2} - \frac{\left(2Ak(r+2s)+v^2+4k^2\omega\right)}{4k^4}\rho^2 + \frac{(rv-2ak)}{4k^3}\rho^4 + \frac{\left(4rs+4s^2-16b-3r^2\right)}{48k^2}\rho^6. \tag{9}$$

burada B ikinci integrasyon sabitidir.

Denklem (9) doğrusal olmayan bir ortamdaki dalga genliğinin evrimini tanımlayan doğrusal olmayan bir diferansiyel denklemdir. (1).

3. CIVILTILI SOLITON ÇÖZÜMLERİ

Şimdi, farklı parametre koşulları için model (1) denkleminin çeşitli cıvıltılı soliton çözümlerini sunuyoruz. (9) denklemin kesin çözümlerini tartışmadan önce alan genliği için

$$\rho^2(\xi) = U(\xi), \tag{10}$$

değişken dönüşümü yapılarak (9) denklemi aşağıdaki

$$(U')^2 = a_0 + a_1U + a_2U^2 + a_3U^3 + a_4U^4, \tag{11}$$

yeni yardımcı eliptik denkleme dönüştürülür (Li-Hua ve Jin-Yu, 2009; Ali, 2011; Xu, 2014; Zayed vd., 2020), burada

$$a_0 = -\frac{4A^2}{k^4}, a_1 = \frac{8B}{k^2}, a_2 = -\frac{\left(2Ak(r+2s)+v^2+4k^2\omega\right)}{k^4}, a_3 = \frac{rv-2ak}{k^3}, a_4 = \frac{4rs+4s^2-16b-3r^2}{12k^2}. \tag{12}$$

3.1. Parlak solitonlar

(11) Denkleminin aşağıdaki parametrik koşullar altında üç tür parlak soliton çözümü vardır:

Durum-I: $a_0 = a_1 = a_3 = 0$, $a_2 > 0$, $a_4 < 0$, $\varepsilon = \pm 1$ koşulları altında (11) denklemi parlak bir soliton çözümüne sahiptir:

$$U(\xi) = \varepsilon\sqrt{-\frac{a_2}{a_4}}\,\mathrm{sech}\left(\sqrt{a_2}\,\xi\right). \tag{13}$$

Yukarıdaki bulguya dayanarak, (1) denklemi için birinci cıvıltılı parlak soliton çözümü

$$q(x,t) = \left[\varepsilon\sqrt{-\frac{a_2}{a_4}}\,\mathrm{sech}\left(\sqrt{a_2}\,\xi\right)\right]^{\frac{1}{2}} e^{i[\chi(\xi)-\omega t]}. \tag{14}$$

formundadır. Karşılık gelen cıvıltı şu şekilde verilir:

$$\delta\omega = -\frac{v}{2k^2} - \sqrt{-\frac{a_4}{a_2}}\frac{\varepsilon A}{k^2\,\mathrm{sech}\left(\sqrt{a_2}\xi\right)} + \frac{3\varepsilon\delta}{2k}\sqrt{-\frac{a_2}{a_4}}\,\mathrm{sech}\left(\sqrt{a_2}\xi\right). \tag{15}$$

Durum-II: $a_0 = a_1 = a_4 = 0$, $a_2 > 0$, $a_3 < 0$, koşulları altında (11) denklemi parlak bir soliton çözümüne sahiptir:

$$U(\xi) = -\frac{a_2}{a_3}\mathrm{sech}^2\left(\frac{\sqrt{a_2}}{2}\xi\right). \tag{16}$$

Bu bulguları kullanarak, (1) denkleminin 2.cıvıltılı parlak soliton çözümün ailesi

$$q(x,t) = \left[-\frac{a_2}{a_3}\mathrm{sech}^2\left(\frac{\sqrt{a_2}}{2}\xi\right)\right]^{\frac{1}{2}} e^{i[\chi(\xi)-\omega t]}, \tag{17}$$

ve buna karşılık gelen cıvıltı

$$\delta\omega = -\frac{v}{2k^2} + \frac{a_3 A}{k^2 a_2\,\mathrm{sech}^2\left(\frac{\sqrt{a_2}}{2}\xi\right)} - \frac{3\delta a_2}{2ka_3}\mathrm{sech}^2\left(\frac{\sqrt{a_2}}{2}\xi\right). \tag{18}$$

şeklindedir.

Durum-III: $a_0 = a_1 = 0$, $a_2 > 0$, koşulları altında (11) denklemi parlak bir soliton çözümüne sahiptir:

$$U(\xi) = \frac{2a_2}{\varepsilon\sqrt{\Delta}\cosh\left(\sqrt{a_2}\xi\right) - a_3}, \quad \Delta = a_3^2 - 4a_2a_4 > 0, \quad \varepsilon = \pm 1. \tag{19}$$

Yukarıda verilen sonuçları kullanarak, (1) denklemi için aşağıdaki cıvıltılı parlak soliton çözümünü elde ederiz:

$$q(x,t) = \left[\frac{2a_2}{\varepsilon\sqrt{\Delta}\cosh\left(\sqrt{a_2}\xi\right) - a_3}\right]^{1/2} e^{i[\chi(\xi)-\omega t]}. \tag{20}$$

Karşılık gelen cıvıltı şu şekilde elde edilir:

$$\delta\omega = -\frac{v}{2k^2} - \frac{A\left(\varepsilon\sqrt{\Delta}\cosh\left(\sqrt{a_2}\xi\right) - a_3\right)}{2a_2k^2} + \frac{3\delta a_2}{k\left(\varepsilon\sqrt{\Delta}\cosh\left(\sqrt{a_2}\xi\right) - a_3\right)}. \tag{21}$$

3.2. Karanlık solitonlar

(11) denklemi için aşağıdaki parametrik koşullar altında üç tür karanlık soliton çözümü bulunur:

Durum-I: $a_1 = a_3 = 0$, $a_0 = \frac{a_2^2}{4a_4}$, $a_2 < 0$, $a_4 > 0$, $\varepsilon = \pm 1$, koşulları altında (11) denklemi karanlık bir soliton çözümüne sahiptir:

$$U(\xi) = \varepsilon\sqrt{-\frac{a_2}{2a_4}}\tanh\left(\sqrt{-\frac{a_2}{2}}\xi\right). \tag{22}$$

Böylece, (1) denkleminin ilk cıvıltılı karanlık soliton çözümü aşağıdaki gibidir:

$$q(x,t)=\sqrt{\varepsilon\sqrt{-\frac{a_2}{2a_4}}\tanh\left(\sqrt{-\frac{a_2}{2}}\xi\right)}e^{i[\chi(\xi)-\omega t]}\ . \qquad (23)$$

Karşılık gelen cıvıltı şu şekilde elde verilir:

$$\delta\omega=-\frac{v}{2k^2}-\sqrt{-\frac{2a_4}{a_2}}\frac{A}{\varepsilon k^2\tanh\left(\sqrt{-\frac{a_2}{2}}\xi\right)}+\frac{3\varepsilon\delta}{2k}\sqrt{-\frac{a_2}{2a_4}}\tanh\left(\sqrt{-\frac{a_2}{2}}\xi\right). \qquad (24)$$

Durum-II: $a_0=a_1=0,\ \ a_2>0,\ a_4>0,\ \ a_3=-2\sqrt{a_2a_4},\ \varepsilon=\pm1$, koşulları altında (11) denklemi karanlık bir soliton çözümüne sahiptir:

$$U(\xi)=\frac{1}{2}\sqrt{\frac{a_2}{a_4}}\left[1+\varepsilon\tanh\left(\frac{1}{2}\sqrt{a_2}\xi\right)\right]. \qquad (25)$$

(1) denkleminin ikinci cıvıltılı karanlık soliton çözümü aşağıdaki gibidir:

$$q(x,t)=\sqrt{\frac{1}{2}\sqrt{\frac{a_2}{a_4}}\left[1+\varepsilon\tanh\left(\frac{1}{2}\sqrt{a_2}\xi\right)\right]}e^{i[\chi(\xi)-\omega t]}, \qquad (26)$$

ve buna karşılık gelen cıvıltı aşağıdaki formdadır:

$$\delta\omega=-\frac{v}{2k^2}-\sqrt{\frac{a_4}{a_2}}\frac{2A}{k^2\left(1+\varepsilon\tanh\left(\frac{1}{2}\sqrt{a_2}\xi\right)\right)}+\frac{3\delta}{4k}\sqrt{\frac{a_2}{a_4}}\left(1+\varepsilon\tanh\left(\frac{1}{2}\sqrt{a_2}\xi\right)\right). \qquad (27)$$

Durum-III: $a_0=a_1=0,\ a_2>0,$ koşulları altında (11) denklemi bir karanlık soliton çözümü ne sahiptir:

$$U(\xi)=\frac{2a_2}{\varepsilon\sqrt{\Delta}\cosh\left(\sqrt{a_2}\xi\right)-a_3},\qquad \Delta=a_3^2-4a_2a_4>0,\quad \varepsilon=\pm1. \qquad (28)$$

Buradan, (1) denklemi için cıvıltılı karanlık soliton çözümü aşağıdaki gibidir:

$$q(x,t)=\left[\frac{2a_2}{\varepsilon\sqrt{\Delta}\cosh\left(\sqrt{a_2}\xi\right)-a_3}\right]^{1/2}e^{i[\chi(\xi)-\omega t]}\ . \qquad (29)$$

Bu duruma karşılık gelen cıvıltı aşağıdaki gibidir:

$$\delta\omega=-\frac{v}{2k^2}-\frac{A\left(\varepsilon\sqrt{\Delta}\cosh\left(\sqrt{a_2}\xi\right)-a_3\right)}{2a_2k^2}+\frac{3\delta a_2}{2k\left(\varepsilon\sqrt{\Delta}\cosh\left(\sqrt{a_2}\xi\right)-a_3\right)}. \qquad (30)$$

3.3. Periodic solitonlar

(11) denklemi için aşağıdaki parametrik koşullar altında üç tip periyodik soliton çözümü bulunur:

Durum-I: For $a_0=a_1=a_3=0$, $a_2<0,\ a_4>0,\ \ \varepsilon=\pm1$, koşulları altında (11) denklemi periodik bir soliton çözümüne sahiptir:

$$U(\xi)=\varepsilon\sqrt{-\frac{a_2}{a_4}}\sec\left(\sqrt{-a_2}\xi\right). \tag{31}$$

(1) denklemi için aşağıdaki cıvıltılı periodik soliton çözümü elde edilir:

$$q(x,t)=\left[\varepsilon\sqrt{-\frac{a_2}{a_4}}\sec\left(\sqrt{-a_2}\xi\right)\right]^{1/2}e^{i[\chi(\xi)-\omega t]}. \tag{32}$$

Cıvıltı

$$\delta\omega=-\frac{v}{2k^2}-\sqrt{-\frac{a_4}{a_2}}\frac{\varepsilon A}{k^2\sec\left(\sqrt{-a_2}\xi\right)}+\frac{3\varepsilon\delta}{2k}\sqrt{-\frac{a_2}{a_4}}\sec\left(\sqrt{-a_2}\xi\right). \tag{33}$$

şeklindedir.

Durum-II: $a_1=a_3=0,\ a_0=\frac{a_2^2}{4a_4},\ a_2>0,\ a_4>0,\ \ \varepsilon=\pm1$, koşulları altında (11) denklemi periodik bir soliton çözümüne sahiptir:

$$U(\xi)=\varepsilon\sqrt{-\frac{a_2}{2a_4}}\tan\left(\sqrt{\frac{a_2}{2}}\xi\right). \tag{34}$$

(1) denklemi için aşağıdaki cıvıltılı periodik soliton çözümü elde edilir:

$$q(x,t)=\left[\varepsilon\sqrt{-\frac{a_2}{2a_4}}\tan\left(\sqrt{\frac{a_2}{2}}\xi\right)\right]^{1/2}e^{i[\chi(\xi)-\omega t]}. \tag{35}$$

Cıvıltı aşağıdaki gibidir:

$$\delta\omega=-\frac{v}{2k^2}-\sqrt{-\frac{2a}{a_2}}\frac{\varepsilon A}{k^2\tan\left(\sqrt{\frac{a_2}{2}}\xi\right)}+\frac{3\varepsilon\delta}{2k}\sqrt{-\frac{a_2}{2a_4}}\tan\left(\sqrt{\frac{a_2}{2}}\xi\right). \tag{36}$$

Durum-III: $a_0=a_1=a_4=0$, $a_2<0,\ a_4>0,$ koşulları altında (11) denklemi periodik bir soliton çözümüne sahiptir:

$$U(\xi)=-\frac{a_2}{a_3}\sec^2\left(\frac{\sqrt{-a_2}}{2}\xi\right). \tag{37}$$

Daha sonra (1) denklem için aşağıdaki cıvıltılı periyodik soliton çözümünü elde ederiz:

$$q(x,t)=\left[-\frac{a_2}{a_3}\sec^2\left(\frac{\sqrt{-a_2}}{2}\xi\right)\right]^{1/2}e^{i[\chi(\xi)-\omega t]}. \tag{38}$$

Ve karşılık gelen cıvıltı şu şekilde verilir:

$$\delta\omega=-\frac{v}{2k^2}+\frac{a_3A}{a_2k^2\sec^2\left(\frac{\sqrt{-a_2}}{2}\xi\right)}-\frac{3\delta a_2}{2ka_3}\sec^2\left(\frac{\sqrt{-a_2}}{2}\xi\right). \tag{39}$$

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada, Kundu denklemi için cıvıltılı parlak, karanlık ve periyodik soliton çözümleri elde ettik. Yeni bir cıvıltı biçimi içeren yeni bir ansatz tanıtıldıktan sonra, çözümler birçok parametreyi içeren genel bir dördüncü mertebeden eliptik denklem çerçevesinde araştırıldı.

Dalga genliğinin evriminin, dalganın başlangıç parametreleriyle kolayca belirlenebilen iki entegrasyon sabitini içeren doğrusal olmayan bir diferansiyel denklemi sağladığı gösterilmiştir. Elde edilen genlik denklemini analitik olarak çözdük ve parlak, karanlık ve periyodik soliton çözümleri için sonuçlar elde ettik. Ayrıca, bu soliton çözümlerinin her biri ile ilişkili doğrusal olmayan cıvıltıyı da belirledik.

Teşekkür

Bu çalışma Şırnak Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 2021.FNAP.06.01.02 numaralı hibe ile desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

-Ali, A.T. (2011), New generalized Jacobi elliptic function rational expansion method, J. Comput. Appl. Math., 235, pp. 4117-4127.

-Biswas, A. et al. (2018), Sub-pico-second chirped optical solitons in mono-mode fibers with Kaup-Newell equation by extended trial function method, Optik ,168, pp. 208-216.

-Daoui , A.K. et al. (2019), Propagation of chirped gray optical dips in nonlinear metamaterials, Optics Communications, 430, pp. 461-466.

- Huang, D-J., Li, D-S., and Zhang, H-Q. (2005). “New Exact Travelling Wave Solutions to Kundu Equation”, Commun. Theor. Phys. (Beijing, China) 44 (2005) pp. 969-976.

- Kundu, A. (1984). “ Landau-Lifshitz and higher-order nonlinear systems gauge generated from nonlinear Schrödinger type equations”, J. Math. Phys. 25, 3433 (1984); doi: 10.1063/1.526113

-Li-Hua, Z. and Jin-Yu, H. (2009), Sub-ODE's new solutions and their applications to two nonlinear partial differential equations with higher-order nonlinear terms, Commun.Theor. Phys., 52, pp.773-778.

-Mibaile, J. et al. (2018), Chirped solitons in derivative nonlinear Schrödinger equation , Chaos, Solitons and Fractals, 107, pp. 49-54.

-Mihalache, D et al. (1993), Analytic method for solving the modified nonlinear Schrodinger equation describing soliton propagation along optical fibers, Physical Review A ,Volume 47, Number 4 April 1993.

-Triki, H. et al. (2017), New envelope solitons for Gerdjikov-Ivanov model in nonlinear fiber optics, Superlattices and Microstructures ,111, pp.326-334.

-Triki, H. et al. (2019), Chirped envelope optical solitons for Kaup-Newell equation, Optik - International Journal for Light and Electron Optics,177, pp. 1-7.

-Triki, H., Wazwaz, A. (2017). "New types of chirped soliton solutions for the Fokas-Lenells equation", International Journal of Numerical Methods for Heat & Fluid Flow, doi: 10.1108/HFF-06-2016-0252

-Xu, G. (2014), Extended auxiliary equation method and its applications to three generalized NLS equations, Abst. Appl. Anal. , Article ID 541370, 7 pp.

-Zayed, E.M.E., Alngar, M.E.M. (2020). “ Application of newly proposed sub-ODE method to locate chirped optical solitons to Triki-Biswas equation”, Optik - International Journal for Light and Electron Optics , 207, 164360.

- Zayed, E.M.E. et al. (2020), Chirped and chirp-free optical solitons in fiber Bragg grating having dispersive reflectivity with polynomial form of nonlinearity using sub-ODE approach, Optik, 204 , 164096.

-Zeng, X. and Yong, X. (2008), A new mapping method and its applications to nonlinear partial differential equations, Phys. Lett. A , 372, pp. 6602-6607.

-Zulfiqar, A. and Jamshad Ahmad, J. (2020), Soliton Solutions of Fractional Modified Unstable Schrödinger Equation Using Exp-Function Method, Results in Physics , 19, 103476.

Presentation ID / Sunum No= 80

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0000-0001-8053-5002

Sitophilus oryzae (L.) (Coleoptera: Curculionidae)'nin Bazı Bitkisel Yağlara Olan Yönelimi

Nimet Sema GENÇER[1*], Emre ŞEN[1], Gülben İBİŞ[1]

[1]*Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Bursa Uludağ Üniversitesi Görükle Kampüsü 16069, Bursa*
**Sorumlu yazar: nsgencer@uludag.edu.tr*

Özet

Pirinç biti, *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae) depolanmış tahılların başlıca zararlılarından biridir ve dünya çapında yayılışa sahiptir ve ayrıca pirinç, buğday, arpa, mısır, sorgum ve diğer tahıllarda zararlıdır. Bu çalışmada, bir litrelik steril cam kavanozlarda steril buğday üzerinde pirinç biti yetiştirilmiştir. Pelin otu, kakao, sarımsak, vanilya ve pirinç kepeği yağları bu çalışmada ilk kez test edilmiş ve marketlerden satın alınan yağlar kullanılmıştır. Deneyler, *S. oryzae*'nin bitkisel yağ uçucularını temiz havaya (kontrol) karşı ayırt edip edemediğini test etmek için Y-tüp olfaktometre kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar, pirinç biti yetişkinlerinin 1 ml dozda (%30) pirinç kepeği yağını tercih etmediğini göstermiştir. Bununla birlikte, pirinç kepeği yağının 2 ml'lik dozunda çekici (% 66) ve 3 ml'lik dozunda (% 14) yetişkinler için itici olmuştur. Ayrıca yetişkinler vanilya yağına çekicilik göstermiştir (2ml %66 ve 3ml %58). Pelin otu ve kakao yağlarında doz arttıkça çekiciliğin arttığı, buna karşılık sarımsak yağında doz arttıkça iticiliğin arttığı sonucuna varılmıştır. Bu yağların, depolardaki pirinç bitine karşı entegre zararlı yönetim programlarındaki tuzaklama sistemlerinde cezbedici ve uzaklaştırıcı olarak potansiyel kullanımları olabileceği söylenebilir.

Anahtar kelimeler: Çekici, Bitkisel yağlar, Uzaklaştırıcı, *Sitophilus oryzae*, Y-tüp olfaktometre

Olfactory Response of *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) To Some Plant Oils

Abstract

The rice weevil, *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae) is one of the primary pests of stored grain and has a worldwide distribution and also it is harmful in rice, wheat, barley, maize, sorghum and other grains. In this study, rice weevil were grown on sterile wheat in one liter sterile glass jars. Wormwood, cacao, garlic, vanilla and rice bran oils has been tested for the first time in this study and the oils purchased from the markets. Experiments were carried out by using Y-tube olfactometer to test whether *S. oryzae* can discriminate plant oils volatiles versus clean air (control). The results showed that rice weevil adults didn't show preference to rice bran oil in 1 ml dose (30%). Although, 2ml dose has showed attractive (66%) and furhermore 3ml dose (14%) was repellent to adults. Also the adults have shown attractiveness to vanilla oil (2ml 66% and 3ml 58%). It was concluded that the attractiveness increases as the dose increased in wormwood and cocoa oils, and on the contrary the repellency increases as the dose increased in garlic oil. It can be said that these oils could be potential uses as attractants and

repellent in the trapping systems in the integrated pest management programs against rice weevil in warehouses.

Keywords: Attraction, Plant oils, Repellent, *Sitophlus oryzae*, Y- tube olfactometer

Introduction

In stored products, annual product loss caused by insects is reported to be 10-30% on average (Donahaye & Messer, 1992; Emekci & Ferizli, 2000). It can be increase even more depending on the population density of harmful insects. Considering all these reasons, it is appraise the situation as an important plant protection activity to protect products safely against warehouse pests. The rice weevil, *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae) is one of the primary pests of stored grain and has a worldwide distribution (Gomez et al., 1983; Grenier et al., 1997; Longstaff, 1981). The pest is harmful in rice, wheat, barley, maize, sorghum and other grains (Özer, 1957; Erakay, 1982; Jalaeian et al., 2021; Pražić Golić et al., 2021).

Among possible alternatives to synthetic insecticides the use of semiochemicals to manipulate the insect behavior has become a suitable tool for the management of a number of stored-product insect pests (Phillips & Throne, 2010). Repellent compounds in mixtures may act antagonistically, additively, or synergistically depending on whether the response to a mixture is less, equally or more intense than the sum of responses to individual components, respectively. Among natural products, some plant essential oils and their primary terpenoid constituents were found to exhibit repellent effects against *Sitophilus granarius* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) adults (Benelli et al., 2012; Conti et al., 2011; Nerio et al., 2010).

They looked at the behavioral responses of the granary weevil *S. granarius*, to 20 of these individual volatiles (aliphatic alcohols, aldehydes, ketones, and aromatics) in a two-choice pitfall olfactometer, using the aggregation pheromone and propionic acid as the attractant and repellent controls, respectively. As a result of the study that the granary weevil showed elicited significant positive responses to the 1-butanol and 3- methyl-1-butanol, 1-Pentanol was an attractant, the four aliphatic ketones acted as significant repellents for granary weevil adults over the dose range tested. The results suggest that host finding behavior of weevils will depend on the balance of positive and negative volatile stimuli from grain as the relative concentrations of volatiles may change during storage (Germinara et al., 2008). It was aimed in this study that appeared interesting to compare the some plant oils olfactory responses effects on *S. oryzae*, wormwood, cacao, garlic, vanilla and rice bran oils and their three different doses (1, 2, 3ml) has been tested with first time in this study.

Material and Methods

Sitophilus oryzae used in the study were grown on sterile wheat. One liter sterile glass jars were used for rearing the insects. Male and female adults were left by adding 250 g of wheat to each jar by mix. The mouth part of the jars is closed with a tulle of sufficient size to allow air flow in the jars. The cultures formed were kept in incubators at 25°C+1 temperature and 70% relative humidity for one week for the adults to lay eggs. Adults left at the end of a week were taken using 2 mm sieves and transferred to clean wheat jars to ensure the continuation of the culture. A new generation of adults emerged in the prepared jars after about 40 days. New generation adults 7-14 days old were used in the experiments. These procedures were repeated for the continuity of the culture during the experiment. Wormwood, cacao, garlic, vanilla and rice bran oils have been used. As it is written on the oil boxes purchased from the markets, it is 100% pure, only the component of cacao oil is 99%. Olfactometer experiments were carried out by using a Y-tube olfactometer to test whether *S. oryzae* can discriminate plant oils volatiles versus clean air (control). A single adult to be tested was introduced into the Y-tube olfactometer and observed until she had walked 5 cm up one of the arms or until 5 minutes had elapsed (Çakmak et al., 2006; Takabayashi & Dicke, 1992). After every 10 insect responses, the Y-tube was cleaned with alcohol and dried. Each experiment was replicated five times.

Statistically Analysis

Differences in the proportions of *Sitophilus oryzae* adult attraction by moving toward one of the plant oils or toward the clean air control were analyzed using the replicated goodness of fit test at a 5% critical level (Sokal and Rohlf, 1995). The null hypothesis was that the insect would exhibit a 1:1 distribution across the two odor sources for each replicate. Insects that did not make a choice were excluded from the statistical analysis.

Results and Discussion

The results of olfactory effects of different concentrations of plant oils applied on rice weevil, *Sitophilus oryzae* were shown in Table 1. Rice weevil adult showed the highest preference for cacao and rice bran oil to clean air (control) in one replicate in 3ml and 2ml dose (90%) (P> 0.01, Fig. 1). Also, *S. oryzae* show high preference in rice bran oil (2ml), wormwood oil (1ml) and vanilla oil (1ml) (80%) in one replicate. In two replicates rice weevil show high preference in rice bran oil (2ml), wormwood oil (3ml), vanilla oil (3ml) and garlic oil (1ml) (70%). In addition, rice weevil show high preference in cacao oil (1ml) (70%) in one replicate and vanilla oil (2ml)(70%) in three replicates. *S. oryzae* did not show a preference in 1ml (20,30,40%) and 3 ml doses (0,20,40 %) of rice bran oil, two and one replicates of cacao oil (1ml) (2ml) (3ml) respectively, two replicates of wormwood oil (1ml) (30%), two replicates of vanilla oil (1ml) (20%) and three replicates of garlic oil (2ml) (20%), (3ml) (20%), respectively. According to these results, the best orientation was found in vanilla (2ml) (3ml), rice bran oil (2ml) and wormwood oil (2ml) (Table 1).

According to the results obtained from the experiment; as the dose amount increased and decreased statistically significant differences were found between the attract and repellent activity of *S. oryzae* against the odors of different oils in Y-tube olfactometer. It was determined that in total, *S. oryzae* was directed to vanilla (52%), wormwood (44%), garlic (40%), cacao (36%) and rice bran (36%) oils, respectively. Furthermore, as the dose increases in wormwood and vanilla oils, while an increase was observed in the odor attract of *S. oryzae* adults towards oils, on the contrary, the odor attractiveness of the adults decreased as the dose increased in garlic oil.

Table1. The results of replicated goodness of fit test on response of *Sitophilus oryzae* to different plant oils.

Oil	Doses	Df1	Df2	n	Oil	Doses	Df1	Df2	n	Oil	Doses	Df1	Df2	n
Rice bran oil	1ml	0,526	0,748	50	Wormwood oil	1ml	0,006664	0,000128	50	Vanilla oil	1ml	0,2	0,00111	50
		0,526					0,05					0,05		
		0,05					0,526					0,000197		
		0,2					0,526					0,05		
		0,05					0,000197					0,2		
	2ml	0,05	0,011	50		2ml	1	0,505	50		2ml	0,2	0,97	50
		0,006664					0,2					0,2		
		0,2					0,2					0,2		
		0,2					0,2					0,526		
		0,05					0,526					0,526		
	3ml	0,000197	0,261	50		3ml	0,2	0,329	50		3ml	0,2	0,348	50
		0,2					1					0,526		
		0,05					0,2					0,2		
		0,006664					1					0,2		
		0,006664					0,2					0,526		
Cacao oil	1ml	0,2	0,00222	50	Vanilla oil	1ml	0,2	0,00111	50	Garlic oil	1ml	0,526	0,348	50
		0,526					0,05					0,2		
		0,000197					0,000197					0,2		
		0,2					0,05					0,526		
		0,006664					0,2					0,2		
	2ml	0,05	0,23	50		2ml	0,2	0,97	50		2ml	0,05	0,149	50
		0,05					0,2					1		
		0,526					0,2					0,526		
		1					0,526					0,05		
		0,526					0,526					0,05		
	3ml	0,05	0,012	50		3ml	0,2	0,348	50		3ml	0,05	0,526	50
		1					0,526					0,05		
		0,006664					0,2					1		
		0,526					0,2					0,05		
		0,2					0,526					0,2		

According to the data we obtained, it was determined that in rice bran oil, in 1ml dose, adults tended to odor attract less but in 2ml they showed quite a lot of attraction, and in 3ml the attraction to the oil decreased again. The results showed that the oils attracting *S. oryzae* adults per dose were (66%) of rice bran at 2ml doses, and vanilla oils (66%) and (58%) at 2ml and 3ml doses, respectively (Figure 1).

When the doses and repellent activities of the oils in the trial were compared, the strongest effect was rice bran (3ml) (86%), garlic (3ml) (72%), garlic oils (2 ml) (66%). It was determined that the oils with 90% In cacao, wormwood and vanilla oils, the attraction was increased as the dose increased, while the opposite was observed in garlic oil. It has been determined that some plant oils showed repellent activity against some storage pests which the results obtained from the experiment overlap with other studies conducted with similar methods. Alligator pepper (*Aframomum melegueta*) and ginger (*Zingiber officinale*) extracts were repellent towards adults of *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) (Ukeh et al., 2009). In another study, the sassafras (*Ocotea odorifera*) and citronella (*Cymbopogon nardus*) essential oils were showed low attractiveness for *S. zeamais* (Pinto Junior et al., 2006). According to another experiment, they have concluded that extracts of *Amomum cardamomum* and *Zingiber zerumbet* have a repellent effect against *S. oryzae* (Widiyaningrum et al., 2019). Repellent activity of three plant essential oils (EOs) (*Pimpinella anisum* L.), eucalyptus (*Eucalyptus camaldulensis* Dehn.) and peppermint (*Mentha piperita* L.)] and their major components (trans-anethole, 1,8-cineole and L-menthol, respectively) was evaluated through Y-tube olfactometer against *S. oryzae* ((Hategekimana & Erler, 2020). Their results showed that all the EOs and components tested, both alone and in binary and ternary combinations, had a repellent activity on adult rice weevil and none of the combinations tested had a statistically significant influence on the repellency against adult *S. oryzae*. There were some analyzes on the effect of selected essential oils (orange, lemon, vanilla, linden blossom, thyme, geranium and tea oils) on the development and fertility of the most dangerous cereal grain storage pest, grain weevil, *Sitophilus granarius*, it was observed that a strong effect limiting the population of grain weevil was found for vanilla and orange oils (Magdalena, 2009). The presence of vanillin (a phenolic aldehyde) in the studied extracts could also have contributed to the observed repellency activities. Vanilla extract has been reported as significant insect repellent due to its distinct aroma and flavor (Lewis, 2004). However on the contrary our study showed that vanilla oil was the most attractive oil against rice weevil. A study was made on the repellent action of *S. zeamais*, *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae), *Callosobruchus chinensis* L. (Coleoptera: Bruchidae) with four easily-got traditional chinese medicinal herbs and medicines, perfume and edible oil, respectively (Changju et al., 1994). They determined that *Kaempferia galanga* L., black pepper powder and rice bran oil had obvious repellent action to adults of *S. zeamais*, *C. chinensis* and larvae of *T. castaneum*. Rice bran oil provided a high level of control against attack of a bruchid *C. chinensis*. The oil reduced oviposition and egg hatching. They suggested that rice bran oil applications are safe, cheap and easy to do (Changju et al., 1995). According to a study some plant oils had high toxic effects on *C. chinensis*. The results of the experiment indicated that neem oil was significantly superior to all other oils by recording maximum mortality (65.0%) at 1 ml/kg and was followed by rice bran oil (60.0%). Cotton seed oil was the least effective in controlling the pest (32.5%). At 3 ml/kg, all treatments controlled the pest effectively. Neem oil recorded percent adult mortality three days after treatment followed by rice bran oil (97.5%) (Rani et al., 2000).

The potential of garlic oil, and the bioactive compounds therein, as an effective grain protectant was discussed. Our studies on garlic oil overlap with some studies. Chemical composition of botanical oil garlic and chamomile (*Matricaria camomela*), its toxic and repellent activity were investigated against three stored product insects, *Callosobruchus maculatus* (Fab.), *Trogoderma granarium* (Khapra beetle), and *T. castaneum* (Ibrahim, 2011).

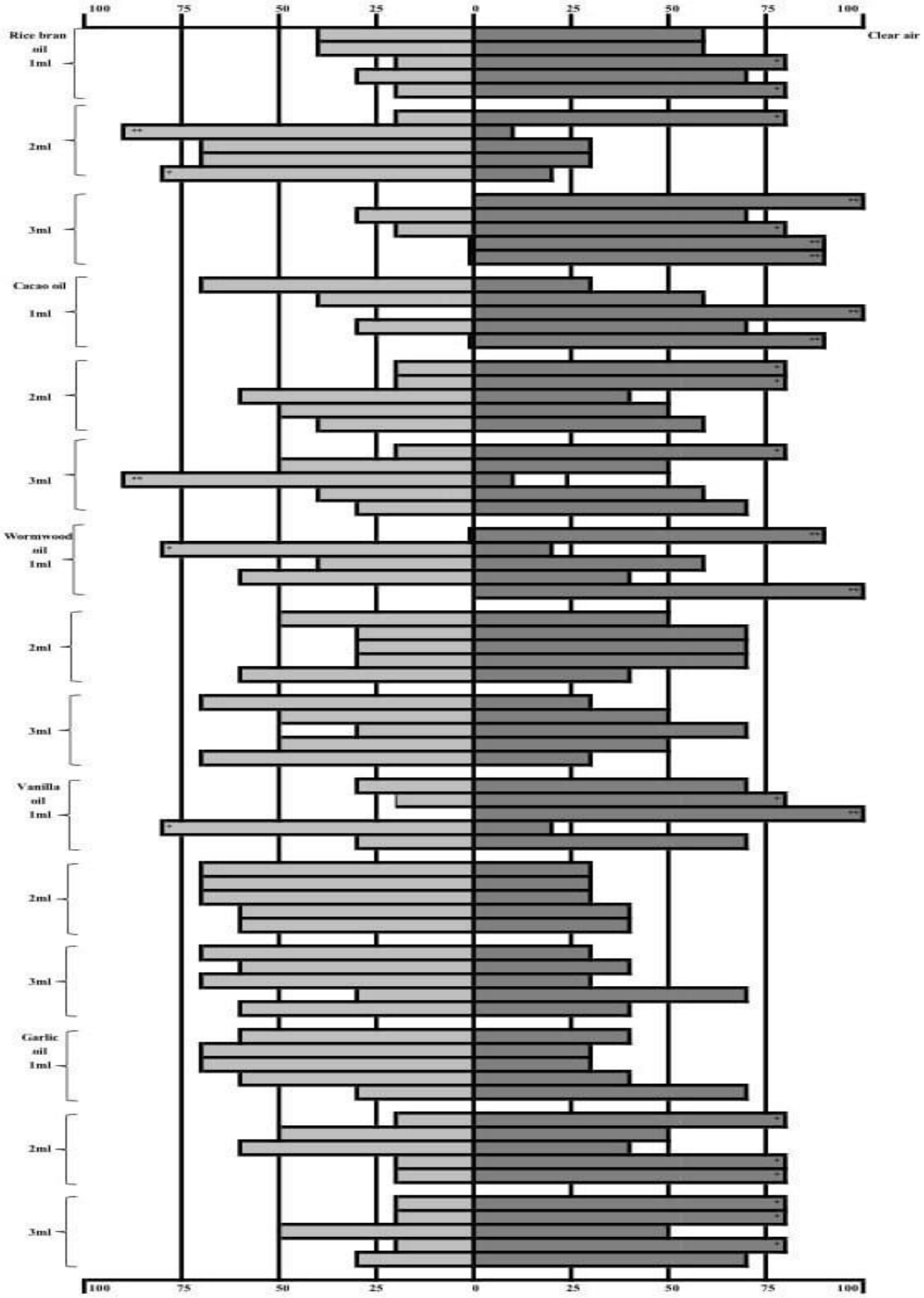

100
75
50
25
0
25
50
75
100
Clear air
Rice bran oil 1ml
2ml
3ml
Cacao oil 1ml
2ml
3ml
Wormwood oil 1ml
2ml
3ml
Vanilla oil 1ml
2ml
3ml
Garlic oil 1ml
2ml
3ml

Figure 1. The response of *Sitophilus oryzae* when offered 1,2,3 ml doses of different essential oils solutions; *, **, significant P-values of 0.05 and 0.01, respectively, based on replicated goodness of fit test for G per replicate and GP.

The authour showed that, the repellent action of the tested essential oils (garlic, chamomile and neem) was increased with the increasing of concentration. There was highly significant differences between the repellent effect of neem oil with the three tested insects compared with that of chamomile and garlic oils. The application of repellents could be considered as a new control method in storage (Ibrahim, 2011). In another study, percentage repellency of Sirinol (garlic emulsion) was assayed on adults of cigarette beetles, *Lasioderma serricorne* (F.) and red flour beetles, *T. castaneum* using three techniques, Petri-dish, Y- shape olfactometer tube and leaky glass (Jahromi et al., 2012).

It was determined in a study that extracts from wormwood is a potential deterrent to some stored pests. The effect of wormwood *Artemisia annua* L. (Astraceae) extract on deterrency was maximal in 1000 µL/L treatment compared to control against *Tribolium confusum* (Duv.), it was determined that their result and previous results on this plant species indicate that it can be a good candidate for controlling stored product insects (Haghighian et al., 2008).

The results showed that the rice weevil adults didn't preference to rice bran oil in 1 ml although, 2ml has showed attractive and furthermore has determined 3ml was repellent to adults. Also the adults have shown attractiveness to vanilla oil (2ml and 3ml). It was concluded that the attractiveness increases as the dose increased in wormwood and cocoa oils, and on the contrary the repellency increases as the dose increased in garlic oil.

In conclusion, *S. oryzae* is one of the primary pests of stored grain. In the control of this pest, studies on vegetable oils in recent years have attracted attention. It can be said that these oils can be potentially used as attractants in the trapping systems included in the integrated control programs against rice weevil, also while rice bran (3ml) and garlic (2 and 3ml) oils can be used as repellant in warehouses.

References

Benelli, G., Flamini, G., Canale, A., Molfetta, I., Cioni, P. L., & Conti, B. (2012). Repellence of Hyptis suaveolens whole essential oil and major constituents against adults of the granary weevil *Sitophilus granarius*. *Bulletin of Insectology*, *65*(2), 177–183.

Changju, Y., Zhihui, Y., Mao, Z., Jianfang, H., & Wangxi, D. (1994). Estimation of Four Plant Products Repellent Action To Some Stored Insect Pests. Journal Huazhong (Central China) Agricultural Univeristy, 6.

Changju, Y., Zhihui, Y., Jianfang, H., Wangxi, D., & Mao, Z. (1995). Protect Stored Mung Beans From Bruchid Attack With Rice Bran Oil. Journal Huazhong (Central China) Agricultural University, 01.

Conti, B., Canale, A., Cioni, P. L., Flamini, G., & Rifici, A. (2011). *Hyptis suaveolens* and *Hyptis spicigera* (Lamiaceae) essential oils: Qualitative analysis, contact toxicity and repellent activity against *Sitophilus granarius* (L.)(Coleoptera: Dryophthoridae). *Journal of Pest Science*, *84*(2), 219–228.

Çakmak, I., Janssen, A., & Sabelis, M. W. (2006). Intraguild interactions between the predatory mites *Neoseiulus californicus* and *Phytoseiulus persimilis*. *Experimental & Applied Acarology*, *38*(1), 33–46.

Donahaye, E. J., & Messer, E. (1992). Reduction in grain storage losses of small-scale farmers in tropical countries. In *Research Report RR-91-7, the Allan Shawn Feinstein World Hunger Program*. Brown University USA.

Emekci, M., & Ferizli, A. G. (2000). Current status of stored products protection in Turkey. *IOBC Wprs Bulletin*, *23*(10), 39–46.

Erakay, S. (1982). Ambar Böcekleri ve Savas, Yöntemleri. Tanm ve Orm. Bak., Zir. Müc. Zir. Kar. Gen. Md., Izmir Bol. Zir. Müc. Araş. Ens. Md., Mesi. Kit. Ser, (16), 76.

Germinara, G. S., De Cristofaro, A., & Rotundo, G. (2008). Behavioral responses of adult *Sitophilus granarius* to individual cereal volatiles. *Journal of Chemical Ecology*, *34*(4), 523–529.

Gomez, L. A., Rodriguez, J. G., Poneleit, C. G., Blake, D. F., & Smith Jr, C. R. (1983). Influence of nutritional characteristics of selected corn genotypes on food utilization by the rice weevil (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Economic Entomology*, *76*(4), 728–732.

Grenier, A.-M., Mbaiguinam, M., & Delobel, B. (1997). Genetical analysis of the ability of the rice weevil *Sitophilus oryzae* (Coleoptera, Curculionidae) to breed on split peas. *Heredity*, *79*(1), 15–23.

Haghighian, F., Jalali Sendi, J., Aliakbar, A., & Javaherdashti, M. (2008). The growth regulatory, deterrency and ovicidal activity of worm wood [Artemisia annua L.] on *Tribolium confusum* Duv. And identification of its chemical constituents by GC-MS. *Pestycydy*, *1–2*, 51–59.

Hategekimana, A., & Erler, F. (2020). Comparative repellent activity of single, binary and ternary combinations of plant essential oils and their major components against *Sitophilus oryzae* L.(Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Plant Diseases and Protection*, *127*(6), 873–881.

Ibrahim, S. I. (2011). Repellent and insecticidal activity of derived plant oils against some stored grain insects. *Journal of Plant Protection and Pathology*, *2*(10), 893–903.

Jahromi, M. G., Pourmirza, A. A., & Safaralizadeh, M. H. (2012). Repellent effect of sirinol (garlic emulsion) against *Lasioderma serricorne* (Coleoptera: Anobiidae) and *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae) by three laboratory methods. *African Journal of Biotechnology*, *11*(2), 280–288.

Jalaeian, M., Mohammadzadeh, M., Mohammadzadeh, M., & Borzoui, E. (2021). Rice cultivars affect fitness-related characteristics and digestive physiology of the rice weevil, *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Stored Products Research*, *93*, 101821. https://doi.org/10.1016/j.jspr.2021.101821

Lewis R. J. (2004). Sax's Dangerous Properties of Industria

Longstaff, B. C. (1981). Biology of the grain pest species of the genus *Sitophilus* (Coleoptera: Curculionidae): a critical review. *Protection Ecology*, *3*(2), 83–130.

Magdalena, W. M. (2009). Effect of Plant Oils On The Development And Fertility Of Grain Weevil (*Sitophilus granarius* L.). Journal of Central European Agriculture, 10(4), 357–360.

Nerio, L. S., Olivero-Verbel, J., & Stashenko, E. (2010). Repellent activity of essential oils: A review. *Bioresource Technology*, *101*(1), 372–378.

Ozer, M. (1957). Investigation on morphology, short biologies and distributions of insect pecies that damage in various cereal grains and products with dried fruits and tobacco in sstore, warehouse and silos of Turkey. Ankara University, Agriculture Faculty Publications: 125. A.U. Publications, 136, Ankara.

Phillips, T. W., & Throne, J. E. (2010). Biorational approaches to managing stored-product insects. *Annual Review of Entomology*, *55*, 375–397.

Pinto Junior, A. R., De Carvalho, R. I. N., Netto, S. P., Ceruti, F. C., Tavares, A. P., Guerreiro, L., & Santos, A. K. N. (2006). The study of behavioral response and control effectiveness of the *Sitophilus zeamais* L.(Coleoptera: Curculionidae) and different concentrations of essential oils. *Proceedings of the 9th International Working Conference on Stored-Product Protection, ABRAPOS, Passo Fundo, RS, Brazil, 15-18 October 2006*, 829–834.

Pražić Golić, M., Andrić, G., Jovičić, I., & Kljajić, P. (2021). The effectiveness of low temperature (5 °C) on *Sitophilus oryzae* (L.), *Sitophilus zeamais* (Motch.) and *Sitophilus granarius* (L.) in wheat grain: The impact of pre-acclimation. *Journal of Stored Products Research*, *90*, 101751. https://doi.org/10.1016/j.jspr.2020.101751

Rani, C. S., Vijayalakshmi, K., & Rao, P. A. (2000). Vegetable Oils as Surface Protectants Against Bruchid, *Callosobruchus chinensis* (L.) Infestation on Chickpea. *Indian Journal of Plant Protection*, *28*(2), 184–186.

Sokal, R.R. and Rohlf, F.J. (1995) Biometry: The Principles and Practice of Statistics in Biological Research. 3rd Edition, W.H. Freeman and Co., New York.

Takabayashi, J., & Dicke, M. (1992). Response of predatory mites with different rearing histories to volatiles of uninfested plants. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, *64*(2), 187–193.

Ukeh, D. A., Birkett, M. A., Pickett, J. A., Bowman, A. S., & Mordue, A. J. (2009). Repellent activity of alligator pepper, *Aframomum melegueta*, and ginger, *Zingiber officinale*, against the maize weevil, *Sitophilus zeamais*. *Phytochemistry*, *70*(6), 751–758.

Widiyaningrum, P., Candrawati, D., Indriyanti, D. R., & Priyono, B. (2019). Repellent Activity of Waste Extract from Two Local Medicinal Plant Against Rice Weevil (*Sitophilus oryzae*). *Biosaintifika: Journal of Biology & Biology Education*, *11*(1), 62–67.

Presentation ID / Sunum No= 23

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0000-0002-4153-9876 / 0000-0002-0161-9206

Farklı Gelişme Tabiatlı Buğday Çeşitlerinde (*Triticum aestivum* L.) Ekim Zamanı ve Tohum Sıklığının Tane Verimi ve Bazı Verim Öğelerine Etkileri

Seyfi TANER[1], Enes YAKIŞIR[2]

[1.] *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Teknik Bilimler MYO- Karaman*
[2.] *Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü- Konya*

**Sorumlu yazar e-posta: seyfitaner@yahoo.com*

Özet

Herhangi bir yörede verimli buğday yetiştiriciliğinde buğdayın çimlenip çıkışına etki eden iklim faktörleri, yetiştirme teknikleri ve yöreye uygun çeşit kullanımı önemlidir. Bu çalışmada Konya ekolojik koşullarında farklı "Gelişme Tabiatlı" buğday çeşitlerinde ekim zamanı ve tohum sıklığının tane verimi ve bazı verim öğelerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma, Tesadüf Bloklarında Bölünen Bölünmüş Parseller deneme deseninde 3 tekrarlamalı olarak Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü (BDUTAEM) arazisinde 2013-2014 yetiştirme sezonunda yürütülmüştür. Çalışmada, çıkış zamanı geciktikçe başaklanma gün sayısı ve hasat indeksinde azalmalar olmuştur. İlk çıkış zamanında en yüksek bitki boyuna ulaşılırken; tane veriminde ilk ve ikinci zamanlar birbirine yakın olmuştur. 250 tohum m^{-2}'de en uzun başaklanma gün sayısı ve bitki boyu elde edilmiştir. Ekiz (kışlık) ve Ahmetağa (alternatif) çeşitlerinde başaklanma gün sayısı birbirlerine yakın bulunurken, Adana 99 (yazlık) çeşidi aynı özellikler bakımında düşük değerler almıştır. Farklı gelişme tabiatlı buğday çeşitlerinin çıkış zamanları ve tohum sıklıkları birlikte değerlendirilerek yapılan path ve korelasyon analiz değerlerine göre; başaklanma gün sayısı, hasat indeksi ve bitki boyunun dane verimine olumlu etkileri hesaplanmıştır.

Anahtar kelimeler: Çıkış zamanı, tane verimi, ekmeklik buğday, gelişme tabiatı, verim öğeleri

The Effects of Sowing Time and Seed Density on Grain Yield and Some Yield Components of Different Growing Type Wheat Varieties (*Triticum aestivum* L.)

Abstract

Climatic factors, agronomic techniques and the use of suitable varieties for the region are important in efficient wheat cultivation in any region. In this study, it was aimed to determine the effect of wheat

emerge time, harvest index, plant height and heading days of wheat in three different developmental type in different seed density in Konya ecological conditions. The study was carried out at the Bahri Dağdaş International Agricultural Research Institute (BDUTAEM) farm in the 2013-2014 season. The experimental layout was split-split plot in randomized complete block design with 3 replications. In this study, there was a decrease in the number of heading days and harvest index as the emerge time was delayed.

In the first emerge time, the highest plant height was realized, while in the second and third emerge time plant height was decreased. In grain yield, the first and second emergence times were close to each other, wehereas in the third emergence time, the yield has decreased. In terms of heading days in seed densties, 250 seeds had the highest densty in m^{-2} but the lowest in 850 m^{-2}. While the highest plant height was reached in 250 seeds m^{-2}, the other 450, 650 and seed densties were close to each other. In the winter and alternative type varieties, the number of heading days and harvest index were in the high level, whilist the spring type remained lower values both in the number of spike days and in the harvest index. According to the path and correlation coefficience analysis values of the different growing types wheat varieties; positive effects of heading days, harvest index and plant height on grain yield were calculated.
Keywords: Emergence time, bread wheat, grain yield, growing type, yield components

GİRİŞ

Buğday, dünyada olduğu gibi Türkiye'de de üretimi en fazla yapılan buğdaygillerden olup insan beslenmesinde önemli yere sahiptir. Ülkemizde buğday üretim miktarı iklim durumuna göre yıldan yıla değişmektedir. Ülkemizde buğday üretim miktarını etkileyen iklim faktörlerinin başında yağışın miktarı ve vejetasyon içerisindeki dağılımı ile sıcaklıklar gelmektedir. Orta Anadolu Bölgesi Türkiye'nin en düşük yağış alan bölgesi olmakla birlikte, yağış rejimi de oldukça düzensizdir. Bu açıdan bakıldığında Orta Anadolu Bölgesinde bazı yıllarda sonbaharda ekilen buğdayın çıkışını sağlayacak yağış ya hiç olmamakta ya da düşen yağış buğday bitkisinin çıkışı için yeterli olmamaktadır. Buğday tohumlarının çimlenip çıkışı için sadece uygun nem yeterli olmayıp, yeterli sıcaklığında olması gerekmektedir. 2, 3 ve 5 ^{0}C'lik çimlendirme çalışmasında çeşitlere göre fark olmakla birlikte en düşük sıcaklıktan en büyük sıcaklığa doğru çimlenme oranları artmaktadır (Tobeh ve Somarin, 2012). Buğday fideleri 0 ^{0}C' den daha düşük sıcaklıklarda soğuktan zarar görebilirler ancak, soğuğa alışmış (belli bir süre 0 ^{0}C'nin üzerindeki düşük sıcaklıklara maruz kalma) fideler gelişme tabiatlarına göre -18 ^{0}C'ye kadar olan düşük sıcaklıklara dayanabilirler (Wiebold, 2012).

Orta Anadolu Bölgesinde sonbahar ekimlerinde tohumun çimlenip çıkması için yeterli nem ve sıcaklık meydana gelmez ise fide çıkışları, kış aylarının yağış ve sıcaklığına bağlı olarak ya kış aylarında olabilmekte ya da ilkbahar aylarına sarkmaktadır. Dolayısıyla bu şartlar hububatta tane verimini olumsuz etkileyerek verim düşüklüğüne neden olmaktadır (Güler, 1987; Kodal ve ark., 1987).

Ayrıca iklim faktörlerinin yanında bölge için uygun çeşit seçimi de önemli etkiye sahiptir. Bu bilinçle Orta Anadolu şartlarında genellikle kışlık ve alternatif gelişme tabiatlı çeşitler yetiştirilmektedir. Bunun yanında seçilen çeşitlerin ekimi de bölge için uygun olan zamanda yapılmalıdır ki, seçilen çeşitten azami değerde verim alınabilsin. Yapılan birçok araştırmada (Keklikçi ve ark., 1991; Yılmaz ve ark., 1993; Öztürk ve ark., 2005; Çekiç ve ark., 2008) Orta Anadolu şartlarında buğdayın uygun ekim zamanın 15 Eylül-15 Ekim tarihleri arasında olduğu bildirilmiştir. Ancak zaman zaman şeker pancarı ve son yıllarda üretimi hızla artan mısır hasadının gecikmesi ya da yüksek kalite beklentisinden dolayı yüksek fiyatlı ürün satmak adına geç dönemlerde yazlık çeşitlerin de üretimi yapılmaktadır. Yapılan birçok çalışmada ekim zamanın gecikmesiyle bitki boyunun kısaldığı (Kazan ve Doğan, 2005; Kıral ve Çelik, 2012), başaklanma gün sayısı ile erme süresinde azalmalar meydana geldiği (Kıral ve Çelik, 2012) ve nihayetinde de esas çıktı olan tane veriminin azaldığı (Kazan ve Doğan, 2005; Baloch ve ark., 2010; Kıral ve Çelik, 2012; Taner ve ark., 2013) bildirilmiştir.

Bu çalışmada buğdayın çıkış zamanının değişik tohum sıklıklarında, üç farklı gelişme tabiatlı (kışlık, alternatif ve yazlık) buğday çeşitlerine ait dane verimi, hasat indeksi, bitki boyu ve başaklanma gün sayısına olan etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

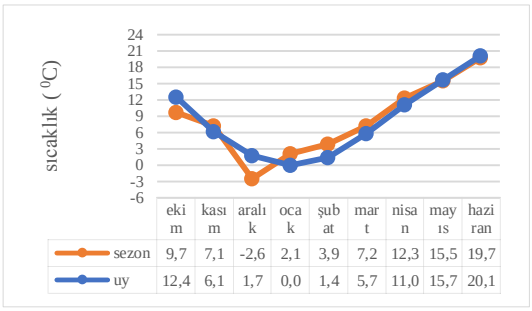
Araştırmada kışlık gelişme tabiatlı Ekiz (G1), alternatif gelişme tabiatlı Ahmetağa (G2) ve yazlık gelişme tabiatlı Adana99 (G3) ekmeklik buğday çeşitleri kullanılmıştır. Çalışma, 2013-2014 yetiştirme sezonunda BDUTAEM'e ait Konya-Merkez arazide yapılmıştır. Deneme tesadüf bloklarında bölünen bölünmüş deneme deseninde 3 tekrarlı olarak kurulmuştur. Deneme parselleri 6 sıra 7 metre ekilerek, 6 sıra 5 metre olarak hasat edilmiştir. Ekimde 10 kg da^{-1} saf P ve 12 kg da^{-1} saf N hesabı ile gübreleme yapılmıştır. Fosforun tamamı ve azotun 4 kg da^{-1} ekimle, azotun ikinci kısmı (3 kg da^{-1}) 27 Mart 2014 ve azotun üçüncü kısmı (5 kg da^{-1}) 21 Mayıs 2014'te verilmiştir. 24 Mart 2014 tarihinde yabancı ot ilaçlaması yapılmıştır. İlki birinci ekim zamanının sapa kalkma dönemi olan 17 Nisan 2014 tarihinde, ikincisi ise ilk ekim zamanını çiçeklenme sonrasına denk gelen 21 Mayıs 2014 tarihinde olmak üzere 2 kez yağmurlama sulama ile sulanmıştır. Hasat ise temmuz ayının ikinci haftasında parsel biçerdöveri ile yapılmıştır. Ekimde parsel boyutları 6 sıra x 7 m ve sıra arası 20 cm olarak 4-6 cm derinlikte; birinci ekim 1 Kasım 2013, ikinci ekim 22 Ocak 2014, üçüncü ekim 21 Şubat 2014 tarihlerinde ekimler mibzerle yapılmıştır. İkinci zaman ekiminde birinci zamanın çıkışı (ÇZ1), üçüncü zamanın ekiminde ikinci zamanın çıkışı (ÇZ2) gerçekleşmiş olup üçüncü zamanın çıkışı (ÇZ3) 14 Mart 2014'te meydana gelmiştir. Zamanında ekimi yapılan buğdaylar Konya şartlarında genellikle çimlenip çıkışlarını tamamlayarak kışa girerler. Çünkü bu dönemdeki çimlenmenin ana unsuru olan yağışlar (Şekil 1., uzun yıl yağış ortalamaları) buğdayın çıkışı için yeterli olmaktadır. Ancak çalışmanın yapıldığı sezonda olduğu gibi çıkışların gecikmesine sebep olan yetersiz yağışlara (Şekil 1., sezon yağışları) maruz kalınmıştır.

Yapılan çalışmada tohum sıklığı (TS) olarak m^{2}'ye 250, 450, 650 ve 850 adet tohum hesabıyla tohumluk kullanılmıştır. Çalışmada çıkış tarihinden itibaren başaklanma tarihine kadar geçen süre başaklanma gün sayısı (BGS) ve her parselden 8 bitkiye ait boy ölçülerek bitki boyu (BB) belirlenmiştir. Olumdan sonra her parseli temsilen 25'er sap sayılarak toprak yüzeyinden kesilip, 25 sapa ait bitkiler harmanlandıktan sonra elde edilen danelerin saplı tane ağırlığına oranlanması ile hasat indeksi (Hİ) hesaplanmıştır. Hasattan sonra her parselden elde edilen tohumlar tartılarak dane verimleri (V) elde edilmiştir.

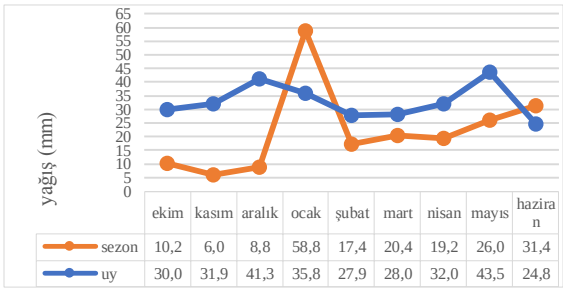
BULGULAR VE TARTIŞMA

İkinci zaman ekiminde birinci zamanın çıkışı (ÇZ1), üçüncü zamanın ekiminde ikinci zamanın çıkışı (ÇZ2) gerçekleşmiş olup üçüncü zamanın çıkışı (ÇZ3) 14 Mart 2014'te meydana gelmiştir. Bu durumun açıklanması amacıyla Şekil 1 incelendiğinde, 2013 Ekim ayında ortalama 9.7 ^{0}C, 2013 Kasım ayında ortalama 7.1 ^{0}C ve Aralık 2013 ayında ortalama -2.6 ^{0}C olan sıcaklıklar çimlenme ve çıkış için ilk iki aylık sıcaklık yeterli iken Aralık 2013 ayı sıcaklık ortalaması yeterli olmamıştır. Buğdayın 4-37 ^{0}C' de çimlenebildiği ve en uygun sıcaklık değerlerinin 12-25 ^{0}C arasında olduğu bildirilmektedir (Acevedo ve ark., 2002); diğer taraftan aylık toplam yağış miktarı olarak Ekim 2013'te 10.2 mm, Kasım 2013'te 6.0 mm ve Aralık 2013'te 8.8 mm'lik yağışlar çimlenme çıkış için yeterli gelmemiştir. Halbuki, yaklaşık 13 mm' lik yağmur 2.5 cm toprak derinliğini ıslatabilmekte olup bitki için topraktaki uygun nem derinliği 20-30 cm olmalıdır (Wiebold, 2012). Söz konusu yağışlar her üç ayda da 8'er ayrı günde meydana gelmiştir (BDAUTAEM iklim istasyonu). Bu üç aydan sonra gelen yeterli yağışlar ve uygun olan sıcaklıklar ile birlikte bitki çıkışları ilk ekim zamanında 83 günde, ikinci ekim zamanında 30 günde ve son ekim zamanında ise 21 günde meydana gelmiştir. Diğer taraftan büyümenin aktif olduğu Mart, Nisan, Mayıs ve Haziran aylarındaki yağış miktarları aynı döneme ait uzun yıllar (uy=1950-2015;

Meteoroloji Genel Müdürlüğü) toplamından 31,3 mm daha düşük olmuştur. Çalışmanın ekim zamanları çıkış odaklı olduğundan metin içerisinde ekim zamanından daha ziyade çıkış zamanlarına vurgu yapılmıştır. Çalışmada incelenen başaklanma gün sayısı, bitki boyu, hasat indeksi ve dane verimine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir.



	ekim	kasım	aralık	ocak	şubat	mart	nisan	mayıs	haziran
sezon	9,7	7,1	-2,6	2,1	3,9	7,2	12,3	15,5	19,7
uy	12,4	6,1	1,7	0,0	1,4	5,7	11,0	15,7	20,1



	ekim	kasım	aralık	ocak	şubat	mart	nisan	mayıs	haziran
sezon	10,2	6,0	8,8	58,8	17,4	20,4	19,2	26,0	31,4
uy	30,0	31,9	41,3	35,8	27,9	28,0	32,0	43,5	24,8

Şekil 1. Araştırma yerinin 2013-2014 ve uzun yıllara ait bazı iklim değerleri

Yapılan değerlendirme sonucuna göre BGS açısından çıkış zamanı, tohum sıklığı, çeşit, çıkış zamanı x çeşit interaksiyonu ile tohum sıklığı x çeşit interaksiyonu %1 seviyesinde önemli bulunurken; çıkış zamanı x tohum sıklığı ve çıkış zamanı x tohum sıklığı x çeşit interaksiyonları istatistiksel açıdan önemsiz olmuştur (Çizelge 1). Çizelge 2 incelendiğinde her çıkış zamanı farklı bir grupta yer almış ve BGS 1. çıkış zamanında 120.2 gün ikinci çıkış zamanında 97.2 gün ve 3. çıkış zamanında 78.8 gün olarak belirlenmiştir. Ekim zamanının gecikmesi ile başaklanma süresinde meydana gelen bu azalmalar, Kıral ve Çelik (2012)'in sonuçları ile uyum içindedir. En yüksek tohum sıklığı olan m^2'de 850 tohumda en düşük (97.8) gün BGS elde edilmiştir. Tohum sıklığının m^2'de 250 adet olduğu durumda BGS 99.9 gün olarak ve diğer sıklıklarda da azalarak devam etmiştir. BGS en fazla Ahmetağa çeşidinde (101.9) bulunurken 92.6 gün ile en az Adana 99 çeşidinde bulunmuştur. Bu dağılımda kışlık gelişme tabiatlı Ekiz ve alternatif gelişme tabiatlı Ahmetağa çeşitleri aynı grupta yer alırken yazlık gelişme tabiatlı olan Adana 99 çeşidi farklı grupta yer almıştır. Değişik gelişme tabiatlı çeşitlere iklim faktörlerinin etkileri farklı olabileceği dikkate alındığında, başaklanma süresine büyük ölçüde vejetasyon dönemindeki iklim faktörleri etkili olmuştur (Kara ve ark., 2016). BGS bakımından çıkış zamanı x çeşit interaksiyonu incelendiğinde (Çizelge 2) en yüksek BGS (122.5) 1. çıkış zamanında Ahmetağa çeşidinden elde edilirken, en düşük 69.3 gün ile 3. çıkış zamanında Adana 99 çeşidinden elde edilmiştir. Birinci çıkış zamanında en fazla BGS olurken 3. çıkış zamanında en düşük olmuştur. En yüksek (103.1) BGS 250 tohum sıklığında Ahmetağa çeşidinden elde edilirken, en düşük (91.1) BGS 850 tohum sıklığında Adana 99 çeşidinden elde edilmiştir. Ayrıca kışlık gelişme tabiatlı Ekiz çeşidi ile alternatif gelişme tabiatlı Ahmetağa çeşidi GBS açısından benzerlik gösterirken, yazlık gelişme tabiatlı Adana 99 çeşidi farklılık göstermiştir (Çizelge 2). BGS'nı Adana 99 çeşidinde Kılıç ve ark. (2014) 126 gün olarak belirlerken; bazı araştırıcılar (Sakin ve ark., 2015; Gummadov ve ark., 2015) Ekiz için bu süreyi sırasıyla 158.3, 142 gün olarak; Ahmetağa çeşidi için Naneli ve arkadaşları (2015) 110.7 gün, Gummadov ve arkadaşları (2015) 142 gün olarak belirlemişlerdir. Bu araştırıcılar ile elde edilen bulgular karşılaştırıldığında Naneli ve arkadaşlarının (2015) bulgusu olan Ahmetağa çeşidi için elde edilen 110.7 gün dışındaki tüm bulgularda BGS çalışmada elde edilen sonuçtan (122.5) yüksek olmuştur. Sonbaharda çıkış yapan bitkilerde, ilkbaharda çıkış yapan bitkilerde hasat olgunluğuna genel olarak aynı dönemde gelmektedir (Güler, 1987). Bu nedenle elde edilen bulgularda başaklanma gün sayısı düşük olmuştur.

Çizelge 1. Başaklanma gün sayısı, bitki boyu, hasat indeksi ve tane verimi değerlerine ait varyans analiz sonuçları

	Başaklanma Gün sayısı (gün)	Bitki boyu (cm)	Hasat indeksi (%)	Dane verimi (kg da^{-1})
Çıkış zamanı (ÇZ)	**	*	*	*
Çeşit (G)	**	ÖD	*	ÖD
Tohum sıklığı (TS)	**	**	ÖD	ÖD
Çıkış zamanı*Çeşit (ÇZ*G)	**	ÖD	**	**
Çıkış zamanı*Tohum sıklığı (ÇZ*TS)	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
Tohum sıklığı*Çeşit (TS*G)	**	ÖD	ÖD	ÖD
Çıkış zamanı*Tohum sıklığı*Çeşit (ÇZ*TS*G)	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
VK (%)	1	10	14	20

*, **: sırayla P≤0.05 ve P≤0.01 düzeyinde önemli; ÖD, istatistiksel açıdan önemli değil

Denemede, bitki boyu bakımından çıkış zamanı %5 ve tohum sıklığı %1'e göre anlamlı olup, diğer parametreler önemsiz bulunmuştur (Çizelge 1). En yüksek bitki boyu 61 cm ile 1. çıkış zamanında ölçülürken, onu sırasıyla 2. ve üçüncü çıkış zamanı 55.8 cm ve 52.6 cm bitki boyuyla takip etse de istatistiksel açıdan 1. ve 2. çıkış zamanı aynı grupta 3. çıkış zamanı ise diğer grupta yer almıştır. Bu bulgulara benzer şekilde, Kıral ve Çelik (2012) ile Kazan ve Doğan (2005) yaptıkları araştırmada ekim zamanı geciktikçe bitki boyunun kısaldığını ifade etmişlerdir. Bitki sıklığı arttıkça gölgelemeden dolayı, bitkilerin yeterli ışığa ulaşabilmeleri için boylarında uzama meydana gelir. En uzun bitki boyu 60.7 cm ile 250 adet tohum sıklığında elde edilirken 450, 650 ve 850 tohum sıklığı bitki boyu açısından diğer grupta yer almışlardır (Çizelge 2). Bitki boyu Adana 99 çeşidinde (Kılıç ve ark., 2014; Doğan ve ark., 2015); sırasıyla 91.8 cm ve 95 cm olarak ölçülmüştür. Ekiz çeşidi için ise (Doğan ve ark., 2015; Sakin ve ark., 2015; Gummadov ve ark., 2015) bitki boylarını sırasıyla 80.2 cm, 83.3 cm, 90 cm olarak belirlemişlerdir. Naneli ve arkadaşları (2015) Ahmetağa çeşidinin bitki boyunu 89.8 cm ve Gummadov ve arkadaşları (2015) 93 cm olarak bildirmişlerdir. Bu bakımdan değerlendirildiğinde elde edilen sonuçların hepsinde bitki boyları adı geçen çeşitlerin seviyesine ulaşamamıştır.

Çizelge 2. Başaklanma gün sayısı, bitki boyu, hasat indeksi ve dane verimlerine ait ortalama değerler

Uygulama	Başaklanma gün sayısı (gün)	Bitki boyu (cm)	Hahat indeksi (%)	Dane verimi (kg da^{-1})	Uygulama	Başaklanma gün sayısı (gün)	Bitki boyu (cm)	Hahat indeksi (%)	Dane verimi (kg da^{-1})

ÇZ	ÇZ1	120.2a*	61.0a	0.325a	375.0a
	ÇZ2	97.2b	55.8b	0.309ab	358.0ab
	ÇZ3	78.8c	52.6b	0.273b	222.3b
G	G1	101.7a	56.6	0.311a	320.0
	G2	101.9a	57.1	0.310a	316.4
	G3	92.6b	55.7	0.286b	319.0
TS	250	99.9a	60.7a	0.314	316.3
	450	98.9b	56.1b	0.304	317.0
	650	98.3c	54.2b	0.296	307.6
	850	97.8d	54.9b	0.295	333.0
ÇZ*G	ÇZ1xG1	121.8b	62.0	0.355a	411.8a
	ÇZ1xG2	122.5a	61.9	0.334ab	390.3ab
	ÇZ1xG3	116.3c	59.3	0.285def	322.8cd
	ÇZ2xG1	99.7d	54.8	0.320bcd	357.8bc
	ÇZ2xG2	99.8d	58.0	0.328abc	368.0abc
	ÇZ2xG3	92.1e	54.7	0.280ef	348.4bc
	ÇZ3xG1	83.6f	53.0	0.258f	190.3e

ÇZ1x250xG1	123.0	70.5	0.353	405.0
ÇZ1x250xG2	123.7	62.8	0.363	367.7
ÇZ1x250xG3	118.3	61.6	0.286	310.7
ÇZ1x450xG1	121.3	58.7	0.360	404.0
ÇZ1x450xG2	122.3	63.0	0.326	411.3
ÇZ1x450xG3	117.7	61.0	0.303	336.7
ÇZ1x650xG1	121.3	58.0	0.353	373.7
ÇZ1x650xG2	122.0	59.0	0.316	392.0
ÇZ1x650xG3	115.0	58.0	0.276	332.0
ÇZ1x850xG1	121.3	60.7	0.356	464.7
ÇZ1x850xG2	122.0	62.7	0.330	390.3
ÇZ1x850xG3	114.3	56.5	0.276	312.0
ÇZ2x250xG1	100.3	60.1	0.350	319.7
ÇZ2x250xG2	101.3	64.0	0.316	373.0
ÇZ2x250xG3	93.3	60.9	0.303	392.3
ÇZ2x450xG1	96.7	52.5	0.333	335.3
ÇZ2x450xG2	99.3	60.2	0.346	348.0

	ÇZ3xG2	83.4f	51.7	0.267ef	190.9e		ÇZ2x450xG3	93.0	57.4	0.280	343.7
	ÇZ3xG3	69.3g	53.3	0.294cde	285.8d		ÇZ2x650xG1	99.3	55.2	0.326	388.0
	ÇZ1x250	121.7	65.0	0.334	361.1		ÇZ2x650xG2	99.3	52.6	0.310	352.3
	ÇZ1x450	120.4	61.0	0.330	384.0		ÇZ2x650xG3	91.0	51.2	0.273	329.0
	ÇZ1x650	119.4	58.3	0.315	365.9		ÇZ2x850xG1	93.3	51.3	0.270	388.0
	ÇZ1x850	119.2	60.0	0.321	389.0		ÇZ2x850xG2	99.0	54.9	0.340	398.3
	ÇZ2x250	98.3	61.7	0.323	361.7		ÇZ2x850xG3	91.0	49.2	0.266	328.7
	ÇZ2x450	97.3	56.7	0.320	342.3		ÇZ3x250xG1	84.0	54.4	0.270	172.7
	ÇZ2x650	96.6	53.0	0.303	356.4		ÇZ3x250xG2	84.3	55.3	0.266	200.0
	ÇZ2x850	96.4	51.8	0.292	371.7		ÇZ3x250xG3	71.0	56.7	0.323	305.3
	ÇZ3x250	79.8	55.5	0,286	226.0		ÇZ3x450xG1	83.6	50.0	0.240	186.0
	ÇZ3x450	78.8	50.6	0,262	224.8		ÇZ3x450xG2	83.3	46.2	0.273	182.0
	ÇZ3x650	78.9	51.3	0,271	200.4		ÇZ3x450xG3	69.3	55.7	0.273	306.3
ÇZ*TS	ÇZ3x850	77.7	53.0	0,273	238.1		ÇZ3x650xG1	84.0	55.5	0.266	185.7
	250xG1	102.4ab	61.7	0.324	299.1		ÇZ3x650xG2	83.7	46.6	0.250	143.7
	250xG2	103.1a	60.7	0.315	313.6		ÇZ3x650xG3	69.0	51.8	0.296	272.7
TS*G	250xG3	94.2d	59.7	0.304	336.1		ÇZ3x850xG1	82.7	52.1	0.256	217.7

450xG1	101.6c	53.7	0.311	308.4
450xG2	101.7bc	56.5	0.315	313.8
450xG3	93.3e	58.0	0.285	328.9
650xG1	101.6c	56.3	0.315	315.6
650xG2	101.7bc	52.7	0.292	296.0
650xG3	91.7f	53.7	0.282	311.2
850xG1	101.1c	54.7	0.294	356.8
850xG2	101.1c	58.7	0.316	342.2
850xG3	91.1f	51.5	0.275	299.8
ÇZ3x850xG2	82.3	58.2	0.280	238.0
ÇZ3x850xG3	68.0	48.8	0.283	258.7

*harflendirmeler % 5' e göre en düşük önemli farkı vermektedir.

Araştırma sonuçlarına göre hasat indeksi bakımından çıkış zamanı ve çeşit %5 düzeyinde çıkış zamanı x çeşit interaksiyonu ise %1 seviyesinde önemli bulunmuş olup çalışılan diğer konular önemsiz bulunmuştur (Çizelge 1). Birinci çıkış zamanı Hİ bakımından en yüksek 0.325 değere sahip olurken, 0.273 değer ile 3. çıkış zamanı en düşük değere sahip olmuştur. Kışlık gelişme tabiatlı Ekiz ve alternatif gelişme tabiatlı Ahmetağa çeşidi Hİ bakımından aynı grupta yer alırken yazlık gelişme tabiatlı Adana 99 çeşidi farklı grupta yer almıştır. İlk çıkış zamanında kışlık gelişme tabiatlı Ekiz çeşidi en yüksek 0.355 Hİ değeri verirken, yine aynı çeşit 3. çıkış zamanında 0.258 Hİ ile en düşük değeri vermiştir (Çizelge 2). Yapılan araştırmalarda Ekiz buğday çeşidinin hasat indeksi değerleri sırasıyla % 40.3, %39.9, %36 olarak hesaplanmıştır (Sakin ve ark., 2015; Doğan ve ark., 2015; Gummadov ve ark., 2015). Doğan ve arkadaşları (2015) Adana 99 çeşidinin hasat indeksini % 38.9 olarak hesaplarken, Gummadov ve arkadaşları (2015) Ahmetağa'ya ait hasat indeksini %35 olarak hesaplamışlardır. Bu çalışmada, ilk çıkış zamanında Ekiz çeşidinden elde edilen en yüksek (%35.5) hasat indeksi değeri ve diğer çeşitlere ait hasat indeksi değerleri yukarıda adı geçen araştırıcılara ait bulguların hepsinden daha düşük olmuştur. Bu durum bitkilerin hasat indeksi değerlerinin çevre şartlarına göre değiştiğini göstermektedir (Akkaya ve Akten, 1985; Asif ve ark., 2012).

Hesaplanan verilere göre dane verimi açısından çıkış zamanı %5' e göre önemli olup, bazı araştırıcıların da bildirdiği gibi (Kazan ve Doğan, 2005; Baloch ve ark., 2010) çıkış zamanı geciktikçe dane verimi düşmüştür. Ayrıca çıkış zamanı x çeşit interaksiyonu %1 seviyesinde önemli bulunmuştur. Diğer yandan tohum sıklığı ve çıkış zamanı x tohum sıklığı interaksiyonu istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur (Çizelge 2). Çıkışların geç olmasından dolayı tohum sıklığına ait parsellerde yeterli bitki sayısı olmadığından çıkış zamanı x tohum sıklığı interaksiyonun önemsiz kanaatine varılmıştır. Nitekim,

ekim sıklığının dane verimine etkisinin olmadığını belirten araştırıcılar da (Yılmaz ve Sepetoğlu, 1996) vardır. 375 kg da^{-1} dane verimi ile 1. çıkış zamanı ve 258 kg da^{-1} dane verimi ile 2. çıkış zamanı aynı grupta yer alırken 222.3 kg da^{-1} dane verimi ile 3. çıkış zamanı farklı grupta yer almıştır. Kışlık gelişme tabiatlı Ekiz çeşidi 411.8 kg da^{-1} dane verimi ile en yüksek verime 1. çıkış zamanında ulaşırken, en düşük verim kışlık gelişme tabiatlı Ekiz ve alternatif gelişme tabiatlı Ahmetağa çeşitlerinde 3. çıkış zamanında sırasıyla 190.3 ve 190.9 kg da^{-1} dane verimi elde edilmiştir. Bu arada 3. çıkış zamanında en yüksek verim (285.8 kg da^{-1}) yazlık gelişme tabiatlı Adana 99 çeşidinde gerçekleşmiştir (Çizelge 2). Bu araştırma sonucuna göre Adana 99 çeşidinden elde edilen en yüksek değer ikinci çıkış zamanında olup 348.4 kg da^{-1}'dır. Bu sonuç, bazı araştırıcılar (Kılıç ve ark., 2014, Doğan ve ark. 2015, Koç ve Akgün 2019, Mutlu ve Taş 2020) tarafından sırasıyla ortalama 441 kg da^{-1} ve 375.3 kg da^{-1}, 757.1 kg da^{-1}, 532,6 kg da^{-1} olarak bildirilen değerlerden düşük olmuştur. Bir çok araştırıcı (Aydoğan ve ark., 2006; Sakin ve ark., 2015; Doğan ve ark., 2015; Gummadov ve ark., 2015) Ekiz çeşidine ait verim sonuçlarını sırasıyla 471.4, 412.9, 400.1, 542.0 kg da^{-1} olarak belirlemiş olup, sırasıyla ilk iki bulgu bu araştırma da birinci ekim zamanında ki sonuca benzer (411.8 kg da^{-1}); son iki araştırma sonuçlarından ise düşük olmuştur. Bu denemede Ahmetağa çeşidine ait en yüksek verim ilk çıkış zamanında 390.3 kg da^{-1} olup, Naneli ve arkadaşlarının (2015) bulgusu olan 434 kg da^{-1}, Gummadov ve arkadaşlarının (2015) sonucu olan 535 kg da^{-1} ve Aydoğan ve arkadaşlarının (2010) belirttiği 664 kg da^{-1}'lık verimlerden daha az olmuştur. Bunun nedeni çıkışların oldukça geç olması yanında, sezona ait aktif büyüme dönemlerindeki yağışın az olmasından (Çizelge 1) kaynaklanmıştır.

Çizelge 3. Başaklanma gün sayısı, bitki boyu ve hasat indeksinin dane verimi üzerine açıklayıcı verilere ait değerleri

İncelenen Özellikler	Dane verim ile özellikler arası korelasyonlar	Direk etki	Dolaylı etki			
			Başaklanma gün sayısı (gün)	Hasat indeksi (%)	Bitki boyu (cm)	Toplam
Başaklanma gün sayısı (gün)	0.557**	0.228**	-	0.185	0.144	0.329
Hasat indeksi (%)	0.648**	0.444**	0.095	-	0.110	0.208
Bitki boyu (cm)	0.571**	0.287**	0.114	0.170	-	0.284

**, P≤0.01 düzeyinde önemli

Farklı gelişme tabiatlı buğday çeşitlerinin çıkış zamanları ve tohum sıklıkları birlikte değerlendirilerek yapılan path ve korelasyon analizlerine göre; her üç özellikte istatistiksel anlamda önemli olup, başaklanma gün sayısı 0.228, hasat indeksi 0.444 ve bitki boyu 0.287 path katsayıları ile dane verimi üzerine doğrudan etkili bulunmuştur. Başaklanma gün sayısı üzerinden dane verimine hasat indeksi (0.185) ve bitki boyu (0.144) olumlu yönde dolaylı etki etmiştir. Hasat indeksi üzerinden başaklanma gün sayısı (0.095) ve bitki boyu (0.110) dolaylı yoldan dane verimine olumu etki yapmıştır. Bitki boyu üzerinden dane verimini dolaylı olarak başaklanma gün sayısı (0.114) ve hasat indeksi (0.170) olumlu yönde etkilemiştir (Çizelge 3). Ayrıca dane verimi ve başaklanma gün sayısı arasındaki korelasyon katsayısı (0.557) istatistiksel anlamda önemli; dane verimi ile hasat indeksi arasındaki korelasyon katsayısı (0.648) istatistiksel bakımdan önemli ve dane verimi ile bitki boyu arasındaki korelasyon (0.571) da istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (Çizelge 3). Yapılan path ve korelasyon analizlerinde dane verimi ile olan ilişkileri önemli ve pozitif bulunan başaklanma gün sayısı, bitki boyu ve hasat indeksinin, dane verimin artırılmasında etkili olduğu ortaya çıkmıştır. Bu sonuçlar başaklanma gün sayısının (Al-Karaki, 2012), hasat indeksinin (Chowdhry ve ark., 1991; Fellahi ve ark., 2013; Nasri ve ark., 2014; Mohsen ve Shafi 2014; Kandel ve ark., 2017; Mecha ve ark., 2017) ve bitki boyunun

(Başer ve ark., 2005; Kara ve Akman, 2007; Tahmasebi ve ark., 2013; Kara ve ark., 2016; Aykunt Tonk ve ark., 2017) dane verimine olumlu etki yaptıkları sonuçları ile benzer doğrultuda olmuştur.

SONUÇ

Birim alanda kullanılan tohumluk miktarının hasat indeksi ve dane verimi üzerine etkisi olmazken; tohum sıklığı arttıkça başaklanma gün sayısı ve bitki boyunda azalmalar meydana gelmiştir.

Bu araştırma göz önüne alındığında en yüksek verimin elde edildiği ilk çıkış zamanı aslında bölge için gecikmiş bir ekim zamanıdır. Su randımanının oldukça etkili olduğu, ekim ve kasım aylarında yağışların azlığı veya sıcaklığın düşüklüğü bitkinin sonbaharda çıkış yapmaması ya da çıkışın çok zayıf olmasına neden olmaktadır. Bu durumda ilkbaharda çıkış yapan bitkiler, haziran ayındaki bastıran sıcaklıkların da etkisi ile potansiyel verime ulaşamadan olgunlaşmaktadırlar (Güler, 1987). Uygun zamanda ekilip, zamanında çıkışın sağlandığı ve sulanan şartlarda yüksek verim kapasitesine sahip Ekiz ve Ahmetağa çeşitleri (Taner ve ark., 2013) bakımından son çıktı olan verim değerleri incelendiğinde (Çizelge 2), bölge için benzer çıkış şatlarında tercih edilmesi gereken çeşitler olarak değerlendirilebilir. İkinci çıkış zamanında ise ilk sırada yer alan alternatif gelişme tabiatlı Ahmetağa çeşidi uygun çeşit olarak tercih edilebilir. Alternatif ve kışlık gelişme tabiatlı çeşitlerde yüksek verime ulaşabilmek için, bitkilerin Sonbahar ayında fide döneminde olmaları sağlanmalıdır. Bu değerlendirmeler dikkate alındığında, Konya ve benzer ekolojilerin kurak geçen güz döneminde, kışlık ve alternatif gelişme tabiatlı çeşitlerden yüksek dane verimine ulaşabilmek için sonbaharda çıkışların sağlanması gerekmektedir. Diğer yandan sonbaharda ekim gecikmiş ise söz konusu ekolojiler için özellikle kışlık çeşitler olmak başta olmak üzere, alternatif tabiatlı çeşitlerin tohumluk miktarı artırılmalıdır.

Teşekkür: Desteklerinden dolayı Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü' ne teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

Acevedo, E., Silva, P., Silva, H., 2002. Wheat growth and physiology: Bread Wheat Improvement and Production Ed. Curtis B.C., Rajaram S., Gomez Macpherson H., FAO 2002, 39-70.

Al-Karaki, G.N., 2012. Phenoligical Devolopment-Yield Relationships in Durum Wheat Cultivars under Late-Season High-Temperature Stress in a Semi arid Environment. International Scholarly Research Notices (ISRN) Agronomy, 2-7.

Asif, M., Maqsood, M., Ali, A., Hassan, S.W., Hussain, A., Ahmad, S. and Javed., M.A., 2012. Growth, Yield Components and Harvest Index of Wheat (*Triticum aestivum* L.) Affected by Different Irrigation Regimes and Nitrojen Management Strategy. Science International (Lahore), 24 (2), 215-218.

Akkaya, A. ve Akten, Ş., 1985. Susuz Koşullarda Yetiştirilen Bazı Kışlık Buğdayların Toplam Verimi, Dane Verimi ve Hasat İndeksi Üzerine Bir Araştırma.e-dergi atauni.edu.tr., 133-144.

Aykut Tonk, F., İştipliler, D., Tosun, M., 2017. Bazı Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Genotiplerinde Özellikler Arası İlişkiler ve Path Analizi. Ege Univ. Ziraat Fak. Derg., 54 (1): 85-89.

Aydoğan, S., Şahin, M., Göçmen A., Taner, S., 2006. Konya Yöresi Sulu Şartlarında Yetiştirilen Bazı Ekmeklik (*Triticum aestivum* L.) Buğday Genotiplerinin Tane Verimi ve Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Türkiye 9. Gıda Kongresi 24-26 Mayıs Bolu, 665-668.

Aydoğan, S., Göçmen Akçacık, A., Şahin, M., Kaya, Y., Taner, S., Demir, B., Önmez, H., 2010. Ekmeklik buğday çeşitlerinin dane verimi, bazı kimyasal ve reolojik özellikleri üzerine bir araştırma. Bitkisel Araştırma Dergisi, 1, 1-7.

Baloch, M.S., Shah, I.TH., Nadim, M.A., Khan, M.I. and Khakwani, A., 2010. Effect of Seed Density and planting Time on Growth and Yield Attributes of Wheat. TheJournal of Animal&Plant Sciences, 20 (4), 239-242.

Başer, İ., Korkut, K.Z., Bilgin, O., 2005. Ekmeklik Buğdayda (*Triticum aestivum* L.) Kurağa Dayanıklılıkla İlgili Özellikler Arasındaki İlişkiler. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 2 (3), 253-259.

Chowdhry, M.A., Alam, K. and Khaliq, I., 1991. Harvest Index in Bread Wheat. Pakistan Journal of Agricultural Sciences, Vol. 28, No 2, 207-210.

Çekiç, C., Savaşlı, E., Dayıoğlu, R., Önder, O., Karaduman, Y. ve Avcıoğlu, R., 2008. Ekmeklik buğdayda (*Triticum aestivum*) Ekim Zamanı ve Sıklığı ile Kalite Kriterleri Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi. Ülkesel Tahıl Sempozyumu, 2-5 Haziran Konya, 201-209.

Fellahi, Z., Hannachi, A., Bouzerzour, H. and Boutekrabt, A., 2013. Correlation between Traits and Path Analysis Cofficient for GrainYield and Other Quantative Traits in Bread Wheat under Semi Arid Conditions. Journal of Agriculture and Sustainability, Vol. 3 (1), 16-26.

Gummadov, N., Keser, M., Akın, B., Çakmak, M., Mert, Z., Taner, S., Öztürk, İ., Topal, A., Yazar S., Morgounov, A., 2015. Geneticgains in wheat in Turkey: Winter wheat for irrigated. The Crop Journal, 3, 507-516.

Güler M., 1987. Orta Anadolu Yıllık Meteorolojik Verileri Buğday Verimi ve İlişkisi Bu İlişkinin Verim Tahmininde Kullanılması. Türkiye Tahıl Sempozyumu, 6-9 Ekim Bursa, 271-279.

Kandel, M., Bastola, A., Sapkota, P., Chaudhary, O., Dhakal, P., and Chalise P., 2017. Association and Path Coefficient Analysis of Grain Yield and Its Attributing Traits in Different Genotypes of Wheat (*Triticum aestivum* L.). Int. J. Appl. Sci. Biotechnol., Vol 5 (4), 449-453.

Kara, B. ve Akman, Z., 2007. Yerel Buğday Ekotiplerinde Özellikler Arası İlişkiler ve Path Analizi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 11 (3), 219-224.

Kara, R., Dalkılıç, A.Y., Gezginç, H., Yılmaz, M.F., 2016. Kahramanmaraş Koşullarında Bazı Ekmeklik Buğday Çeşitlerinin Verim ve Verim Unsurları Yönünden Değerlendirilmesi. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 3 (2), 172-183.

Kazan, T. ve Doğan, R., 2005. Pehlivan Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum var. aest.* L.) Çeşidinde Ekim Zamanı ve Ekim Sıklığı Üzerine Araştırma. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 19 (1), 63-76.

Keklikçi, Z., Yılmaz, A., Dönmez, Ö., Keçeci, V., Yıldırım, A.İ., Aydın, A., 1991. Konya Ovasında Kuru Şartlarda Kışlık Buğday Ekim Denemesi Sonuç Raporu. Bahri Dağdaş Milletlerarası Kışlık Hububat Araştırma Merkezi, Yayın No, SR-199-2, Konya.

Kılıç, H., Kendal, E., Aktaş, H., Tekdal, S., 2014. İleri Kademe Ekmeklik Buğday Hatlarının Farklı Çevrelerde Tane Verimi ve Bazı Kalite Özellikleri Yönünden Değerlendirilmesi. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 4 (4), 87-95.

Kıral, A.S. ve Çelik, A., 2012. Tokat-Kazova Koşullarında Ekmeklik Buğday Çeşitlerinin (*Triticum aestivum*) Verim ve Diğer Özelliklerine Ekim Zamanının Etkisi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 29 (1), 75-79.

Koç, A. ve Akgün, İ., 2019. Sahil Kuşağında ICARDA-CIMMYT Ekmeklik Buğday Genotiplerinin Verim ve Bazı Kalite Özellikleri Yönünden Karşılaştırılması. Süleyman Demirel Üniversitesi,Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Cilt 23, Sayı 1, 157-162, 2019.

Kodal, S., Benli, E., Tokgöz, A. ve Balaban, A., 1987. Orta Anadolu İklim Koşullarında Buğday Veriminin Tahmini. Türkiye Tahıl Sempozyumu, 6-9 Ekim Bursa, 281-292.

Mecha, B., Alamerew, S., Assefa, A., Assefa, E., Dutamo, D., 2017. Correlation and path coefficient studies of yield and yield associated traits in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) Genotypes. Adv. Plants Agric Res., 6 (5), 128–136.

Mohsen, A.A. and Shafi, M.A., 2014. Regression and path analysis in Egyption bread wheat. J. Agri-Food&Appl. Sci., 2 (5), 139-148.

Mutlu A ve, Taş T., 2020.Türkiye'de Yetiştirilen Bazı Ekmeklik Buğday Çeşitlerinin Yarı Kurak İklim Koşullarında (T. Aestivum L.) Kalite Özellikleri İle Verim ve Verim Unsurlarının İncelenmesi. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, Sayı 19, S. 344-353, Ağustos 2020.

Naneli, İ., Tanrıkulu, A., Dokuyucu, T., Sakin, M.A., 2015. Bazı Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Çeşitlerinin Kahramanmaraş Koşullarında Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. 11. Tarla Bitkileri Kongresi, 7-10 Eylül Çanakkale, 7-15.

Nasri, R., Kashani, A., Paknejat, F., Vazan, S. and Barray, M., 2014. Correlation, Path Analysis and Stepwise Regression in Yield Component in Wheat (*Triticum aestivum* L.) under The Temperature Climate of Ilam Province, İran. İndian Journal of Fundamental and Applied Life Sci.,Vol 4 (4), 188-198.

Sakin, M.A., Naneli, İ., Göy, A.G., Özdemir K., 2015. Bazı ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşitlerinin Tokat-Zile Koşullarında Verim ve Verim Komponentlerinin Belirlenmesi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 32 (3), 119-132.

Öztürk, Ö., Topal, A., Akınerdem, F., Akgün, N., 2005. Ekim nöbeti sisteminde şeker pancarından sonra uygulanan farklı ekim zamanlarının buğday ve arpa verim ve kalite özelliklerine etkisi. Bitkisel Araştırma dergisi, 1, 17-26.

Tahmasebi, G., Heydarnezhadian, J., Aboughadareh, A.P., 2013. Evaluation of yield and components in some of promising wheat line. International Journal of Agriculture and Crop Sciences (IJACS), Vol 5 (20), 2379-2384.

Taner, S., Çeri, S., Şahin, M., Ayrancı, R., Özer, E., Kara, İ., Akçura, M., 2013. Konya Ekolojik Şartlarında Gecikmiş Ekimin Ekmeklik Buğday Verim ve Bazı Kalite Parametrelerine Etkisi. Türkiye 10. Tarla Bitkileri Kongresi, 10-13 Eylül Konya, 702-709.

Tobeh, A., and Jamaati-e-Somarin, S., 2012. Low temperature stres effect on wheat cultivars germination. African Journal of Microbiology Research Vol. 6 (6), 1265-1269.

Wiebold, W.J., 2012. Unusually dry soil profiles might harmfall wheat growth. https//imp.missouri.edu/IPCM/2012/9.

Yılmaz, A., Dönmez, Ö., Kınacı, E., 1993. Konya Hububat Tarımında Bazı Yetiştirme Tekniklerinin Önemi. Bahri Dağdaş Milletlerarası Kışlık Hububat Araştırma Merkezi. Konya'da Hububat Tarımının Sorunları ve Çözüm Yolları Sempozyumu, 12-14 Mayıs Konya, 98-109.

Yılmaz, N., ve Sepetoğlu, H., 1996. Van Ekolojik Koşullarında Tir Ekim Yönteminde Ekim Sıklığının Üç Buğday Çeşidinde Verim ve Bazı Verim Ögelerine Etkisi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 6 (1), 69-80.

Presentation ID / Sunum No=

Sözel Sunum/Oral Presentation

ORCID ID:

The Impact of in ovo Injection with L- Arginine on Intestinal Histomorphology of Broiler Chickens

Davoud Kianifard[1], Marziyeh Ebrahimi[2]

[1] *Department of Basic Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, University of Tabriz, Iran*
[2] *Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran*
[*] ***Corresponding author:*** *Marziyeh Ebrahimi*

Abstract

The aim of this study was to evaluate the effect of in ovo injection of different levels of L-arginine on intestinal histology of broiler chickens. For this reason, 300 fertile eggs of a broiler breeder farm were divided into three experimental treatments based on a completely randomized design. Experimental treatments included in ovo injection of: 1) 0.5% L-arginine, 2- 1% L-arginine, 3) control (distilled water or no injected). After hatching, chicks of different treatments were divided into four equal replicates and were reared from birth to 24 days of experiment. On day 24, blood samples were collected and chickens were slaughtered to evaluate traits and collect samples. Present results indicated no significant effect of in ovo injection of L-arginine on relative intestine weight and length ($P>0.05$). However, relative weight of jejunum, villus height (duodenum), villus height to crypt depth ratios (duodenum and jejunum), and villus thickness (duodenum , jejunum, and ilium), were significantly affected by in ovo injection of L-arginine ($P<0.05$). In overall, in ovo injection of L- arginine improved intestine morphology of broiler chickens.

Keywords: L-arginine, in ovo injection, intestinal histomorphology, chicken.

Introduction

Avian mortality mostly happens during the last stages of incubation because of the lack of enough nutrients, especially amino acids (Fardoost et al., 2019). However, *in ovo* injection is a new technique to improve chicks' growth (Ebrahimi et al., 2017). *In ovo* injection of nutrients, especially amino acids caused an improvement in small intestine morphology along with higher absorptive capacity of digestive system (Ebrahimi et al., 2017, 2018; Fardoost et al., 2019). Due to the lack of urea cycle in chickens, arginine is an essential amino acid (Omidi et al., 2019). Previous studies indicated improving effect of high levels of arginine in the diet on intestinal morphology and growth (Ebrahimi et al., 2016, 2017). Therefore, the present study was designed to evaluate the effect of *in ovo* injection of different levels of arginine on intestine morphology of broiler chickens.

Materials and methods

In this experiment, 300 fertile eggs were divided into three groups included: 1- 0.5% L-arginine group (100 eggs), 2- 1% L-arginine group (100 eggs), 3- control group (50 eggs in sham-control and 50 eggs in control). For the first 18 days of incubation, the incubator was set at 37.8°C with six rotations per day. Eggs were then injected into the amniotic fluid (Ebrahimi et al., 2017) at 14 days of incubation as follows: 1- *in ovo* injection of 5 mg L-arginine/ ml sterile water, 2- *in ovo* injection of 10 mg of L-arginine/ml sterile water, 3- control group included sham-control (*in ovo* injection of 1 ml sterile water) and control (received no injection). For this reason, solution pH was adjusted to 7.0. At d 18 of incubation, eggs were moved into hatchery boxes

After hatching, chicks reared for 24 days. During the experiment, chicks received standard commercial diets based on Ross recommendations as starter (0-10 days) and grower (11-24 days). At d 24, all birds were weighed, slaughtered and small intestine (Duodenum , jejunum, and ileum) length and weight was evaluated and their samples were stored in 10% formalin for fixation. Small intestine histological parameters, including: villous height, crypt depth, villous thickness, and crypt diameter were determined using Hematoxylin - Eosin staining method, which has been described in a previous study (Ebrahimi et al. 2017). Finally, villous height to crypt depth ratio was calculated.

Then, data were analyzed based on a completely randomized design by the Proc GLM of SAS software (Ver 9.2). Also, comparing treatments was done using Tukey-Kramer test and results presented as least square means ± standard error.

Results and discussion

Present results indicated no significant effect of in ovo injection of L-arginine on most weight and length parameters of small intestine length (P>0.05); however, jejunum weight and relative weight of jejunum were significantly affected by in ovo injection of L-arginine (P<0.05), (Table 1).

Table 1. The impact of L-arginine in ovo feeding on small intestine weight and length parameters of 24-day old chickens.

	Different levels L-arginine ***in ovo feeding***			
Traits*	Control	0.5%	1 %	**P-value**
Duodenum weight (g)	6.80±0.31	6.95±0.31	6.71±0.31	0.86
Relative weight of duodenum (%)	0.77±0.04	0.82±0.04	0.78±0.04	0.70
Duodenum length(cm)	23.92±0.75	24.33±0.75	22.87±0.75	0.38
Jejunum weight(g)	13.94±0.50[ab]	13.79±0.50[a]	11.72±0.50[b]	0.02
Relative weight of the jejunum (%)	1.45±0.06	1.63±0.06[a]	1.36±0.06[b]	0.02
Jejunum length (cm)	50.67±1.32	51.67±1.32	48.37±1.32	0.21
Ileum weight (g)	11.60±0.40	10.54±0.40	10.66±0.40	0.14
Relative weight of ileum (%)	1.30±0.04	1.24±0.04	1.24±0.04	0.52
Ileum length (cm)	53.17±1.55	50.75±1.55	50.00±1.55	0.33
Small intestine weight (g)	31.34±0.94	31.28±0.94	29.09±0.94	0.17
Relative intestinal weight (%)	3.53±0.12	3.68±0.12	3.38±0.12	0.20
Length of small intestine (cm)	127.75±2.90	126.75±2.90	121.25±2.90	0.25
relative length of small intestine (%)	14.39±0.39	14.95±0.39	14.10±0.39	0.32

* Data are included least square means±SE. a,b,c Different superscripts within the same line means significant differences (P<0.05).

Present results indicated no significant effect of in ovo injection of L-arginine on duodenal crypt diameter; jejunal crypt diameter, and epithelium thickness; and ileum villous height, crypt depth, villous height/crypt depth ratio, and epithelium thickness (P>0.05), (Table 2). However, significant effect of in ovo injection of L-arginine was observed on duodenal villus height, villus thickness, crypt depth, villous height/crypt depth ratio, and epithelium thickness; jejunal villus thickness, crypt depth, and villous height/crypt depth ratio; and ilium villus thickness and crypt diameter (P<0.05), (Table 2). Also, the highest amount in most histological parameters was observed in 1% arginine treatment (Table 2). In a similar study, it was reported that *in ovo* injection of L- methionine had a positive impact on small intestine length and weight with improvement in villous height, crypt diameter, crypt depth, and villous height/crypt depth ratio of duodenum and jejunum (Fardoost et al., 2019). Also, *in ovo* injections of L-lysine improved histological parameters of duodenum, jejunum, and ileum (Ebrahimi et al., 2017).

Ebrahimi et al. (2018a) with *in ovo* injection of different DL- methionine to L- lysine ratios reported higher small intestinal weight and length along with higher villous height and villous height to crypt depth ratio.

Table 2. The impact of L-arginine in ovo feeding on on small intestine histology of broiler chickens 24 d

	Different levels L-arginine ***in ovo feeding***			
Traits*	control	0.5%	1 %	**P-value**
Duodenum				
Villous height (µm)	1179.75±47.79[ab]	1122.00±47.79[b]	1311.75±47.79[a]	0.05
Villus thickness(µm)	130.40±11.60[b]	169.52±11.60[a]	176.04±11.60[a]	0.04
Crypt depth (µm)	153.22±9.58[b]	198.86±9.58[a]	192.34±9.58[a]	0.02
Villous height/crypt depth ratio (%)	7.71±0.29[a]	5.68±0.29[b]	6.85±0.29[a]	<0.01
Crypt diameter (µm)	65.20±5.95	61.94±5.95	68.46±5.95	0.75
Epithelium thickness (µm)	1427.25±23.17[b]	1402.50±23.17[b]	1518.00±23.17[a]	0.01
Jejunum				
Villous height (µm)	932.25±56.02	1006.50±56.02	1056.00±56.02	0.33
Villus thickness(µm)	104.32±10.59[b]	153.22±10.59[a]	149.96±10.59[a]	0.02
Crypt depth (µm)	182.56±7.96	152.13±7.96	159.74±7.96	0.06
Villous height/crypt depth ratio (%)	5.15±0.40[b]	6.62±0.40[a]	6.65±0.40[a]	0.04
Crypt diameter (µm)	78.24±5.36	58.68±5.36	74.98±5.36	0.06
Epithelium thickness (µm)	1179.75±77.05	1262.25±77.05	1311.75±77.05	0.50
Ileum				
Villous height (µm)	610.50±52.68	594.00±52.68	569.25±52.68	0.86
Villus thickness(µm)	114.10±10.54[b]	117.36±10.54[b]	159.74±10.54[a]	0.02
Crypt depth (µm)	156.48±7.98	179.30±7.98	153.22±7.98	0.09
Villous height/crypt depth ratio (%)	3.89±0.31	3.30±0.31	3.75±0.31	0.41
Crypt diameter (µm)	78.75±4.31[a]	55.42±4.31[b]	71.72±4.31[a]	0.01
Epithelium thickness (µm)	924.00±59.17	841.50±59.17	750.75±59.17	0.17

* Data are included least square means±SE. a,b Different superscripts within the same line means significant differences (P<0.05).

Conclusion:

Overall results of the present study indicated improving impact of L- arginine on intestinal histology of broiler chickens.

References:

Ebrahimi M., Ghochkhani R., Adibmoradi M., and Rajabi Z., 2018. The effect of *in ovo* injection of different DL- methionine to L-lysine ratios on small intestinal histomorphology and immune system organs in day-old broiler chicks. Veterinary Clinical Pathology 12: 55-68. (In Persian).

Ebrahimi M., Janmohammadi H., Daghigh Kia H., Moghaddam G., Rajabi Z., Rafat S.A., and Javanmard A., 2017. The effect of L-lysine *in ovo* feeding on body weight characteristics and small intestine morphology in a day-old Ross broiler chicks. Revue de Médecine Vétérinaire 168: 116-125.

Ebrahimi, M., Zare, A., Shivazad, M., Ansari, Z. and Gafari, M., 2016. The effects of dietary L-arginine on some parameters of meat quality, intestine histology and immune system of 46-d old broiler chickens. Journal of Animal Science Researches *26*(2): pp.81-94.

Fardost, B., Ebrahimi, M., Moghaddam, G., Olyaee, M., Adib Moradi, M. and Alijani, S., 2019. The effect of in ovo feeding of L-methionine on carcass traits, small intestine morphology, and blood metabolites of day-old broiler chicks. *Animal Science Research29*(1), pp.175-188.

Omidi, S., Ebrahimi, M., Janmohammadi, H., Moghaddam, G., Rajabi, Z. and Hosseintabar-Ghasemabad, B., 2020. The impact of *in ovo* injection of l-arginine on hatchability, immune system and caecum microflora of broiler chickens. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 104(1): 178-185.

SAS Institute Inc. (2008). SAS/STAT User's Guide, Version 9.2. Cary, NC: SAS Institute Inc.

Presentation ID / Sunum No=

Sözel Sunum/Oral Presentation

ORCID ID:

Evaluating Intestininal Histology of Broilers Received In Ovo Feeding of L-tryptophan

Davoud Kianifard[1], Marziyeh Ebrahimi[2]

[1] Department of Basic Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, University of Tabriz, Iran
2 Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran

** Corresponding author: Davoud Kianifard*

Abstract

The aim of this study was to evaluate the effect of in ovo feeding of different levels of L-tryptophan on small intestine histomorphology of broiler chickens. In this experiment, 300 fertile eggs from a broiler breeder farm were used in a completely randomized design with 3 experimental treatments. Experimental treatments included in ovo feeding of 0. 5 ml of: 1) 0.55% L-tryptophan, 2- 0.60% L-tryptophan, 3) sham-control (distilled water) or control group (no injection), which were injected into the amniotic fluid on d 14 of incubation. After hatching the eggs, chicks of 0.55 and 0.60 % L- tryptophan treatments and control group (sham control and control) were divided into 4 equal groups and placed randomly into 4 cages (as replicates). The rearing period continued from birth to 21 days of experiment. During the rearing period, all chickens received the same ration based on the Ross 308 nutritional recommendations. On 21 days of experiment, chickens were slaughtered to measure intestinal histomorphology of broilers. The results of the present experiment showed the significant effect ($P < 0.05$) of experimental treatments on weight and relative weight of ileum, intestinal length and weight, villus height (duodenum, jejunum, and ilium), and villus thickness (duodenum and jejunum). Based on the overall results of this study, in ovo injection of 0.60 % L- tryptophan improved intestinal histomorphology of broilers and so, this level considered as an advisable level of this experiment.

Keywords: Broiler, Histomorphology of small intestine, L- tryptophan, In ovo injection.

Introduction

Embryo feeding is considered as a new technique to overcome the growth restriction before and after hatching in poultry (Foye et al., 2006). The gastrointestinal tract is the main organ for absorbing nutrients from the diet and this organ plays a primary role in the optimal production of poultry (Svihus, 2014). The gastrointestinal tract is immature in hatched chicks (Ravindran, 2003; Denbow, 2015); Thus, early gastrointestinal development is thought to improve digestive function, better nutrient utilization,

and effective growth (Ravindran, 2003). It was indicated that Feed intake caused an increase in villi height of small intestinal (Geyra et al., 2001). In this regard, a number of studies indicated that *in ovo* injection of nutrients, especially amino acids caused an improvement in small intestine morphology, small intestinal enzymatic activity, and nutrient uptake (Foye et al., 2007; Ebrahimi et al., 2017, 2018; Elwan et al., 2019; Fardoost et al., 2019).Tryptophan is an essential amino acid in broilers that has an aromatic ring (Corzo et al., 2005; Lam et al., 2010). One of the derivatives of tryptophan is 5-hydroxytryptophan, which has been shown to increase membrane fluidity in broilers and has beneficial effects on enzymatic and non-enzymatic antioxidant capacity, thereby reducing oxidative stress (Mund et al., 2019). It was indicated that l-tryptophan fed broilers were less susceptible to intestinal barrier dysfunction caused by chronic stress (Yue et al., 2017). Also it was indicated that l-tryptophan fed broilers did not show negative impact of toxin (Ochratoxin A) on their duodenal villus height and crypt depth (Ricci et al., 2021). However, there is no study regarding the impact of in ovo feeding of L-tryptophan on intestinal histology of broilers. Therefore, the present study was designed to evaluate the effect of *in ovo* injection of different levels of L- tryptophan on intestine morphology of broiler chickens.

Materials and methods

In this experiment, 300 fertile eggs were divided into three groups included: 1- 0.55 L-tryptophan group (100 eggs), 2- 0.60% L- tryptophan group (100 eggs), 3- control group (50 eggs in sham-control and 50 eggs in control Eggs were injected into the amniotic fluid (Ebrahimi et al., 2017) at 14 days of incubation by *in ovo* injection of 0.5 ml of: 1- 5.5 mg L- typtophan /ml of distilled water, 2- 6 mg of L- tryptophan /ml of distilled water, 3- control group included sham-control (*in ovo* injection of 0.5 ml distilled water) and control (no injection). For this reason, solution pH was adjusted to 7.0.

After hatching, chicks reared for 21 days. During the experiment, chicks received standard commercial diets based on Ross recommendations as starter (0-10 days) and grower (11-21 days). At d 21, all birds were weighed, slaughtered and small intestine (duodenum, jejunum, and ileum) length and weight was evaluated and their samples were stored in 10% formalin for fixation. Small intestine histological parameters, including: villous height, crypt depth, villous thickness, and crypt diameter were determined using Hematoxylin - Eosin staining method, which has been described in a previous study (Ebrahimi et al. 2017). Finally, villous height to crypt depth ratio was calculated.

Then, data were analyzed based on a completely randomized design by the Proc GLM of SAS software (Ver 9.2). Also, comparing treatments was done using Tukey-Kramer test and results presented as least square means ± standard error.

Results and discussion

Results of the present experiment indicated that in ovo injection of L- tryptophan had a significant effect on jejunum weight, relative jejunum weight, ileum weight, relative ileum weight, small intestine weight, relative intestinal weight, and length of small intestine ($P<0.05$), and all mentioned indices (except for length of small intestine) the highest amount was observed in 0.60 % L-tryptophan in ovo injection treatment (Table 1). On the other hand, no significant effect of in ovo injection of L- tryptophan was observed on duodenum weight, relative weight of duodenum, duodenum length, jejunum length, and ileum length ($P>0.05$), (Table 1).

Present results indicated no significant effect of in ovo injection of L- tryptophan on crypt depth and villous height/crypt depth ratio of duodenum, villous height/crypt depth ratio and crypt diameter of jejunum, and villus thickness, crypt depth, and villous height/crypt depth ratio, and crypt diameter of ileum ($P>0.05$), (Table 2). On the other hand, significant effect of in ovo injection of L- tryptophan was observed on duodenal villus height, villus thickness, and crypt diameter, jejunal villus height, villus

thickness, and crypt depth, and ilium villus height (P<0.05), (Table 2). Furthermore, the highest amount in all significant histological parameters was observed in 0.60% L- tryptophan treatment (Table 2).

In a similar study, it was reported that *in ovo* injection of L- methionine had a positive impact on small intestine length and weight with improvement in villous height, crypt diameter, crypt depth, and villous height/crypt depth ratio of duodenum and jejunum (Fardoost et al., 2019). Ebrahimi et al. (2018) with *in ovo* injection of different DL- methionine to L- lysine ratios reported higher small intestinal weight and length along with higher villous height and villous height to crypt depth ratio. Also, *in ovo* injections of L- lysine improved histological parameters of duodenum, jejunum, and ileum (Ebrahimi et al., 2017).

Conclusion:

Based on the overall results of this study, in ovo injection of 0.60 % L- tryptophan improved intestinal histomorphology of broilers and so, this level considered as an advisable level of this experiment.

Table 1. The impact of L-tryptophan in ovo feeding on small intestine weight and length parameters of 21-day old chickens.

	***In ovo feeding of different levels of* L-tryptophan**			
Traits*	Control	0.55%	0.60 %	**P-value**
Duodenum weight (g)	8.51±0.46	7.59±0.46	7.86±0.46	0.35
Relative weight of duodenum (%)	1.31±0.08	1.19±0.08	1.19±0.08	0.54
Duodenum length(cm)	27.14±0.80	25.14±0.80	24.47±0.80	0.06
Jejunum weight(g)	19.78±1.13 [b]	16.92±1.13 [b]	24.52±1.13 [a]	<0.01
Relative weight of the jejunum (%)	3.04±0.14 [b]	2.67±0.14 [b]	3.69±0.14 [a]	<0.01
Jejunum length (cm)	68.06±2.07	61.73±2.07	63.65±2.07	0.09
Ileum weight (g)	19.30±1.07 [a]	15.84±1.07 [b]	20.16±1.07 [a]	0.02
Relative weight of ileum (%)	2.96±0.16 [ab]	2.51±0.16 [b]	3.04±0.16 [a]	0.05
Ileum length (cm)	65.00±2.34	59.88±2.34	62.50±2.34	0.29
Small intestine weight (g)	47.59±2.22 [a]	40.35±2.22 [b]	52.54±2.22 [a]	<0.01
Relative intestinal weight (%)	7.31±0.31 [a]	6.39±0.31 [b]	7.94±0.31 [a]	<0.01
Length of small intestine (cm)	160.20±3.73	147.74±3.73 [b]	150.62±3.73 [ab]	0.04

* Data are included least square means±SE. a,b Different superscripts within the same line means significant differences (P<0.05).

Table 2. The impact of L-tryptophan in ovo feeding on on small intestine histology of broiler chickens 21 d

	Different levels* L-tryptophan *in ovo feeding			
Traits*	Control	0.55%	0.60 %	**P-**
Duodenum				
Villous height (µm)	864.40±31.99 [b]	1004.00±31.99 [a]	1034.40±31.99 [a]	<0.01
Villus thickness(µm)	56.90±2.19 [b]	66.60±2.19 [a]	56.90±2.19 [b]	<0.01
Crypt depth (µm)	78.90±2.26	85.00±2.26	81.80±2.26	0.18
Villous height/crypt depth	11.01±0.48	11.93±0.48	12.69±0.48	0.06
Crypt diameter (µm)	28.70±1.57 [b]	37.30±1.57 [a]	34.40±1.57 [a]	<0.01
Jejunum				
Villous height (µm)	707.20±25.22 [b]	789.10±25.22 [a]	836.30±25.22 [a]	<0.01

Villus thickness(µm)	58.70±2.74 [b]	70.20±2.74 [a]	74.60±2.74 [a]	<0.01
Crypt depth (µm)	53.10±2.04 [b]	55.70±2.04 [b]	62.30±2.04 [a]	0.01
Villous height/crypt depth	13.51±0.60	14.29±0.60	13.53±0.60	0.58
Crypt diameter (µm)	39.90±2.05	38.90±2.05	38.80±2.05	0.92
Ileum				
Villous height (µm)	504.10±15.19 [b]	549.50±15.19 [a]	571.80±15.19 [a]	0.01
Villus thickness(µm)	50.10±2.02	51.60±2.02	56.10±2.02	0.11
Crypt depth (µm)	83.20±4.18	87.30±4.18	89.30±4.18	0.58
Villous height/crypt depth	6.15±0.41	6.53±0.41	6.52±0.41	0.75
Crypt diameter (µm)	38.00±1.72	39.40±1.72	41.40±1.72	0.39

* Data are included least square means±SE. a,b Different superscripts within the same line means significant differences (P<0.05).

References:

Allameh S, Toghyani M, 2019. Effect of dietary valine supplementation to low protein diets on performance, intestinal morphology and immune responses in broiler chickens. Livestock Science 229: 137-144.

Bello` U., A., Idrus, Z., Yong Meng, G., Awad, E.A. and Soleimani Farjam, A., 2018. Gut microbiota and transportation stress response affected by tryptophan supplementation in broiler chickens. *Italian Journal of Animal Science*, *17*(1), pp.107-113.

Corzo A, Kidd MT, Thaxton JP, Kerr BJ, 2005. Dietary tryptophan effects on growth and stress responses of male broiler chicks. British Poultry Science 46(4): 478-484.

Denbow DM, 2015. Gastrointestinal anatomy and physiology. In Sturkie's avian physiology (pp. 337-366). Academic Press.

Ebrahimi M, Ghochkhani R, Adibmoradi M and Rajabi Z, 2018. The effect of *in ovo* injection of different DL- methionine to L-lysine ratios on small intestinal histomorphology and immune system organs in day-old broiler chicks. Veterinary Clinical Pathology 12: 55-68. (In Persian).

Ebrahimi M, Janmohammadi H, Daghigh Kia H, Moghaddam G, Rajabi Z, Rafat SA and Javanmard A, 2017. The effect of L-lysine *in ovo* feeding on body weight characteristics and small intestine morphology in a day-old Ross broiler chicks. Revue de Médecine Vétérinaire 168: 116-125.

Elwan HA, Elnesr SS, Xu Q, Xie C, Dong X and Zou X, 2019. Effects of *in ovo* methionine-cysteine injection on embryonic development, antioxidant status, IGF-I and TLR4 gene expression, and jejunum histomorphometry in newly hatched broiler chicks exposed to heat stress during Incubation. Animals 9: 25.

Fardost, B., Ebrahimi, M., Moghaddam, G., Olyaee, M., Adib Moradi, M. and Alijani, S., 2019. The effect of in ovo feeding of L-methionine on carcass traits, small intestine morphology, and blood metabolites of day-old broiler chicks. *Animal Science Research29*(1), pp.175-188.

Foye OT, Ferket PR, Uni Z, 2007. The effects of in ovo feeding arginine, β-hydroxy-β-methyl-butyrate, and protein on jejunal digestive and absorptive activity in embryonic and neonatal turkey poults. Poultry Science 86(11): 2343-2349.

Foye OT, Uni Z, McMurty JP, and Freket PR, 2006. The effects of nutrient administration, "In ovo feeding" of Arginine and/or β-hydroxy-β-methyle butyrate (HMB) on insulin–like growth factors, energy metabolism and growth in turkey poults. International Journal of Poultry Science 5 (4): 309-317.

Geyra A, Uni Z, Sklan D, 2001. The effect of fasting at different ages on growth and tissue dynamics in the small intestine of the young chick. British Journal of Nutrition 86(1): 53-61.

Lam DD, Garfield AS, Marston OJ, Shaw J, Heisler LK, 2010. Brain serotonin system in the coordination of food intake and body weight. Pharmacology Biochemistry and Behavior 97(1): 84-91.

Mund MD, Riaz M, Mirza MA, Rahman ZU, Mahmood T, Ahmad F, Ammar A, 2019. Effect of dietary tryptophan supplementation on growth performance, immune response and anti- oxidant status of broiler chickens from 7 to 21 days. Veterinary Medicine and Science. DOI: 10.1002/vms3.195.

Ravindran V. 2003. Development of digestive function in neonatal poultry: physiological limitations and potential. In Proceedings of the 15th Annual Australian Poultry Science Symposium, Sydney, Australia (pp. 1-7).

Ricci, F.G., Terkelli, L.R., Venancio, E.J., Justino, L., Dos Santos, B.Q., Baptista, A.A.S., Oba, A., de Oliveira Souza, B.D., Bracarense, A.P.F.R.L., Hirooka, E.Y. and Itano, E.N., 2021. Tryptophan attenuates the effects of OTA on intestinal morphology and local IgA/IgY production in broiler chicks. *Toxins*, *13*(1), p.5.

SAS Institute Inc. (2008). SAS/STAT User's Guide, Version 9.2. Cary, NC: SAS Institute Inc.

Svihus, B., 2014. Function of the digestive system. Journal of Applied Poultry Research, 23(2), pp.306-314.

Yue, Y., Guo, Y. and Yang, Y., 2017. Effects of dietary L-tryptophan supplementation on intestinal response to chronic unpredictable stress in broilers. *Amino Acids*, *49*(7), pp.1227-1236.

Presentation ID / Sunum No=

Sözel Sunum/Oral Presentation

ORCID ID:

The Effect of in-ovo Feeding of Different Ratios of L-methionine to L-lysine on Small Intestine Morphology in day-old Broilers

Fatemeh Alavi[1], Hossein Daghigh-kia[1], Marziyeh Ebrahimi[1], Davoud Kianifard[2]

[1]Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran
2 Department of Basic Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, University of Tabriz, Iran
Corresponding author: Marziyeh Ebrahimi

Abstract

This study was designed to evaluate the effect of in ovo feeding of different ratios of L-methionine to L-Lysine on small intestinal morphology of day-old broilers. In this study, 390 fertile eggs of Ross 308 broiler breeder were used in a completely randomized design with 8 experimental group. Experimental treatments included different ratios of L - methionine to L-lysine (50.26, 38.35, 26.46, 9.5, 7.25, 5) with a sham control (injection of distilled water) and control group (without injection). On the day 14th of the embryonic period, eggs were injected into the amniotic fluid from the flat part of the egg. After hatching, chicks were euthanized and weight and length of small intestine (duodenum, jejenume, and ileum) and its histological parameters were evaluated. The result of this study indicated the improving effect ($P < 0.05$) of in ovo injection of L-methionine to L- lysine ratios on relative weight of duodenum, villus height, crypt depth, villus height to crypt depth ratio (duodenum, jejunum, and ileum), and villus thickness (ileum). Considering the general results of the study, in ovo injection of different ratios of L-methionine to L-lysine had the desirable effect on intestinal morphology of broilers.

Keywords: Broiler, Different ratios of L-methionine to L-lysine, In-ovo feeding, Small intestinal morphology

Introduction

In ovo feeding is considered as a new method to promote growth of chicken embryo (Foye et al., 2006). The gastrointestinal tract (the main organ of digestion and absorption) is not completely functional in day-old chicks (Ravindran, 2003; Svihus, 2014; Denbow, 2015). It was indicated that early feeding cause an increase in small intestinal villi height, which causes an improvement in digestion and then, growth (Geyra et al., 2001; Ravindran, 2003). So, a number of studies reported *in ovo* injection of nutrients and amino acids improved small intestine morphology, enzymatic activity, and nutrient absorption (Foye et al., 2007; Ebrahimi et al., 2017, 2018; Elwan et al., 2019; Fardoost et al., 2019).

Methionine is the first limiting amino acid for broilers (Shen et al. 2015). Although, methionine is the only amino acid, in both D and L isomers have biological function in bird tissues, gastrointestinal tract and protein synthesis in muscles can only use L- methionine (Yodseranee and Bunchasak 2012; Shen et al. 2015). Previous studies reported improving effect of *in ovo* injection of L- methionine, *in ovo* injection of L- lysine, and *in ovo* injection of different DL- methionine to L- lysine ratios on small intestine morphology (Ebrahimi et al., 2017, 2018; Fardoost et al., 2019). However, there is no report regarding the impact of in ovo feeding of different ratios of L-methionine to L-Lysine on small intestinal morphology of broilers. Therefore, was designed to evaluate the effect of in ovo feeding of different ratios of L-methionine to L-Lysine on small intestinal morphology of day-old broilers.

Materials and methods

In this study, 390 fertile eggs of Ross 308 broiler breeder were used in a completely randomized design with 8 experimental group. Then, eggs were set into the incubator. During the first 18 days of incubation, the incubator was set on 60% humidity and 37.8°C with six rotations per day. During 3 last days of incubation (d 19-21), eggs were placed into hatchery boxes with individual cells for each egg. Also, the incubator was set on 70% humidity, 37.4°C, and no rotation. Experimental treatments included different ratios of L - methionine to L-lysine (50.26, 38.35, 26.46, 9.5, 7.25, 5) with a sham control (injection of distilled water) and control group (without injection). On the day 14th of the embryonic period, eggs were injected into the amniotic fluid from the flat part of the egg.

After hatching, all birds were weighed, slaughtered and small intestine (duodenum, jejunum, and ileum) length and weight was evaluated and their samples were stored in 10% formalin for fixation. Small intestine histological parameters, including: villous height, crypt depth, and villous thickness were determined using Hematoxylin - Eosin staining method, which has been described in a previous study (Ebrahimi et al. 2017). Finally, villous height to crypt depth ratio was calculated.

Then, data were analyzed based on a completely randomized design by the Proc GLM of SAS software (Ver 9.2). Also, comparing treatments was done using Tukey-Kramer test and results presented as least square means ± standard error.

Results and discussion

Results of the present experiment indicated that in ovo injection of different ratios of L - methionine to L-lysine had a significant effect on relative duodenum weight, jejunum length, ileum weight, relative ileum weight, small intestine weight, and relative intestinal weight ($P<0.05$), (Table 1). Also, the highest amount was observed in 50.26 and 9.5 ratios of L - methionine to L-lysine treatments (Table 1). On the other hand, no significant effect of in ovo injection of different ratios of L - methionine to L-lysine was observed on duodenum weight, duodenum length, jejunum weight, relative jejunum weight, ileum length, and small intestine length ($P>0.05$), (Table 1).

Present results indicated significant effect of in ovo injection of different ratios of L - methionine to L-lysine on duodenal villous height, crypt depth, villous thickness, and villous height/crypt depth ratio as well as jejunal crypt depth, villous thickness, and villous height/crypt depth ratio($P<0.05$), (Table 2). Furthermore, the highest amount in all significant histological parameters was observed in 50.26, 38.35, and 9.5 ratios of L - methionine to L-lysine (Table 2). Nevertheless, no significant effect of in ovo injection of different ratios of L - methionine to L-lysine was observed on villous height of jejunum, and villous height, crypt depth, villous thickness, and villous height/crypt depth ratio of ileum ($P>0.05$), (Table 2). In a previous study, it was reported that *in ovo* injection of L- methionine had a positive impact on small intestine length and weight with improvement in villous height, crypt diameter, crypt depth, and villous height/crypt depth ratio of duodenum and jejunum (Fardoost et al., 2019). Also, in another

study , it was reported that *in ovo* injection of different DL- methionine to L- lysine ratios had improved small intestinal weight and length, as well as villous height and villous height to crypt depth ratio (Ebrahimi et al., 2018). Furtheremore, *in ovo* injections of L- lysine improved histological parameters of duodenum, jejunum, and ileum (Ebrahimi et al., 2017).

Conclusion:

The overall results of the study indicated that in ovo injection of 50.26, 38.35, and 9.5 ratios of L - methionine to L-lysine ratios improved intestinal histomorphology of broilers.

Table 1. The impact different raios of L- methionine to L- lysine in ovo feeding on small intestine weight and length parameters of day-old broiler chicks.

Traits [*, 1]	Different raios of L- methionine to L- lysine *in ovo* feeding								P-value
	Control	Sham control	50.26	38.35	26.46	9.5	7.25	5	
Duodenum weight (g)	2.09±0.11	2.01±0.10	2.15±0.11	2.21±0.12	2.42±0.17	2.44±0.12	2.39±0.22	2.15±0.22	0.18
Relative weight of duodenum (%)	6.63±0.21^{b}	6.68±0.19^{b}	6.79±0.20^{ab}	6.91±0.23^{ab}	7.38±0.32^{ab}	7.63±0.22^{a}	6.95±0.41^{ab}	6.78±0.41^{ab}	0.04
Duodenum length(cm)	0.73±0.03	0.67±0.03	0.83±0.03	0.73±0.04	0.76±0.05	0.76±0.04	0.72±0.07	0.75±0.07	0.15
Jejunum weight(g)	13.17±0.32	13.49±0.29	14.21±0.30	13.27±0.35	13.57±0.48	14.38±0.33	13.68±0.62	12.89±0.62	0.09
Relative weight of the jejunum (%)	0.63±0.04	0.66±0.03	0.76±0.03	0.69±0.04	0.72±0.05	0.79±0.04	0.65±0.07	0.72±0.07	0.07
Jejunum length (cm)	12.39±0.42^{b}	12.54±0.38^{b}	14.36±0.39^{a}	13.13±0.45^{ab}	13.95±0.63^{ab}	14.38±0.44^{a}	12.89±0.81^{ab}	12.86±0.81^{ab}	0.01
Ileum weight (g)	1.83±0.08^{b}	1.79±0.07^{b}	2.09±0.07^{a}	1.89±0.08^{ab}	2.01±0.11^{ab}	2.11±0.08^{a}	1.86±0.15^{ab}	1.94±0.15^{ab}	0.05
Relative weight of ileum (%)	32.12±0.69^{c}	32.73±0.61^{bc}	35.36±0.65^{ab}	33.29±0.74^{bc}	34.88±1.03^{abc}	36.38±0.71^{a}	33.53±1.32^{abc}	32.53±1.32^{bc}	<0.01
Ileum length (cm)	74.37±2.17	76.88±1.94	77.42±2.04	73.56±2.33	76.10±3.24	80.05±2.25	70.27±4.15	70.58±4.16	0.23
Small intestine weight (g)	1.83±0.08^{b}	1.79±0.07^{b}	2.09±0.07^{a}	1.89±0.08^{ab}	2.01±0.11^{ab}	2.11±0.08^{a}	1.86±0.15^{ab}	1.94±0.15^{ab}	0.05
Relative intestinal weight (%)	32.12±0.69^{c}	32.73±0.61^{bc}	35.36±0.65^{ab}	33.29±0.74^{bc}	34.88±1.03^{abc}	36.38±0.71^{a}	33.53±1.32^{abc}	32.53±1.32^{bc}	<0.01
Length of small intestine (cm)	74.37±2.17	76.88±1.94	77.42±2.04	73.56±2.33	76.10±3.24	80.05±2.25	70.27±4.15	70.58±4.16	0.23

* Data are included least square means±SE. ^{a,b,c} Different superscripts within the same line means significant differences (P<0.05).

Table 2. The impact of different raios of L- methionine to L- lysine in ovo feeding on small intestine histology of day-old broiler chicks.

Traits *	Different raios of L- methionine to L- lysine *in ovo* feeding								P-value
	Control	Sham control	50.26	38.35	26.46	9.5	7.25	5	
Duodenum									
Crypt depth (µm)	85.14±4.45^{ab}	93.78±5.04^{a}	75.76±6.67^{ab}	81.29±6.67^{ab}	79.53±6.67^{ab}	69.74±6.67^{ab}	63.52±6.67^{b}	78.69±6.67^{ab}	0.03
Villous height/crypt depth ratio (%)	2.68±0.27^{d}	2.39±0.30^{d}	3.31±0.40^{cd}	3.79±0.40^{bcd}	5.39±0.40^{ab}	6.30±0.40^{a}	4.35±0.40^{bc}	3.03±0.40^{cd}	<0.01
Villous height (µm)	58.50±3.41^{b}	57.06±3.86^{b}	66.25±5.11^{ab}	86.99±5.11^{a}	61.32±5.11^{b}	63.40±5.11^{b}	50.66±5.11^{b}	55.01±5.11^{b}	<0.01
Villous thickness (µm)	21.47±1.46^{abc}	24.03±1.65^{ab}	24.39±2.18^{ab}	28.86±2.18^{a}	27.81±2.18^{a}	23.04±2.18^{abc}	17.93±2.18^{bc}	14.35±2.18^{c}	<0.01
Jejunum									
Crypt depth (µm)	78.22±3.59^{b}	78.33±4.08^{b}	72.47±5.39^{bc}	63.17±5.39^{bc}	54.25±5.39^{c}	72.28±5.39^{bc}	75.76±5.39^{bc}	113.94±5.39^{a}	<0.01
Villous height/crypt depth ratio (%)	1.45±0.15^{de}	1.50±0.17^{cde}	3.59±0.23^{a}	2.37±0.23^{bc}	2.32±0.23^{bcd}	2.19±0.23^{bcd}	2.68±0.23^{ab}	1.01±0.23^{e}	<0.01
Villous height (µm)	44.65±4.32	44.27±4.90	58.49±6.49	58.17±6.49	50.35±6.49	43.60±6.49	57.66±6.49	49.88±6.49	0.32
Villous thickness (µm)	22.03±1.07^{ab}	17.51±1.21^{b}	25.54±1.61^{a}	24.92±1.61^{a}	23.79±1.61^{ab}	25.09±1.61^{a}	22.16±1.61^{ab}	19.48±1.61^{ab}	<0.01
Ileum									
Crypt depth (µm)	90.38±4.08	80.56±4.63	87.06±6.12	84.39±6.12	83.26±6.12	97.62±6.12	87.93±6.12	95.52±6.12	0.37
Villous height/crypt depth ratio (%)	0.79±0.07	0.89±0.07	0.85±0.09	0.85±0.09	0.89±0.09	1.18±0.09	1.02±0.09	0.97±0.09	0.11
Villous height (µm)	42.58±3.31	42.55±3.75	47.54±4.97	51.00±4.97	47.06±4.97	50.66±4.97	51.09±4.97	42.12±4.97	0.59
Villous thickness (µm)	19.37±1.24	18.55±1.41	25.53±1.86	19.49±1.86	19.76±1.86	23.02±1.86	21.89±1.86	17.96±1.86	0.07

* Data are included least square means±SE. ^{a,b,c,d} Different superscripts within the same line means significant differences (P<0.05).

References:

Denbow DM, 2015. Gastrointestinal anatomy and physiology. In Sturkie's avian physiology (pp. 337-366). Academic Press.

Ebrahimi M, Ghochkhani R, Adibmoradi M and Rajabi Z, 2018. The effect of *in ovo* injection of different DL- methionine to L-lysine ratios on small intestinal histomorphology and immune system organs in day-old broiler chicks. Veterinary Clinical Pathology 12: 55-68. (In Persian).

Ebrahimi M, Janmohammadi H, Daghigh Kia H, Moghaddam G, Rajabi Z, Rafat SA and Javanmard A, 2017. The effect of L-lysine *in ovo* feeding on body weight characteristics and small intestine morphology in a day-old Ross broiler chicks. Revue de Médecine Vétérinaire 168: 116-125.

Elwan HA, Elnesr SS, Xu Q, Xie C, Dong X and Zou X, 2019. Effects of *in ovo* methionine-cysteine injection on embryonic development, antioxidant status, IGF-I and TLR4 gene expression, and jejunum histomorphometry in newly hatched broiler chicks exposed to heat stress during Incubation. Animals 9: 25.

Fardost, B., Ebrahimi, M., Moghaddam, G., Olyaee, M., Adib Moradi, M. and Alijani, S., 2019. The effect of in ovo feeding of L-methionine on carcass traits, small intestine morphology, and blood metabolites of day-old broiler chicks. *Animal Science Research29*(1), pp.175-188.

Foye OT, Ferket PR, Uni Z, 2007. The effects of in ovo feeding arginine, β-hydroxy-β-methyl-butyrate, and protein on jejunal digestive and absorptive activity in embryonic and neonatal turkey poults. Poultry Science 86(11): 2343-2349.

Foye OT, Uni Z, McMurty JP, and Freket PR, 2006. The effects of nutrient administration, "In ovo feeding" of Arginine and/or β-hydroxy-β-methyle butyrate (HMB) on insulin–like growth factors, energy metabolism and growth in turkey poults. International Journal of Poultry Science 5 (4): 309-317.

Geyra A, Uni Z, Sklan D, 2001. The effect of fasting at different ages on growth and tissue dynamics in the small intestine of the young chick. British Journal of Nutrition 86(1): 53-61.

Ravindran V. 2003. Development of digestive function in neonatal poultry: physiological limitations and potential. In Proceedings of the 15th Annual Australian Poultry Science Symposium, Sydney, Australia (pp. 1-7).

SAS Institute Inc. (2008). SAS/STAT User's Guide, Version 9.2. Cary, NC: SAS Institute Inc.

Shen YB, Ferket P, Park I, Malheiros RD and Kim SW, 2015. Effects of feed grade L- methionine on intestinal redox status, intestinal development, and growth performance of young chickens compared with conventional DL- methionine. Journal of Animal Science 93: 2977–2986.

Svihus, B., 2014. Function of the digestive system. Journal of Applied Poultry Research, 23(2), pp.306-314.

Yodseranee R and Bunchasak Ch, 2012. Effects of dietary methionine source on productive performance, blood chemical, and hematological profiles in broiler chickens under tropical conditions. Tropical Animal Health and Production 44: 1957–1963.

Presentation ID / Sunum No= 32

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0000-0002-8810-8889 / 0000-0002-4174-575X

İstanbul Topkapı Sarayı Darphane-i Amire Binalarına Ait Taş Örneklerinde Arkeometrik Analizler

Gülşen Albuz Geren[1], Doç. Dr. Ali Akın[2]

[1]Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Kültür Varlıklarını Koruma ve Onarım Bölümü, gulsen.albuz@hbv.edu.tr
[2]Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Kültür Varlıklarını Koruma ve Onarım Bölümü Tarihi Malzeme Araştırma ve Koruma Laboratuvarı (MAKLAB) aliakinakyol@gmail.com

**Corresponding author: Ali Akın*

Özet

İstanbul'da tarihi yarımadanın en önemli tarihi bina grubunu oluşturan Darphane-i Amire Binaları, Topkapı Sarayı'nın idari işleyişinde önemli bir yer tutan zamanının endüstriyel bir merkezi durumundaydı. Sahip olduğu değerlerle 19. yüzyıl Osmanlı mimarisini yansıtan yapıların korunmasına hizmet edecek arkeometrik incelemeler, gerçekleştirilen alan çalışmaları sonucu elde edilen taş örnekler üzerinde gerçekleştirilmiştir. Tarihi yapı grubuna ait taş örneklerin tanımlanması, fiziksel, kimyasal ve petrografik özellikleri ile restorasyona dönük malzeme kaynaklarının belirlenmesi çalışmanın amacını oluşturmaktadır. Taş örnekler öncelikle görsel olarak değerlendirildikten sonra fotoğraflanarak belgelenmiş ve kodlanmıştır. Arkeometrik çalışmalar kapsamında taşların temel fiziksel özellikleri (kayaç sertliği, birim hacim ağırlığı, su tutma kapasitesi ve gözeneklilikleri), suda çözünen toplam tuz miktarı tayini için iletkenlik ölçümü (kondaktometrik analiz), spot tuz (anyon) ve pH testleri, petrografik özellikleri ve olası jeolojik kaynakları ince kesit optik mikroskop analizi ile, kimyasal bileşimleri de PED-XRF analizi ile belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Arkeometri, Taş Analizi, Taşlarda İnce Kesit Optik Mikroskop Analizi, Taşlarda XRF Analizi

Archeaometric Analyses On Stone Samples of the Istanbul Topkapi Palace Darphane-i Amire Buildings

Abstract

The Darphane-i Amire Buildings, which constitute the most important historical building group of the historical peninsula in Istanbul, was an industrial center of the time which occupied an important place in the administrative functioning of Topkapı Palace. These archaeometric studies, which will serve to protect the buildings reflecting the 19th century Ottoman architecture with the values it has, were carried out on the stone samples obtained as a result of the field sampling studies. The aim of the study is to identify the stone samples belonging to the historical building group, to determine their physical, chemical and petrographic properties and to determine the material sources for restoration. Stone samples were first evaluated visually, then photographed, documented and coded. Within the scope of archaeometric studies, the basic physical properties of the stones (rock hardness, unit volume weight, water holding capacity and porosity), conductivity measurement for the determination of the total amount of dissolved salt in water (conductometric analysis), spot salt (anion) and pH tests, petrographic properties and possible geological sources were determined by thin-section optical microscope analysis, and their chemical composition was determined by PED-XRF analysis.

Keywords: Archaeometry, Stone Analysis, Thin Section Optical Microscope Analysis of Stones, XRF Analysis of Stones

1. GİRİŞ

Darphane-i Amire binaları İstanbul'da, Tarihi Yarımada içinde Fatih İlçesi, Cankurtaran Mahallesi, 3 pafta, 2 ada, 40 parsel üzerinde, Topkapı Sarayı'nın 1. Avlu'sunda, Aya İrini Kilisesi'nin yanında yer almaktadır (Şekil 1,2). Darphane kompleksi yaklaşık 17000 m²'lik eğimli bir arazi üzerinde oturmaktadır (Albuz Geren, 2019).

Darphane-i Amire, Osmanlı İmparatorluğu'ndan günümüze ulaşan, kentin ilk endüstri yapılarından biri olarak önemli bir yere sahiptir. Darphane-i Amire, Topkapı Sarayı Müzesi, Aya İrini Müzesi, Ayasofya Müzesi, İstanbul Arkeoloji Müzeleri gibi kentin en önemli müzelerinin bulunduğu bölgede yer almakta ve dolayısıyla Sultanahmet Dünya Kültür Mirası Alanı'nda bulunmaktadır (Şengün, 2015: 23). Darphane-i Amire'nin 16. yüzyıldan itibaren bugünkü yerinde olduğu bilinmektedir. Kuruluşundan bugüne kadar özellikle üretim teknolojisinin gelişmesi ile ihtiyaçların değişmesi sonucu birçok kez değişim ve yenilenme geçirmiştir. Darphane ve Damga Matbaası olarak işlevini sürdüren yapılar, 1967 yılında Darphane'nin Balmumcu'daki yeni yapısına, Damga Matbaası'nın da 2011 yılında taşınması ile büyük ölçekte işlevsiz kalmışlardır. 2011 yılına kadar Kültür Bakanlığı'na bağlı kullanılan Darphane Eminliği ve Dökümhane yapıları da günümüzde kullanılmamaktadır. 14.06.2012 tarihinde T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı tarafınca yapı grubu İstanbul Arkeoloji Müzelerine dahil edilmiştir. Günümüzde hala İstanbul Arkeoloji Müzeleri bünyesindedir (Dölen, 1996; Sunan, 2007; Tanyeli, 1996).

Tarihi yapı grubuna ait taş/kayaç örneklerin, belgelenmesi, tanımlanması, fiziksel, kimyasal ve petrografik özelliklerinin belirlenmesi, yapılar arası malzeme benzerliği veya farklılıkların belirlenmesi, dönemsel malzeme farklılıklarının belirlenmesi ile restorasyona dönük eşdeğer malzeme kullanımının önerilmesi bu çalışmanın esas amacını oluşturmaktadır. Çalışmanın katkıda bulunduğu bir başka konu da yapı malzemelerinin kaynaklarının belirlenmesi, olası hammadde kaynakları ile ilişkilendirilmesidir (Albuz Geren, 2019).

Darphane-i Amire binalarına ait taş örneklerin arkeometrik incelemeleri; Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Kültür Varlıklarını Koruma ve Onarım Bölümü, Tarihi Malzeme Araştırma ve Koruma Laboratuvarı (MAKLAB) ile Ankara Üniversitesi Yer Bilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi (YEBİM) Laboratuvarları'nda gerçekleştirilmiştir.

2. YÖNTEM VE ANALİZLER

Literatür araştırması sırasında güncel olarak İstanbul 4 Numaralı Kültür Varlıklarını Koruma Bölge Kurulu Müdürlüğü'nde yer alan projeler üzerinde binalara verilmiş olan numaralar çalışma sırasında dil birliği oluşturmak amacıyla aynen kullanılmıştır. Buna göre Darphane-i Amire Binaları 1'den 18'e kadar numaralardırılmıştır. 1,2.3,4,13,14,15 ve 16 nolu bina grupları işlevsellikleri belli olduğundan tek tek incelenmiş olup, 5 ve 6 nolu bina grupları, 7, 8, 11 ve 12 nolu bina grupları, 9 ve 10 nolu bina grupları işlevsellikleri ve fonksiyonları belirlenemediğinden birarada incelenmiştir (Tablo 1 ve Şekil 2).

2.1. Örnekleme ve Belgelemeler

Yapı gruplarının malzeme dokusunu ifade edecek şekilde tüm binaların farklı mekanlarına, cephelerine, katlara, iç ve dış duvarlarına ait özgün, dönem içerisinde uygulanan onarımlardan yaygın biçimde örneklemelerde bulunulmuştur. Darphane-i Amire binalarında 18 farklı yapı grubundan binaların farklı bölgelerinden örneklenen 120 taş/kayaç örnek arkeometrik yönden incelenmiştir. Örnekler öncelikle görsel olarak değerlendirildikten sonra fotoğraflanarak belgelenmiş ve kodlanmıştır. Belgelemeler, yerinde ve laboratuvar çalışmaları olarak iki aşamada gerçekleştirilmiştir.

2.2. Temel Fiziksel Testler

Darphane-i Amire binalarından örneklenen taş örneklerin dayanımlarının belirlenmesi için temel fiziksel testler (birim hacim ağırlığı, su emme kapasitesi ve gözeneklilik) uygulanmıştır (RILEM 1980) (Tablo 2). Yüksek birim hacim ağırlığı ve düşük gözeneklilik, taşlar için dayanımı yukarı çeken özelliklerdir. İncelenen taşların kayaç türüne göre yapılan değerlendirmeleri; silttaşı örnekler en yüksek, kumtaşı örneklerin ise en düşük dayanım verilerine sahip olduğunu göstermiştir. Azalan sıralamaya göre silttaşlarını, mermer, kireçtaşı, traverten, granit ve kumtaşı örnekler izlemektedir (Tablo 2). Kendi taş grupları içinde kumtaşı ve granit örnekler oldukça düşük dayanım özelliklerine sahiptirler.

2.3. pH ve Tuz Testleri

Taş örneklerde tuz (katyon/anyon) türünün belirlenmesi için spot tuz testleri uygulanmış, örneklerin pH dağılımları belirlenmiştir (Tablo 3). Çözeltilerde spot test türüne göre ya reaktifler eklenerek ya da şerit kullanılarak testler yapılmıştır (Fiegl, 1966). Anyon analizlerinde; standart nitrit, nitrat, fosfat, sülfat, klor ve toplam sertlik test kitleri kullanılmıştır (Tablo 3). Örneklerde tuzlanmanın ana kaynağını; taşların kendisinin ayrışması (karbonat), eksoz gazları (nitrit ve nitrat), atıklar veya kuş dışkıları (fosfat), çimento türü bağlayıcı kullanımı oluşturmaktadır (Tablo 3). Örneklerin (kayaç türünden bağımsız olarak) pH değeri zayıf bazik ortam şartlarını yansıtır şekilde 5,95-7,85 arasındaki (ort. 7,02) değerlerdedir (Tablo 3). Aynı örneklerin içerdiği toplam tuz miktarları da %0,16-3,99 (ort. %1,75) arasında değişmektedir. Örneklerde oldukça yüksek oranda toplam tuz içerik (%1,75) belirlenmiştir (Tablo 3).

2.4. Petrografik İnce Kesit Optik Mikroskop Analizi

Petrografi, doğada varolan kayaçların minerallerini, kimyasal bileşimlerini, yapı ve dokularını ve doğada bulunuş şekillerini ortaya koyarak, kayaçları tanımayı, sınıflamayı hedefleyen bir bilim dalıdır. Kayaçlarda mineral içeriği, dokusu, ayrışma/bozulma gibi durumları tespit edilir ve kayacın türü saptanır. Yapıda kullanılacak taş için önerilerde bulunulur (Alkan vd., 2011: 68). Darphane-i Amire yapılarına ait tüm örneklerin ince kesitleri hazırlanmış ve optik mikroskopta incelenmiştir (Tablo 4,5). İncelemelerde LEICA Research Polarizan DMLP Model alt ve üstten aydınlatmalı optik mikroskop kullanılmıştır (Kerr 1977; Rapp, 2002).

İnce kesit optik mikroskop analizi ile petrografik yönden incelenen yapısal taşlar başta kireçtaşı (mikritik, sparitik, biyosparitik, gölsel, neritik, resifel ve dolomitik) ve traverten (sıcak ve soğuk su çökelimli) olmak üzere mermer, kumtaşı, granit ve silttaşı türlerinde sınıflandırılmıştır (Tablo 4,5). Bina grubu içinde 7-8-11-12 nolu binaların duvarları taş türleri açısından oldukça çeşitlilik göstermektedir (Tablo 4).

Kireçtaşlarının yapısındaki mikro kırık/çatlaklarda rekristalize kalsit ve demiroksit minerallerinin birikimleri görülmüştür (Tablo 5). Kumtaşlarında ileri derecede ayrışmalar belirlenmiştir. Ayrıca taşların denizel taş kökenini yansıtacak şekilde fosil içerikleri de ince kesit optik mikroskop

analizi ile kayıt altına alınmıştır. Çalışma ile kayaç/taş örneklerin formasyon kaynakları da belirlenmeye çalışılmıştır. Travertenlerin en yakın formasyon kaynağı; Arnavutköy'ün güneyi, Silivri veya Yalova çevresine, kumtaşları Şile çevresine ve kireçtaşları da Şile'nin kuzeyine veya Göktürk çevresi ile Tekirdağ'ın kuzeyinde yeralan formasyonlara ait olmalıdır.

2.5. X-Işını Floresan (PED-XRF) Analizi

Taş örneklerin kimyasal bileşimi X-Işını Floresan Analizi (PED-XRF) yöntemi kullanılarak belirlenmiştir (Shackley, 2010) (Tablo 6a,6b). Analiz için seçilen çeşitli türde taş örnekler agat havanda toz haline getirildikten sonra 32 mm'lik diskler oluşturulmuş her bir disk XRF analizinde kullanılan bir kimyasal ile (wacks) karıştırılarak aletin örnek bölgesine yerleştirilmiş ve analizi yapılmıştır. Bu çalışmada, X-LAB 2000 model PED-XRF (Polarized Energy Dispersive-XRF) spektrometresi kullanılmıştır.

Darphane-i Amire binalarından örneklenen taş örneklerin kimyasal bileşimi PED-XRF analizi ile incelenmiştir. Taşlar içinde en büyük grubu oluşturan kireçtaşı örneklerin bileşimini (azalan oranda); CaO (ort. %53,80), LOI (toplam karbonat, ort. %36,27), SiO_2 (ort. %6,28), Al_2O_3 (ort. %1,45) ve Fe_2O_3 (ort. %0,91) oluşturmaktadır (Tablo 6a). Örneklerin MgO içeriği dolomitik özelliği artırıcı niteliğini öne çıkarırken, SO_3 içeriği ise alçılaşma/bozulma ürünü zayıflamayı ifade etmektedir. Kireçtaşı örneklerin elementel kompozisyonları değerlendirildiğinde DBB-T6, DBB-T7, DBG3-T10 ve DBG3-T31 örnekleri ana gruptan farklılaşan yapıdadırlar (Şekil 3). Bu niteliği ile kireçtaşları farklı taş kaynaklarından farklı dönemlerde temin edilmiş olmalıdır.

3. DEĞERLENDİRMELER VE SONUÇLAR

Restorasyon ve konservasyon uygulamaları sırasında yeni malzeme uygulamasının zorunlu olduğu durumlarda özgün yapı malzemesine fiziksel, kimyasal, mekanik ve estetik olarak uyumlu malzemeler seçilmelidir. Yeni malzemelerin bu niteliklere uygun olarak seçilebilmeleri için de öncelikle özgün yapı malzemelerinin özelliklerinin belirlenmesi gerekmektedir. Restorasyon ve konservasyon uygulamaları öncesinde, yapıların tarihi ve mimari özelliklerinin araştırılmasının yanı sıra arkeometrik incelemelerinin de yapılması, bilhassa seçilecek onarım malzemelerinin özgün yapıya uygun olarak belirlenebilmesi bakımından büyük önem taşımaktadır.

Darphane-i Amire binalarından örneklenen taş/kayaç örnekler, tarihi binaların yapım teknolojisi ve hammadde özelliklerinin anlaşılması açısından değerli bilgiler vermiştir. Taşlar öncelikle kodlanıp kataloglanarak belgeleme çalışmalarına başlannmıştır. Binalara ait örneklerin tuz içeriğini nitrit, nitrat, fosfat, sülfat, klor ve karbonat türünde tuzlar oluşturmaktadır. Yoğunlukla bazik ortam şartlarındaki taşlarda oldukça yüksek oranlarda tuzlanmalar tespit edilmiştir.

İncelenen taşlar kayaç kökenlerine göre değerlendirildiğinde; silttaşı örneklerin en yüksek, kumtaşı örneklerin ise en düşük dayanım verileri sunduğu anlaşılmıştır. Azalan sıralamaya göre silttaşlarını, mermer, kireçtaşı, traverten, granit ve kumtaşı örnekler izlemektedir. Kendi taş grupları içinde kumtaşı ve granit örnekler oldukça düşük dayanım özelliklerine sahiptirler.

Taş örneklerin petrografik incelemeleri; binalarda yoğunlukla farklı türde kireçtaşları ve travertenin yanında kumtaşı, mermer, granit ve silttaşlarının kullanıldığını göstermiştir. Bu taşlar İstanbul'un yakın çevresindeki çeşitli taş kaynaklarına adreslenebilmiştir.

Taşların kimyasal analizleri (PED-XRF) de yapısal elementel içeriği ve bozulma ürünlerinin anlaşılmasına imkan sağlamıştır.

4. TEŞEKKÜR

İstanbul Darphane-i Amire binalarının yapısal incelemeleri; 2008 yılında Ani Anıtsal Yapıları Koruma Yapım Mimarlık Restorasyon Ltd. Şti. ile 2014 yılında SGM Sismik Güçlendirme Merkezi İnş. Tic. ve San. Ltd. Şti. tarafından gerçekleştirilen "Rölöve Restitüsyon Restorasyon ve Çevre Düzenleme Projeleri" hazırlanması işlerinde "Darphane-i Amire Binaları Yapısal Malzeme Analizleri" kapsamında gerçekleştirilmiş aynı adlı Yüksek Lisans (2019) tez çalışmasının da konusunu oluşturmuştur. Yazarlar adı geçen firmalara, İstanbul Arkeoloji Müzeleri Müdürlüğü'ne, analiz çalışmalarına destek olan Prof. Dr. Yusuf Kağan Kadıoğlu (YEBİM)'na teşekkür ederler.

5. KAYNAKÇA

ALBUZ GEREN, G. (2019). "İstanbul Topkapı Sarayı Darphane-i Amire Binaları Yapı Malzemelerinde Arkeometrik Çalışmalar", Gazi Üniversitesi, Güzel Sanatlar Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

ALKAN, N., ÇAĞIRAN, E., ERSAN, Ö.H. ve ERUŞ, M. (2011). *Restorasyon ve Konservasyon Laboratuvarları.* İstanbul: İstanbul Büyükşehir Belediyesi İmar ve Şehircilik Daire Başkanlığı Koruma Uygulama ve Denetim Müdürlüğü (KUDEB) Restorasyon ve Konservasyon Laboratuvarları Yayınları.

DÖLEN, E. (1996). "Darphane-i Amire", *Dünya Kenti İstanbul,* Türkiye Ekonomik ve Toplumsal Tarih Vakfı.

FEIGL, F. (1966). Spot Test in Organic Analysis, Elsevier Publication Company, Amsterdam.

KERR, P.F. (1977), Optical Mineralogy, McGraw-Hill Co. First Ed'n., New York.

RAPP, G. (2002). Archaeomineralogy, Springer-Verlag, Berlin.

RILEM, (1980). Research and Testing. *Materials and Construction 13*, Paris: Chapman and Hall, 73.

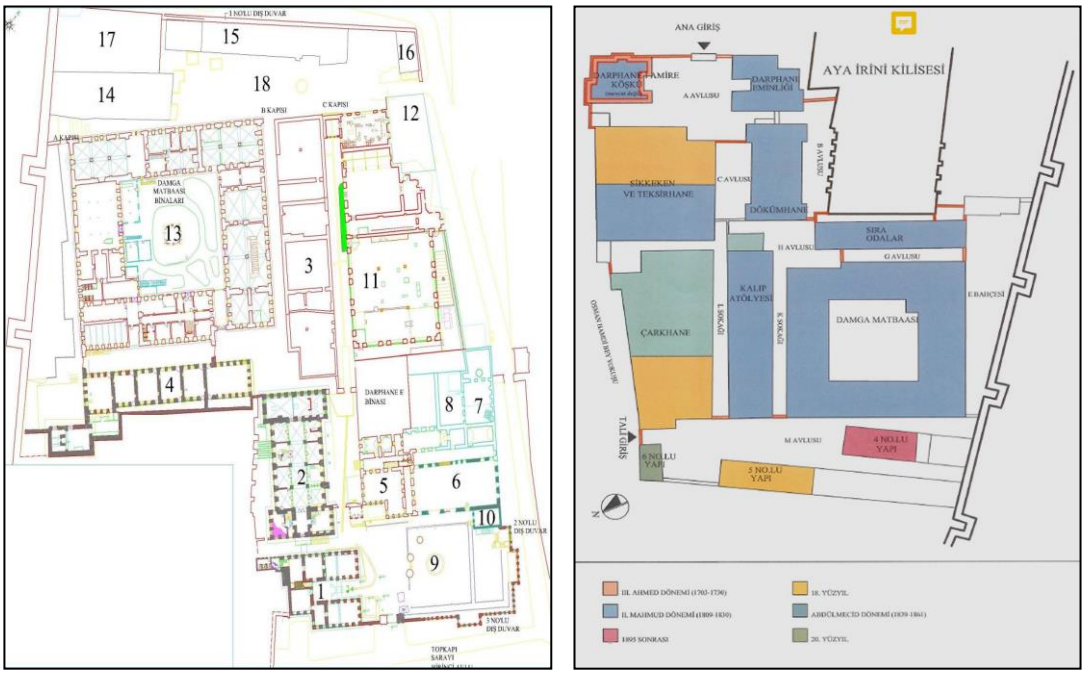
SHACKLEY, M.S. (Ed.) (2011). X-Ray Fluorescence Spectrometry (XRF) in Geoarchaeology, Springer Publication.

SUNAN, H.D. (2007). *Tarihi Gelişim İçinde Darphane-i Amire Yapıları ve Damga Matbaası'nın Mimari Analizi ve Değerlendirilmesi.* Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

ŞENGÜN, R. (2015). *Darpane-i Amire'nin Demir Üst Örtü Sistemlerinin İki Yapı Üzerinden İncelenmesi ve Koruma Önerileri.* Yüksek Lisans Tezi.İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

TANYELİ, G. (1996) "Darphane-i Amire Tarihçe", *Arredamento Dekorasyon*, 82 (Haziran Sayısı), 92-95.

Şekil 1. Darphane-i Amire binalarının lokasyonu (üstte solda) ile 1 (altta solda), 2 (altta sağda) ve 11 (üstte sağda) nolu binalar



Şekil 2. Darphane-i Amire binalarının vaziyet planı ve dönemlemesi

Tablo 1. Darphane-i Amire binalarının kodlamaları, işlevleri, dönemleri ve taş örneklemi

Bina No	Bina Kodu	Taş Örnek Sayısı	İşlevi	Dönemi
1	DRM	4	Darphane Eminliği (1983-2011 yılları arasında İstanbul Rölöve ve Anıtlar Genel Müdürlüğü Binası)	II. Mahmud Dönemi (1839-1861)
2	DML	9	Dökümhane (1983-2011 yılları arasında İstanbul Restorasyon Konservasyon Merkez Laboratuvarı)	II. Mahmud Dönemi (1839-1861)
3	DBG2	16	Kalıp Atölyesi	II. Mahmud Dönemi (1839-1861)
4	DBE	13	Sıra Odalar	II. Mahmud Dönemi (1839-1861)
5	DBS	Tuğla	Sikkehane ve Teksirhane	II. Mahmud Dönemi (1839-1861)
6	DBS	Tuğla		III. Ahmed Dönemi (1703-1730)
7	DBG3	39		II. Mahmud Dönemi (1839-1861)
8	DBG3			II. Mahmud Dönemi (1839-1861)
9	DBK	3	Darphane Köşkü	III. Ahmed Dönemi (1703-1730)
10	DBK	4	İşlevi belli olmayan bina	III. Ahmed Dönemi (1703-1730)
11	DBG4	8	Çarkhane	Abdülmecid Dönemi (1839-1861)
12	DBG4			
13	DDM	14	Damga Matbaası Genel Müdürlüğü	II. Mahmud Dönemi (1839-1861)
14	DBA (DBG1a)	2	İşlevi bilinmeyen bina	1895 sonrası
15	DBB (DBG1b)	8	İşlevi bilinmeyen bina	18. yy
16	DBS	Tuğla	İşlevi bilinmeyen bina	20. yy
17	-	-	Avlu	?
18	-	-	Avlu	?

Tablo 2. Darphane-i Amire binaları taş örneklerinde temel fiziksel testler

Taş Türleri	Doygun-BHA (g/cm^3)	Kuru-BHA (g/cm^3)	SEK (%)	P (%)
Kireçtaşı	2,29 - 2,80 (ort. 2,65)	1,80 - 2,79 (ort. 2,55)	0,08 - 11,89 (ort. 1,68)	0,22 - 21,43 (ort. 3,64)
Traverten	2,33 - 2,71 (ort. 2,54)	1,73 - 2,70 (ort. 2,34)	0,15 - 16,76 (ort. 3,85)	0,40 - 29,05 (ort. 7,90)
Mermer	2,62 - 2,73 (ort. 2,69)	2,46 - 2,70 (ort. 2,60)	0,14 - 1,08 (ort. 0,59)	0,39 - 4,15 (ort. 2,20)
Kumtaşı	2,36 - 2,56 (ort. 2,49)	1,94 - 2,71 (ort. 2,22)	3,55 - 9,34 (ort. 5,89)	0,72 - 18,08 (ort. 11,50)
Silttaşı	2,59 - 2,79 (ort. 2,70)	2,54 - 2,78 (ort. 2,66)	0,12 - 0,85 (ort. 0,53)	0,35 - 2,15 (ort. 1,38)
Granit	2,38 - 2,52 (ort. 2,47)	2,15 - 2,59 (ort. 2,24)	2,47 - 6,48 (ort. 5,07)	5,55 - 14,04 (ort.10,77)

Tablo 3. Darphane-i Amire binaları taş örneklerinde spot testler, pH ve toplam tuz miktarları

Spot Testler	Nitrit (NO_2^-)*	Nitrat (NO_3^-)*	Fosfat (PO_4^{3-})*	Sülfat (SO_4^{2-})*	Klor (Cl^-)*	Karbonat (CO_3^{2-})*	pH**	SS (%)**
min.	0,010	10	0,10	3	1	20	5,95	0,16
max.	0,500	75	2,50	400	180	576	7,85	3,99
ort.							**7,02**	**1,75**

(*) mg/L (**) 100 mL suda

Testlerin Hassasiyeti; (NO_2^-): 0,010 mg/L, (NO_3^-): 10 mg/L, (PO_4^{3-}): 0,10 mg/L, (SO_4^{2-}): 3 mg/L, (Cl^-): 1 mg/L, (CO_3^{2-}): 20 mg/L

Tablo 4. Darphane-i Amire binalarını oluşturan taş örneklerin türleri

Bina No	Binalarda Belirlenen Taş Türleri
1	Traverten
2	Traverten, Kireçtaşı (Mikritik), Kumtaşı
3	Traverten, Granit
4	Kireçtaşı (Biyosparitik, Mikritik, Resifel), Kumtaşı
7-8-11-12	Kireçtaşı (Resifel, Gölsel, Sparitik, Neritik, Mikritik), Mermer,Kumtaşı, Traverten, Granit, Silttaşı
9-10	Kireçtaşı (Dolomitik, Sparitik, Biyosparitik), Mermer, Kumtaşı, Granit
13	Kireçtaşı (Sparitik, Gölsel, Mikritik), Traverten, Granit
14	Kireçtaşı (Sparitik, Mikritik)
15	Kireçtaşı (Sparitik, Mikritik), Mermer, Kumtaşı, Traverten

Tablo 5. Darphane-i Amire binalarına ait taş örneklerin petrografik özellikleri

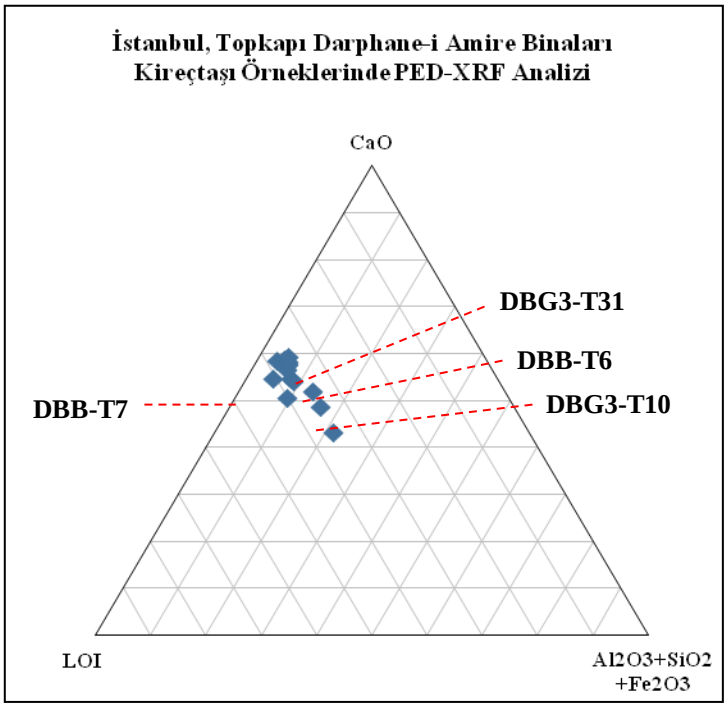
Taş Türü	Sertlik (Mohs)	Açıklamalar
Mikritik Kireçtaşı	2 - 3	Mikro kırık/çatklaklarda rekristalize kalsitler yeralıyor.
Sparitik Kireçtaşı	2 - 3	Mikro kırık ve çatlaklara hidrotermal akışkanlardan demiroksit mineralleri taşınmış durumdadır.
Biyosparitik Kireçtaşı	2 - 3	Yapısında yoğun fosiller bulunuyor.
Dolomitik Kireçtaşı	2 - 3	Kalsit içeren yapıda dolomit ve aragonitler bulunuyor.
Resifel Kireçtaşı	2 - 3	Başlıca kalsit içeren yapıda fosiller bulunuyor.
Gölsel Kireçtaşı	2 - 3	Kalsit içeren yapıda yer yer aragonitler bulunuyor.
Neritik Kireçtaşı	2 - 3	Başlıca kalsit içeren yapıda fosiller bulunuyor.
Traverten	~ 3	Soğuk su çökelimi ile oluşan oldukça boşluklu (%10-12) kayaç yapısını aragonit ve kalsitler oluşturuyor.
Traverten	2 - 3	Sıcak su çökelimi ile oluşmuş, boşluk (%5-8) içeren kayaç yapısında aragonit ve kalsitler bulunmaktadır.
Mermer	~ 3	Granoblastik dokulu yapı 0,7 mm'den büyük polisentetik basınç ikizli kalsit tanelerinden oluşuyor.
Kumtaşı	4 - 5	Kil matrikste kuvars, plajiyoklas, amfibol, piroksen ve biyotit mineralleri bulunuyor. İleri derecelerde ayrışmalar gösteriyor.
Silt Taşı	4 - 5	Kil matrikste kuvars, plajiyoklas, amfibol, piroksen ve biyotit mineralleri bulunuyor.
Granit	~ 6	Holokristalin tanesel dokulu yapıyı biyotit, ortoklas ve plajiyoklaslar oluşturuyor.

Tablo 6a. Darphane-i Amire binalarına ait kireçtaşı örneklerin PED-XRF analizi sonuçları

Element	Birim	DBA-T1	DBB-T6	DBB-T7	DBG2-T3	DBG2-T5	DBG2-T10	DBG2-T14
Na_2O	%	0,081	0,080	0,100	0,094	0,094	0,093	0,076
MgO		0,230	0,457	0,253	0,107	0,474	0,071	0,034
Al_2O_3		0,625	2,54	1,65	0,782	1,23	1,09	0,957
SiO_2		2,68	11,91	6,74	3,60	5,80	4,61	3,83
P_2O_5		0,034	0,073	0,009	0,038	0,040	0,022	0,005
SO_3		0,161	0,278	0,111	0,124	0,362	0,343	0,050
Cl		0,015	0,020	0,364	0,116	0,200	0,053	0,013
K_2O		0,115	0,835	0,627	0,190	0,281	0,210	0,210
CaO		58,46	47,88	50,22	58,24	53,90	57,24	58,70
TiO_2		0,004	0,163	0,091	0,043	0,089	0,050	0,044
MnO		0,031	0,218	0,013	0,024	0,026	0,027	0,096
Fe_2O_3		0,203	1,71	0,886	0,429	0,804	0,431	0,397
LOI*		37,83	34,37	39,56	35,82	36,43	35,83	34,93
Taş Türü		Sparitik Kireçtaşı	Kireçtaşı	Mikritik Kireçtaşı	Mikritik Kireçtaşı	Kireçtaşı	Kireçtaşı	Mikritik Kireçtaşı

Element	Birim	DBG3-T2	DBG3-T10	DBG3-T31	DDM-T2	DDM-T3	DDM-T4	Ort.
Na_2O	%	0,084	0,100	0,086	0,099	0,093	0,096	**0,090**
MgO		0,064	0,904	0,255	0,347	1,01	0,047	**0,327**
Al_2O_3		1,28	3,23	2,57	1,09	0,688	1,135	**1,45**
SiO_2		6,54	14,28	9,26	4,69	3,68	4,05	**6,28**
P_2O_5		0,021	0,017	0,011	0,015	0,005	0,029	**0,025**
SO_3		0,197	0,048	0,069	1,84	0,739	0,487	**0,370**
Cl		0,016	0,018	0,031	0,083	0,154	0,149	**0,095**
K_2O		0,365	0,475	0,691	0,351	0,147	0,141	**0,357**
CaO		53,97	42,70	50,89	55,19	53,81	58,19	**53,80**
TiO_2		0,077	0,244	0,173	0,056	0,041	0,073	**0,088**
MnO		0,162	0,159	0,089	0,048	0,012	0,035	**0,072**
Fe_2O_3		0,765	3,60	1,27	0,448	0,380	0,517	**0,911**
LOI*		36,73	34,82	33,98	35,84	39,62	35,77	**36,27**
Taş Türü		Mikritik Kireçtaşı	Neritik Kireçtaşı	Sparitik Kireçtaşı	Mikritik Kireçtaşı	Sparitik Kireçtaşı	Gölsel Kireçtaşı	

(*) LOI: 950°C'de Kızdırma ile Ağırlık Kaybı (Loss on Ignition)



Şekil 3. Darphane-i Amire binalarına ait kireçtaşı örneklerin PED-XRF analizi ile belirlenen ana element içeriklerine göre yapılan gruplandırma (Triangle Plotting; CaO - LOI - Al_2O_3 + SiO_2 + Fe_2O_3)

Tablo 6b. Darphane-i Amire binalarına ait kireçtaşı örneklerin PED-XRF analizi sonuçları

Element	Birim	DBG3-T2	DBG3-T10	DBG3-T31	DDM-T2	DDM-T3	DDM-T4	Ort.
Na_2O	%	0,084	0,100	0,086	0,099	0,093	0,096	**0,090**
MgO		0,064	0,904	0,255	0,347	1,01	0,047	**0,327**
Al_2O_3		1,28	3,23	2,57	1,09	0,688	1,135	**1,45**
SiO_2		6,54	14,28	9,26	4,69	3,68	4,05	**6,28**
P_2O_5		0,021	0,017	0,011	0,015	0,005	0,029	**0,025**
SO_3		0,197	0,048	0,069	1,84	0,739	0,487	**0,370**
Cl		0,016	0,018	0,031	0,083	0,154	0,149	**0,095**
K_2O		0,365	0,475	0,691	0,351	0,147	0,141	**0,357**
CaO		53,97	42,70	50,89	55,19	53,81	58,19	**53,80**
TiO_2		0,077	0,244	0,173	0,056	0,041	0,073	**0,088**
MnO		0,162	0,159	0,089	0,048	0,012	0,035	**0,072**
Fe_2O_3		0,765	3,60	1,27	0,448	0,380	0,517	**0,911**
LOI*		36,73	34,82	33,98	35,84	39,62	35,77	**36,27**
Taş Türü		Mikritik Kireçtaşı	Neritik Kireçtaşı	Sparitik Kireçtaşı	Mikritik Kireçtaşı	Sparitik Kireçtaşı	Gölsel Kireçtaşı	

(*) LOI: 950°C'de Kızdırma ile Ağırlık Kaybı (Loss on Ignition)

Presentation ID / Sunum No= 95

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0000-0001-8830-9595

Production of Methane by Camels and Its Comparison With Other Ruminants

Dr. Öğretim Üyesi Hamid Paya[1], Araştırmacı Mehri Montazerharzand[1], Prof. Dr. Akbar Taghizadeh[1], Dr. Valiollah Palangi[2]

[1] Department of Animal Science, Agricultural Faculty, University of Tabriz, Tabriz, Iran.
[2] Department of Animal Science, Agricultural Faculty, Ataturk University, 25240 Erzurum, Turkey.
Corresponding author: hamid.paya@tabrizu.ac.ir

Abstract

The purpose of this study was to reveal the effect of ruminal microflora types, especially protozoa, on fiber digestibility and methane production. The study was conducted on camel protozoa and greenhouse gas emissions to illustrate the fact that camels produce less methane and digest better the forage. In order to achieve to the purpose of the study, numerous databases and journals were used. Studies have shown that improving rumen efficacy can help reduce emissions. Protozoa species are different in camels and cause better cell-wall degradation in the rumen and reduced methane production compared to other ruminants. Therefore, it seems that the presence of such protozoa in the rumen may increase forage digestibility by up to 30%. The molecular properties of camel microflora and its comparison with other ruminants, together with their effectiveness, provide information on their diversity. Indepth understanding of the relationship between the different methanogenic species present in the camel rumen is important because of the low methane emession rate compared to other ruminants.

Keywords: Camel, Greenhouse Gases, Methanogenic, Protozoa

Introduction

Climate change is widely considered by politicians and scientists around the world. These changes have been increasing at an alarming rate over the past few decades. The changes are manifested by rising surface temperatures and oceans, rising ocean salinity, ocean acidity, and the melting of the Greenland and Arctic ice sheets. These changes are mainly attributed to human activities resulting from economic growth and population growth. The IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) has shown that the earth has been warmer in the last three decades than in the decades before 1850. The average temperature of the earth and ocean was 0.85 ° C (0.65 to 1.06) higher than the periods 1880 to 2012. Although the change in temperature has not been uniform, some regions have been cool and some have been warm, but the long-term and global effects of the Earth and the oceans have shown a tendency to rise in temperature.

Ruminants digest fibrous carbohydrates by microbial fermentation. One of the by-products of the fermentation process is methane gas, greenhouse gas (GHG), which indicates energy loss to the host animal. Fossil fuels are the main source of greenhouse gas (GHG) emissions. The gases emitted into the

atmosphere are carbon dioxide (CO_2), methane (CH_4) and nitrogen oxide (N_2O). Global CO_2 levels reached 395 ppm in 2013, while emissions were estimated at 38.8 billion tonnes in the same year, the highest in history and 46% higher than in 1990. About 60% of methane emissions are allocated to agriculture, of which about 80% is produced by the livestock digestive tract.

The protozoa in the rumen make up 50% of the microbial mass and are significantly involved in the rumen digestion of ruminants, of which the ciliated type is the most abundant. There are fewer data on camel rumen protruding cilia than other ruminants. Therefore, traditional techniques for studying microorganisms, especially the microbial population of protozoa, do not seem to be effective. Camel anatomy has been the subject of numerous studies, but information about its microbial fluoromy is very rare. It is worth noting that camels are thought to emit less methane than real ruminants (Dittmann et al., 2014; Mannai et al., 2016).

Livestock contribution to greenhouse gas emissions

Livestock contribute to GHG release directly by fermentation and indirectly by converting forests to pastures. Different sources provided different estimates of between 7% and 18% for livestock's share of methane production. Ruminants account for about 18% of the world's total greenhouse gas emissions. The US Environmental Protection Agency (EPA) estimates global methane emissions from the fermentation process for 2010 and 2020 at 2079 and 2344 Mt CO_2-eq per year, respectively, and methane emissions from animal manure at 470 and 523 Mt CO_2, respectively. Fermentation of methane through fermentation is usually expressed as gross energy intake (GEI) with values between 6 and 10%. GHG emissions were proposed based on the amount of digestible energy consumed (DEI) or per unit of livestock product instead of GEI. Expression of GHG release as DEI percentage indicates the potential impact of diet quality and composition. For example, increasing forage digestibility generally reduces GHG emissions from ruminal fermentation per unit of livestock product. Consumption of concentrates, natural compounds such as tannins and saponins, as well as feed NPN, reduces methane emissions during the fermentation process. In addition to the release of GHG by fermentation, the release from the feces is also affected by the composition of the diet, which also depends on the keeping of livestock in pastures or pens. Fermentable organic matter in feces is expected to decrease as the digestibility of dietary ingredients increases, which may reduce methane emissions from manure. A balanced diet ensures efficient use of nutrients and improves animal productivity, thereby reducing GHG emissions per unit of livestock production. In fact, it is an effective and important strategy to reduce emissions (Morgavi et al., 2010).

Comparison of ciliated protozoan populations in camels and ruminants

The population of Entodinium protozoa is predominant in all livestock species. The rumen content of dromedaries is lower in protozoa than in small ruminants. dromedaries may contain some protozoan genes that are highly efficient at cell wall degradation. Methane production in the rumen occurs with the proliferation of a community of microorganisms such as bacteria, protozoa, fungi, and especially methanogenic archaea (Popova et al., 2011). Methanogens make up a smaller population in the rumen (1-4%). The symbiotic relationship between methanogens and protozoa is also well documented. Up to 20% of methanogens belong to protozoa. Metanogenic archaea use volatile fatty acids produced by these protozoa, including acetate and mainly butyrate: two metabolic pathways for the production of H2 followed by the production of methane. Methane produced by methanogenic archaea attached to ciliated protozoa can account for up to 37% of the total methane produced. Therefore, studying the relationship between archaea and protozoa can provide important information (St-Pierre and Wright, 2012).

Methane emission by camels

According to the IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), the main source of methane emissions is the fermentation process. Camels are considered to be ruminants and are grouped with cattle, buffaloes, sheep and goats. However, due to the lack of information about the feeding and

digestion stages of camels, the Tier 1 method has been used and the release has been obtained almost by extrapolating from the main groups of ruminant that seem to have a similar digestive system. In this report, the estimated methane emissions for camels weighing approximately 570 kg were 46 kg of methane per head per year. Methane emission figures for camels were derived from cows emission measurements. This detailed report was based on an extensive search and use of available resources, but found fundamental differences between camels and actual ruminant species that led to the camels using a default value of 46 kg methane / head / year. , Has been ignored (Al Jassim, 2016).

Calorimetric estimates of methane emission by camels from different levels of the diet consisting of barley grain and wheat straw showed that methane emissions of 0.999, 0.285 and 0.842 mg / kg / metabolic weight / day, respectively for the duration of periods of dont consume feed, feeding and rumionation. This methane calorimetric measurement shows the total methane release from the camel. It is important to note that concentrate supplementation is common in camels, but does not reflect the natural nutritional status of this herbivore. Recent estimates of methane emission by humpback camels have been compared with Holstein dairy cows under equal diets and conditions (Guerouali and Laabouri, 2013). Camels and cows were housed separately in a stalls and fed on alfalfa (2 kg / day) and barley grain (3 kg / day) and their diffusion was measured using an open face mask system. The results showed that the rate of methane release by camels was one third of cattle (47.7 vs. 138.7 g per day or 17.4 vs. 50.6 kg per year; 5). On the other hand, measuring the methane release rate by alpaca and sheep using hexafluoride sulfur detection techniques, no difference in methane release (GEI%) between the two species when feeding alfalfa hay (5.7 vs. 4.7) did not show. However, alpaca had higher methane emissions when feeding clover pasture (9.4 vs. 7.5) and lotus (6.4 vs. 2.7). Recently, measurement of methane release using a respiratory chamber with three species of camels (Vicogena pagos, Lama glama, Camellius bactrianus) showed that camels produce less methane in similar diets than ruminants (0.229 vs. 0.415 g / kg per day) (Dittmann et al., 2014). The researchers concluded that this difference is most likely due to the reduced metabolism, feed and digestible fiber consumption of camels. Information on methane emissions by camels is generally limited and further research is needed, especially under normal feeding conditions. In addition, little is known about the diversity and structure of the camel's digestive tract. The study of the population structure of fecal methanogens found in Camelus bactrianus camels kept in two zoos in the United States was performed using 16 S rRNA gene libraries for each zoo. While methanogenic sequences belonging to the bacterial methanobrius genus were predominant in both libraries, they showed significant differences in diversity and structure. Preliminary results show how the methanogen population structure can vary greatly between animals as they are kept in different areas. The authors also suggested that additional studies be performed using alternative techniques such as next-generation sequencing to analyze larger groups of animals under controlled diets to obtain more information on the diversity of methogenes in the monocotyledonous gastrointestinal tract of camels (St-Pierre and Wright, 2014).

There is a difference in methane emissions from camels compared to dairy cows. This difference in methane production between the two species can be attributed to some anatomical and physiological characteristics of the camel's digestive tract. The amount of methane released by an animal is a good indicator of the amount of diet that has been fermented in the pre-stomach. In cattle, the entire diet is probably fermented in the rumen, while in camels a small portion of the diet is fermented in the pre-stomach and the rest passes through the stomach and is digested in the intestine. It should be noted that the camel pre-stomach consists of three parts instead of four parts in cattle with the presence of omasum-reticulum. Camels provide a higher tracer for the ruminal fluid phase, which allows a large portion of the diet to escape fermentation and be digested in the intestine to produce less methane. Camel grazers are highly selective and seek food particles rich in soluble carbohydrates and proteins, while cows are considered non-selective grazers depending on the size of the grazed feed (Faridi et al., 2017) .

Camels have higher blood sugar (1.5 g / l) than cows (0.5 g / l), and to maintain this high level of glucose in the blood, most of the soluble carbohydrates provided by the diet must escape fermentation. And digested in the intestine. Unlike cattle, the importance of volatile fatty acids (fermentation products) as an energy source for camels is very limited. Compared to cattle, camels spend less time chewing and rumination, but produce more saliva, which is not conducive to methane production. Researchers have shown that the population of pre-gastric bacteria is comparable for the two species, but less protozoa are

found in camels, indicating that less methane is produced in camels because the methane-producing bacteria are more prone to protozoa. According to Xwani in 2000, camels have a high buffering capacity digest tract and do not show a metabolic disorder such as acidosis, which is often found in the diets of high-concentrate dairy cows. The researchers measured the characteristics of volatile fatty acids in the rumen of the two species and reported that the ratio of propionate to acetate in camels was higher than in cows receiving the same diet. Limited production of acetate in camels may partly explain the reduction in methane production (Guerouali and Laabouri, 2018).

References

12. Al Jassim, R. Camels and their environment: Impact of the climatic changes. 4th international conference of ISOCARD, Almaty, Kazakhstan.
13. Dittmann, M. T., Runge, U., Lang, R. A., Dario Moser, D., Galeffi, C., Kreuzer, M., Clauss, M. (2014). Methane Emission by Camelids. *PLOS ONE*. 9(4): 1-8.
14. Faridi, F., Sena, D. S., and Sharma, V. (2017). Characterisation of the methanogenic archaeal community in the C1 compartment of the camel (Camelus Dromedarius). *Journal of Camel Practice and Research*. 24(2): 157-163.
15. Guerouali, A. and Laabouri, F. Z. (2013). Estimates of methane emission from the camel (Camelus dromedarius) compared to dairy cattle (Bos taurus). *Advances in Animal Biosciences*. 4: 286.
16. Guerouali, A., and Laabouri, F. Z. (2018). The camel (Camelus dromedarius) produced three times less methane than cattle receiving the same feeding ration. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*. 6(3): 289-293.
17. Jouany, J. P. (2000). La digestion chez les camélidés; comparaison avec les ruminants. *Inra Productions Animales*. 13: 165-176.
18. Kay, R. N. B., Maloiy, G. M. O. (1989). Digestive secretions in camels. *Options Méditerranéennes, série A. Séminaires*. 2: 83-87.
19. Mannai, H., Cinq-Mars, D., Godbout, S., Hogue, R., & Jeanne, T. (2016). Relationship between protozoa, digestibility and methane production in rumen: a molecular comparative approach between ruminants and camels protozoal fauna. *Canadian Society for Bioengineering*. 1-5.
20. Morgavi, D. P., Forano, E., Martin, C., and Newbold, C. J. (2010). Microbial ecosystem and methanogenesis in ruminants. *Animal*. 4(7): 1024-1036.
21. Popova, M., Morgavi, D. P., Doreau, M., and Martin, C. (2011). Production de méthane et interactions
microbiennes dans le rumen INRA Prod. *Animal*. 24: 447-460.
22. St-Pierre, B., and Wright, A. D. G. (2012). Molecular analysis of methanogenic archaea in the forestomach of the alpaca (Vicugna pacos). *BMC microbiology*. 12: 1-10.

Presentation ID / Sunum No= 20

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0000-0002-6839-5366

Endüstriyel Kenevir ve Geleceği

Dr. Öğretim Üyesi Levent Yazici[1], Prof. Dr. Güngör Yılmaz[1]

[1], *Yozgat Bozok Üniversitesi,Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü E mail: levent.yazici@yobu.edu.tr*

Özet

Kenevir (*Cannabis sativa L.)* binlerce yıldır insanoğlu tarafından kullanılan bitkilerinden biridir. Kenevir, M.Ö. 9-10 bin yılından beri bilinmekte, 5-6 bin yıldan beri de yetiştirilmektedir. Günümüzde de dünyada en fazla ilgi çeken bitkilerden biri konumuna gelmiştir. Son yıllarda Avrupa Birliği, Amerika Birleşik Devletleri ve Kanada gibi ülkelerde gittikçe büyüyen ve ciddi bir ekonomik hacim oluşturan sektör haline gelmiştir. Kenevir, farklı kullanım alanlarına sahip olup, kökleri, sapları, lifleri, çiçekleri, tohumları, yaprakları, genel anlamda toplam biyokütlesi farklı sektörlerce değerlendirilmektedir. Bu sektörlerden bazıları tekstil, plastik, inşaat ve sağlık sektörü olup, lifleri tekstil, yaprak ve çiçekleri ilaç ve kozmetik endüstrisi, tohumları ise gıda ve yem başta olmak üzere çeşitli alanlarda kullanılabilmektedir. Ülkemizde kenevir konusuna son birkaç yıldır özel önem verilmesi sebebiyle konuya ilgi artmış, halen 20 ilde üretimine izin verilmekte olup, farklı bölgelerden de kenevir üretimine yönelik izin taleplerinin olduğu bilinmektedir. Kenevir yetiştiriciliği konusunda yeni ve güncel bilgilere ihtiyaç olup, konuyla ilgili bilimsel çalışmalar da yetersizdir. Bu bitkinin sektöre katkı sağlaması ve ekonomik olarak değere dönüştürülebilmesi için, daha kapsamlı güncel bilimsel çalışmalara fazlasıyla ihtiyaç duyulmaktadır. Bu makalede, kenevir bitkisinin tarımsal ve ekonomik değeri ortaya konularak, endüstriyel kenevir yaklaşımları ve gelecek projeksiyonları ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Cannabis sativa* L., Kenevir, Endüstriyel Kenevir, Kenevirin Kullanım Alanları, Bitkisel Özellikler,

Abstract

Hemp (*Cannabis sativa L.*) is one of the plants has been used by mankind for thousands of years. Hemp has been known for 9-10 thousand years and has been cultivated for 5-6 thousand years. Today, it has become one of the most interesting plants in the world. In recent years, it has become a growing sector in countries such as the European Union, the United States of America and Canada and creates a serious economic volume. Hemp has different uses and its roots, stems, fibers, flowers, seeds, leaves, and in general, its total biomass are evaluated by different sectors. Some of these sectors are textile, plastic, construction and health sector, their fibers can be used in textile, leaves and flowers in the pharmaceutical and cosmetics industry, and seeds can be used in various fields, especially in food and feed.

Due to the special importance given to the subject of cannabis in our country in the last few years, the interest in the subject has increased, it is still allowed to be produced in 20 provinces, and it is known that there are requests for permission for cannabis production from different regions. There is a need for new and up-to-date information on cannabis cultivation, and scientific studies on the subject are also insufficient. In order for this plant to contribute to the sector and convert it into economic value, more comprehensive current scientific studies are needed. In this article, the agricultural and economic value of the cannabis plant has been revealed, and industrial hemp approaches and future projections have been tried to be revealed.

Keywords: *Cannabis sativa* L., Hemp, Industrial Hemp, Uses of Hemp, Herbal Properties

1. GİRİŞ

Kenevir bitkisi *Urticales* takımı, *Cannabinaceae* familyasına ait *Cannabis* cinsi bir bitkidir. İnsanoğlunun çok eski zamanlardan beri yetiştiriciliğini yaptığı tek yıllık olan bu bitkinin anavatanı Orta Asya'dır. Kenevir bitkisi yabancı döllenen, 2n=20 kromozomlu, dioik (erkek ve dişi çiçekleri ayrı ayrı bitkilerde bulunan) veya monoik (erkek ve dişi çiçekleri aynı bitki üzerinde bulunduran) karakterdedir. Kenevir bitkisinin tür sayısı konusunda taksonomistler tarafından birçok farklı görüş belirtilmektedir. Bazı taksonomistler keneviri *Cannabis sativa* L. tek bir tür ve *Cannabis sativa subsp. sativa* L.ile *Cannabis sativa subsp. indica* Lam. alt türleri olarak bildirilmiştir (Small ve Cronquist, 1976:405). Diğer bazı taksonomistler keneviri *Cannabis sativa* L. ve *Cannabis indica* Lam. iki tür olarak belirlemiştir (Vavilov ve Bukinich, 1929:610). Bazı botanikçiler ise keneviri *Cannabis sativa* L., *Cannabis indica* Lam. ve *Cannabis ruderalis* J. olarak ayrı ayrı üç tür olarak belirlemişlerdir (Schultes ve ark., 1974:337).

Kenevir türleri morfolojik olarak birbirlerinden ayrılabilirler. *Cannabis sativa* L.türü narkotik potansiyeli düşük, yaprakları daha ince, lif ve tohum amaçlı çeşitlerin, *Cannabis indica* L. türleri ise narkotik potansiyeli yüksek, yaprakları geniş, medikal amaçlı çeşitlerin, *Cannabis rudealis* J. ise diğer türlere nazaran daha kısa boylu, ince yapılı yabani tür olan bitkilerdir.

Kenevir tarihte en fazla lifi, önemli oranda medikal amacıyla ve çok az olarak tohumu için yetiştirilmiştir. Arkeolojik kazılarda çömleklerin içerisinde M.Ö. 10000 yılına ait kenevir lifleri bulunmuştur. (Kung, 1959; Chang, 1968) Çinliler tarafından 8500 yıl önce bu bitkinin yabani türleri kullanılmış, en az 6000 yıldır da yetiştirilmektedir. (Schultes ve Hofmann 1980:21; Fleming ve Clarke 1998:80).

Kenevirin son yıllarda önemi ve kullanımı dünyada gittikçe yaygınlaşmaktadır. Türkiye ekonomisi için önemli olabilecek Endüstriyel kenevir (*Cannabis sativa* L.) bitkisinin saplarından lif, tohumundan yağ elde edilebilen ve diğer yan ürünleri ile ekonomik değeri yüksek olan bir bitkidir. Ülkemizde kendir veya çedene olarak da adlandırılmaktadır. Başta tarım olmak üzere, sanayi, ticaret ve istihdam yönüyle ülkemizin kalkınmasına önemli katkılar sağlayabilecek potansiyeli olan bir bitkidir.

Kenevir endüstriyel olarak çok farklı alanlarda kullanılmaktadır. Bu bitkinin lifleri tekstil plastik ve inşaat malzemesi, yaprak ve çiçekleri ilaç ve kozmetik endüstrisi, tohumu ise gıda ve yem sanayisi gibi farklı alanda kullanılabilmektedir. Tekstil sanayisinde alternatif olarak kullanılabilecek uzun dayanıklı ve kaliteli lifleri bulunmaktadır Kenevir tohumu insanlar ve hayvanlar tarafından tüketilmekte olup tohumlarından çıkarılan yağ insanlar tarafından direkt kullanılabileceği gibi kozmetik, sabun, vernik ve yağlı boya gibi birçok endüstride ham madde olarak değerlendirilmektedir. Yağ çıkarıldıktan sonra geriye kalan kenevir küspesi ise yüksek protein ve besin maddeleri içerdiği için büyük ve küçükbaş hayvan beslenmesinde iyi bir yem kaynağıdır. (Gül, 2008; Townshend ve Boleyn, 2010:85; Baldini ve ark., 2018).

Dünyada olduğu gibi bizim ülkemizde de endüstriyel kenevir bitkisinin ekim alanlarının yaygınlaştırılması ve tarıma kazandırılması planlanmaktadır. Dolayısıyla yeni bir ürünün ortaya çıkması ile bazı araştırmalara ihtiyaç duyulacaktır. Bu makalede, endüstriyel kenevir bitkisinin tarımsal ve ekonomik değeri ortaya konularak, önemi, kullanım alanları, endüstriyel kenevir yaklaşımları ve gelecek projeksiyonları belirlenmiştir.

2. DÜNYA'DA VE TÜRKİYE'DE KENEVİRİN EKİLİŞ VE ÜRETİM DURUMU

Dünya'da tohum ve lif üretim amacıyla çok farklı ekolojilere sahip bölgelerde, kenevir yetiştiriciliği yapılabilmektedir. FAO verilerine göre, dünyada 2019 yılı 25 ülkede kenevir lif amaçlı ekim alanı 69.342 ha, 21 ülkede kenevir lif üretimi ise 174.027 ton olarak gerçekleşmiştir. Kenevir lif amaçlı en fazla ekim alanı ve üretim Kuzey Kore ve Fransa'da yapılmıştır. Fransa dünya lif üretiminin %44'nü gerçekleştirmektedir. Kenevir tohum amaçlı ekim alanı 2017 yılında 12 ülkede 40.557 ha alanda, 259.111 ton üretim olarak gerçekleşmiştir. Fransa ve Çin dünya tohum ekim alanlarının %79'nu, tohum üretiminin ise %95'ni oluşturmaktadır. 2019 yılı 6 ülkede (Çin, Rusya, Şili, Ukrayna, İran, Türkiye ve Pakistan) tohum amaçlı ekim alanı 23.339 ha alanda, 79.730 ton olarak bildirilmiştir. UNODC tahminlerine göre 2008 yılında dünyada 200.000-641.800 ha alanda kenevir yetiştiriciliğinin yapıldığı, 2010-2019 yıllar arası ise doğrudan veya dolaylı olarak dünya nüfusunun %97 sini kapsayan 151 ülkede kenevir üretimi gerçekleşmiştir (UNODC, 2009; UNODC, 2021).

Çizelge 1. Dünya'da Tohum ve Lif Amaçlı Kenevir Ekim Alanı ve Üretim Durumu

Yıl	Ekim alanı (ha)		Üretim (ton)	
	Tohum	Lif	Tohum	Lif
2015	24.983	44.943	91.084	79.422
2016	36.291	42.204	159.595	70.173
2017	49.907	40.557	259.111	58.441
2018	27.694	59.743	110.691	194.880
2019	23.339	69.342	76.730	174.027

Kaynak (FAO, 2021)

Ülkemizde kenevir hemen her bölgede yetiştirilebilme potansiyeline sahip bir kültür bitkisidir. Karadeniz bölgemizde sulanmadan diğer bölgelerde ise sulanarak çok iyi bir şekilde tarımı yapılabilir. Türkiye' de 29 Eylül 2016 tarih ve 29842 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan kenevir yetiştiriciliği ve kontrolü hakkında yönetmelik ile kenevire bağlı uyuşturucu madde üretiminin engellenmesinin sağlanması için endüstriyel kenevir yetiştiriciliği yapılmasına izin verilen illerin tespiti, izinli ve izinsiz kenevir yetiştiriciliğinde yapılacak usul ve esaslar belirlenmiştir (Anonim, 2021). Yetiştirilme potansiyeli yüksek olan endüstriyel kenevir yetiştiriciliğine, ülkemizde halen 20 ilde izin verilmiştir. İzinli endüstriyel kenevir yetiştiriciliği; Amasya, Antalya, Bartın, Burdur, Çorum, İzmir, Karabük, Kastamonu, Kayseri, Kütahya, Malatya, Ordu, Rize, Samsun, Sinop, Tokat, Uşak, Yozgat, Zonguldak ve Sivas illerinde ve bu illerin bütün ilçelerinde yapılabilir. Türkiye'de kenevirin üretimi hiç bir zaman yasaklanmamış, yönetmelik çerçevesinde izin alınarak sap, lif ve tohumunu kullanılmasına müsaade edilmiştir. Henüz bitkinin diğer kısımlarının kullanılmasına ilişkin yetiştiricilik yapılamamaktadır.

Çizelge 2. Türkiye Endüstriyel Kenevir Tohum Üretimi

Yıl	Ekim Alanı (da)	Üretim (Tohum-ton)	Verim (kg/da)
2015	10	1	100
2016	25	1	50
2017	24	1	42
2018	59	3	51
2019	536	20	30
2020	4252	273	61

Kaynak (TUİK, 2021).

Ülkemizde tohum amaçlı kenevir üretimi 2020 yılında 4252 da alanda gerçekleşmiş olup, en fazla ekim ve üretim Samsun ve Amasya illerinde gerçekleşmiştir. Samsun'da 2633 da alanda 161 ton, Amasya ilimizde ise 1433 da alanda 99 ton tohum üretimi yapılmıştır.

Çizelge 3. Türkiye Endüstriyel Kenevir Lif Üretimi

Türkiye	Ekiliş (da)	Üretim (Lif-ton)	Verim (kg/da)
2015	10	1	100
2016	45	7	156
2017	46	7	152
2018	55	7	127
2019	160	19	114
2020	101	9	109

Kaynak (TUİK, 2021).

Ülkemizde lif amaçlı kenevir üretimi 2019 yılında 160 da, 2020 yılında ise biraz azalarak 101 da alanda yapılmıştır. En fazla ekim 2020 yılında Bartın (49 da), Burdur (16 da), Kastamonu (16 da) ve Samsun (14 da) illerinde gerçekleşmiştir.

3. ENDÜSTRİYEL KENEVİR TOHUMU VE KULLANIM ALANLARI

Kenevir tohumları açık kahverengi-yeşilimsi renkte benekli olup, elips şeklindedir. Sert kabuklu olan tohum yumurtalığın içerisinde, pürüssüz, 2-6 mm uzunluğundadır. Yumurtalıktan bir tek tohum elde edilir. Tohumun 1000 tane ağırlığı çeşitlere göre 10-30 g arasında değişmektedir. Ülkemizde kenevir tohumları uzun yıllardan beri çerez olarak çedene adıyla kullanılmaktadır. Kenevir tohumu, besin değerlerinin yüksek ve besleyici olması nedeniyle iyi bir gıda kaynağıdır. Kenevir tohumu işlenerek yağ, un, protein tozu gibi kullanılabileceği gibi besinsel lifler bakımından zengin olması nedeniyle, öğütülmüş veya çerez olarak da kullanımı söz konusudur. Kenevir esaslı çok çeşitli ürünler gıda sektöründe yer almaktadır. Makarna, kek, bisküvi, ekmek, sandviç, çeşitli pastalar bunlardan bazılarıdır. Bu mamullerde kenevir katkılı un veya kenevir yağının kullanımı, o ürünlerin besleme değerlerini arttırmakta ve ayrı bir lezzete dönüşerek, diğerlerine göre rekabet üstünlüğü sağlayabilmektedir. Ayrıca kenevir tohumu proteinleri içerisinde gluten bulunmaması nedeniyle çölyak hastalarına yönelik kenevir tohumu unu ilaveli fonksiyonel yeni ürünler geliştirilmesine olanak sağlamaktadır.

Kenevir tohumlarında yaklaşık %25-35 yağ, sindirimi kolay ve esansiyel aminoasitlerince zengin %20-25 protein, %30 karbonhidrat, %10-15 diyet lifi, bazı vitamin ve minareller bulunmaktadır. Genetik ve çevresel faktörlere bağlı olarak kenevir tohumu yağı yaklaşık %90'ı doymamış yağlardan oluşmaktadır. Toplam yağ asitlerinin %50-70 linoleik (Omega 6), %15-25 linolenik (Omega 3), %10-16 oleik, %6-9 palmitik, %2-3 stearik asitlerden oluşmaktadır (Leizer ve ark., 2000, Deferne ve Pate,1996).

Kenevirin yağı alındıktan sonra geri kalan küspesi oldukça değerli bir yem kaynağı olarak hayvan beslemede ve çeşitli rasyonlarda yer alabilecek niteliktedir. Bu konuda son yıllarda özellikle kanatlı besleme ve balık yemlerinde kenevir küspesinin çeşitli yönlerden üstünlükleri bildirilmektedir. Kenevir tohumlarının yağı alındıktan sonra da küspesinde bir miktar yağ kalabilmektedir. O yüzden bu yemin protein ve karbonhidrat içeriğine ilaveten, enerji değeri de yüksektir. Kenevire dayalı özellikle tohumlarından soğuk yöntemlerle yağ ekstraksiyonu yapılması yaygınlaştıkça, yem sektörü için de bir kaynak oluşmaktadır. Ayrıca bu tip yemlerin ev hayvanları (kedi, köpek vb.) içinde kullanıldığı bilinmektedir. Kenevir esaslı küspenin de ekonomiye dönüşme potansiyeli bulunmaktadır.

4. ENDÜSTRİYEL KENEVİR LİFİ VE KULLANIM ALANLARI

Endüstriyel kenevir dik büyüyen tek yıllık bir bitkidir. Bitkinin yetiştiği iklim, toprak koşulları ve bitkinin çeşidine bağlı olarak 1-6 metreye kadar boylanabilen, sert bir bitki sapına sahiptir (Raman, 1998). Kenevirden elde edilen önemli ürünlerden birisi de lifleridir. Kenevir lifi bitkinin saplarından elde edilir. Kenevir erkek bitkileri, dişi bitkilere göre çabuk olgunlaşır. Lif amaçlı üretim yapılmış ise, erkek kenevir bitkileri çiçek açmadan hemen önce hasat edilir (Dhondt ve Muthu, 2021). Çiçek dönemi bittikten sonra lif kalitesi düşer. Kenevir lifleri hücre duvarlarının yapısı genel anlamda selülozdur. Bunun yanında hemiselüloz, pentozan, pektin ve lignin de bulunmaktadır (İncekara, 1963). Kenevirde %74 selüloz, %18 hemiselüloz, %4 lignin ve %1 pektin bulunmaktadır (Gedik ve ark., 2010). Lifler, iplik, tekstil, çeşitli dokuma ürünleri, ev tekstil ürünleri, çeşitli ambalaj materyalleri vb. oldukça farklı alanlarda kullanılabilmektedir. Kenevirin lif randımanı %18-25 arasında değişmekte, lifin elastikiyeti az, kopma dayanıklığı yüksektir. Kenevir lifinin önemli özelliklerinden biri kendi ağırlığının %30 kadar suyu bünyesinde tutarak, neme karşı dayaklı olmasıdır. (Kolsarıcı, 2019). Bu nedenle balık ağlarının yapımı ve ambalaj malzemesi üretimi için dayanıklı ve uygun bir hammaddedir. Ev tekstil ürünleri kapsamında iş elbiseleri, çeşitli önlükler, zemin örtü veya döşemelikleri, çeşitli süs eşyaları ,halı, kilim, yolluk, perde, masa örtüleri gibi birçok üründe kullanılmaktadır (Clarke, 2010).

Sağlamlığı nedeniyle özel amaçlar için kullanılan teknik tekstil ürünleri gemi halatları, güçlü yelken ve çadır bezleri, çanta, ayakkabı ve şapka yapımında, sızdırmazlık amaçlı kullanılan zeminler için geliştirilecek bina veya baraj, gölet, havuz gibi çeşitli filtre ve yalıtım malzemeleri gibi çok farklı ürünler üretimi için değerlendirilmektedir.

Kenevir lifi katkılı kumaşların üretilmesi, doğal veya yarı doğal ürünlerin imalatı ve daha kolay pazar bulmaları anlamına gelmektedir (Dhondt, 2020). Tüm dünyada kenevir lifi esaslı ürünlere bir talep oluşmakta ve gittikçe pazar payı artmaktadır. Kenevir liflerinin hava geçirgenliği sentetiklerden daha iyidir. Bunun yanında higroskopik özelliğe sahip olup, nemi alma ve verme işlemi hızlı gerçekleşmektedir. Bu lifler, elektrik yüklenme veya alerjik etkiler gösterme gibi istenmeyen özellikler de göstermezler. Ayrıca kenevir giysilerinin serinlik hissi verme ve bazı toksik gaz ve ışınları absorbe etme özellikleri vardır (Amaducci ve ark., 2005).

Kenevir liflerinden yüksek mukavemette kağıtlar ve ağartılması kolay hamurlar üretilebilmektedir. Elde edilen kağıtların kopma uzunlukları ve patlama mukavemeti yüksektir (Tutuş ve ark., 2021). Kağıt sektörü başlı başına önemli bir sektördür. Dışa bağımlı olduğumuz bir sektör olduğu için bu bitkinin yerli ve alternatif bir kaynak oluşturabilme potansiyeli bulunmaktadır. Günümüzde kenevir üretiminin yeterince yapılmaması, sektörün talebini karşılayamamakta ve bu ürüne dayalı işleme sektörünü de olumsuz etkilemektedir. Kağıt sektörünü kenevir selülozundan da istifade eder hale dönüştürmek gerekmektedir. Kenevir selülozun kullanıldığı kağıt, mürekkep, boya, yapıştırıcı, kontrplak ve seramik üretiminde hammadde olarak değerlendirilebilir.

Kenevirin gerek lifi gerekse liflerin sıyrılmasından geriye kalan kırtıkların kullanılabileceği bir sektör de inşaat ve yalıtım malzemeleri sektörüdür. Biriket, tuğla, çeşitli iç ve dış izolasyon malzemelerinin kenevir esaslı üretilmesi trendi dünyada artmaktadır. Türkiye bundan istifade etmelidir. Ses ve ısı iletimi izolasyonlarına ilaveten hijyenik, antimikrobiyal ürünlerin bu bitkiden elde edilebilmesi, rekabet ve pazar bulma açısından son derece avantajlıdır.

Kenevir lifleri veya kırtıklarından çimento ve kireç gibi hidrolik bağlayıcılarla kaynaşması sonucu kenevir betonu denen bir malzeme elde edilebilmektedir. Kenevirin betona katkı olarak kullanılması veya kenevir betonu dünyada son 20 yıldır yaygınlaşmakta olan doğal bir yapı malzemesidir.

Kenevirden elde edilen çeşitli organik levhalar da dahil olmak üzere, kenevir esaslı butik organik nitelikli evlerin yapılması mümkündür. Özellikle turistik bölgelerde, yayla evleri ve özel kamp mekanları yapımında tercih edilebilecek malzemelerin üretiminde kenevir kullanılabilmektedir.

5. KENEVİRİN MEDİKAL KULLANIM ALANLARI

Kenevirin sapı ve tohumu dışında, kullanılan başka değerli bitki kısımları yaprakları, çiçekleri ve kökleridir. Bitkinin kökü, kazık köklü bir yapıya sahip olup, birincil kökler toprağın 2-2,5 metre, yan kökler ise 60-80 cm derinliğe kadar inmektedir (Bocsa ve Karus 1998). Kenevir yapraklarının kenarları

dişli, damarlı, yeşil renkli ve 3-11 yaprakçıktan oluşmaktadır. Yaprakçıklar dar, diktörgen mızrak şeklinde 3-20 cm uzunluğunda, 1-5 cm genişliğindedir. Kenevirde erkek ve dişi çiçekler genel olarak ayrı ayrı bitkilerde bulunmakta yani dioik karakterdedir. Erkek ve dişi çiçekler aynı bitkide bulunan monoik karakterli çeşitlerde geliştirilmiştir.

Kenevirin yaprak ve çiçeklerinde kannabinoidler bulunmaktadır. Kimyasal bileşenleri arasında kannabinoidlerin yanısıra terpen ve fenolikler de mevcuttur. Kenevirden 565 farklı kimyasal bileşen izole edilmiştir (Chandra ve ark., 2017). Bunlardan bilimsel araştırmalara konu olan en fazla psikoaktif olmayan CBD (kannabidol) ve psikoaktif olan THC (tetrahidrokannabinol)'dir. Kenevirden elde edilen bu etken maddeler ilaç sanayisi için önemli hammadde kaynağıdır. Günümüzde kenevirin en karlı sektörlerinden birisi ilaç sektörüdür. Kenevir esaslı ilaç sektörü dünyada hızlı bir gelişme göstermektedir. Epilepsi, MS, Aids, Çocuk felci, hatta kanserle ilişkili kemoterapi sonrası takviye ilaçlar gibi alanlarda kenevir ekstraktlarından yararlanılarak geliştirilen ve ticarileşen ilaçlar bulunmaktadır (Kalant, 2001).

Etken maddelerin katma değerinin en fazla olduğu ürünler ilaç sanayinde CBD içerikli ilaçlardır (Grinspoon, 2007). Bu konuda bizim ülkemizin büyük bir potansiyeli olmakla birlikte, halen yasal bazı kısıtlarımız bulunmaktadır. Ülkemizde kenevir sap ve tohumu dışında henüz mevzuat gereği diğer bitki kısımları için yetiştiricilik yapılamamaktadır. İlaç sektörüne uygun kenevir genotiplerinin kontrollü sera ortamlarında üretilmesi hususunda mevzuat iyileştirmeye ihtiyacımız bulunmaktadır. Bu sektör devreye girdiğinde kenevirin tüm yeşil aksamı da ekonomiye dönüşecektir.

Bunlara ilaveten kenevir ekstraktlarının yer aldığı sağlık destek ürünleri de bir diğer karlı, tercih edilen ve pazar payı yüksek olan sektörlerdendir. Sağlık destek gıda takviye ürünlerinin son yıllarda geliştiği söylenebilir. Kenevir üretiminin yasak olduğuna vurgu yapan ve BM mensubu çeşitli ülkeler, bir taraftan başka ülkelere yasak baskısı yapmakta diğer taraftan ilaç geliştirme ve ticarileştirme dahil, medikal kenevir alanında ciddi mesafeler aldığı görülmektedir. Bu yüzden ülkemizin de bu alanda yeni bazı hamleler yapması gerekmektedir. Özellikle kontrol mekanizmasını da içeren, bir yasal düzenleme ile bu alandaki çalışmaların önü açılmalıdır.

Diğer taraftan soğuk içecekler sektöründe de kenevirin yerini almaya başlamıştır. Soğuk içeceklerin içine kenevir yapraklarından elde edilen ekstrakt katılarak zenginleştirilmektedir. Bu şekildeki ürünlerin son yıllarda dünyada artış ve çeşitlilik gösterdiği dikkat çekmektedir.

Kenevirin ekonomiye dönüşümünde bir diğer alan kozmetik sektörü olup, kenevirin köklerinden tohumlarının yağına kadar tüm kısımlarının kullanılabileceği bir sektördür. Katma değeri yüksek ürünlerin yanında kenevirin maksimum düzeyde değerlendirilmesine de fırsat veren bir sektördür. Sürekli büyüyen, dış pazar şansı olan ve rekabette tercih edilebilirlik özelliklerine sahip ürünlerin oluşacağı bir sektör olup, kenevir ekonomisine ciddi katkı sağlayabilecek potansiyele sahiptir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Endüstriyel kenevir, narkotik özelliği olmayan, psikoaktif bir madde olan THC oranı % 0.2-0.3'ün altında (bazı ülkelerde % 0.2-0.6) olan, daha çok lif, tekstil, selüloz, enerji, inşaat, kozmetik veya gıda sektöründe kullanılan özelliklere sahip kenevir türünden geliştirilen çeşitler için kullanılan bir kavramdır. Endüstriyel amaçlı kenevir üretimi ve kullanımı dünyada artış göstermekte olup, dünyadaki gelişmelerden etkilenen ülkemizde de kenevir alanında son beş yıl içinde önemli gelişmeler görülmektedir. Dünyada kenevir esaslı birçok sektörde olduğu gibi medikal kenevir alanında hızlı gelişmeler dikkat çekmekte, özellikle ilaç sektöründe ciddi büyümeler oluşmaktadır.

Türkiye'de kenevir alanında yeni ve beklenen gelişmelerin olması için bazı yasal düzenlemeler yapılara uyuşturucular yasasındaki ilgili maddelerin güncellenmesi gerekmektedir. ABD ve AB ülkelerinde kenevir üretimi, kullanımı ve ticareti alanında ciddi serbestlikler oluşturulmuştur. Birçok ülkede Uyuşturucu Maddeler Kanunu'nda değişiklik yapılmış ve kenevir yetiştiriciliği ve kullanımı kolaylaştırılmıştır. Türkiye'de üretimi yapılan en önemli ilaç hammaddesi olan haşhaş, kenevir için de örnek ve model alınarak üretimi planlanabilecek bir bitkidir. Haşhaşın kontrollü üretimine dair oluşan tecrübeden kenevir üretiminde yararlanılmalıdır. Kenevir kontrollü bir şekilde yetiştirilmeli ve bu bitkinin tıbbî yönünden de faydalanılmalı, ülkemiz de bu sektörden pay alabilmelidir. Diğer taraftan dünya çapında 2019 yılı 15-64 yaş arası nüfusun %2.8-5.1'i yani ortalama 200 milyon insanın esrar kullandığı unutulmamalıdır (UNODC, 2021).

Ülkemizde halen kenevir yetiştiriciliğinin fazla miktarda yapılmaması ve kenevire bağlı sanayi sektörünün bu konuda henüz net adımlar atmamasından dolayı bu ürünlerin pazar değerleri hakkında net bir şey söylemek mümkün değildir. Ancak önümüzdeki yıllarda bu ürünlere talep oluştukça, hem kenevir yetiştiriciliğinin hem de kenevir esaslı ürünlerin tercih edilebilirliği artacaktır.

7. KAYNAKLAR

Anonim, 2021. T.C. Resmi Gazete. www.resmigazete.gov.tr, (05.12.2021).

Amaducci, S., Pelatti, F., Bonatti, P.M., 2005. Fibre Development in Hemp (Cannabis sativa L.) as Affected by Agrotechnique. Journal of Industrial Hemp, Vol. 10(1), 35-48.

Baldini, M., Ferfuia, C., Piani, B., Sepulcri, A., Dorigo, G., Zuliani, F., Danuso, F. and Cattivello, C., 2018. The performance and potentiality of monoecious hemp (Cannabis sativa L.) cultivars as a multipurpose crop. Agronomy 8, 162. https://doi.org/10.

Bosca I., Karus, M., (1998) The cultivation of hemp: botany, varieties, cultivation and harvesting. HEMP TECH, Sebastopol.

Chandra, S., Lata, H.,El Sohly, M.A., 2017. Cannabis sativa L. Botany and Biotechnology ISBN 978-3-319-54563-9 ISBN 978-3-319-54564-6 (eBook) DOI 10.1007/978-3-319-54564 6.

Clarke, R.C.. 2010. Traditional Fiber Hemp (Cannabis) Production, Processing, Yarn Making, and Weaving Strategies, Functional Constraints and Regional Responses. Part 1. Journal of Natural Fibers, 7:118–153.

Deferne JL., Pate DW., 1996. Hemp seed oil: A source of valuable essential fattyacids. Journal of the International Hemp Association 3(1): 1, 4-7.

Dhondt, F., 2020. The Future of Hemp Fibres Under Changing Climate Conditions. : Thesis, https://www.researchgate.net/publication/343206322.

Dhondt, F., Muthu, S.S., 2021. Hemp and Sustainability. Sustainable Textiles: Production, Processing, Manufacturing & Chemistry ISSN 2662-7108 ISSN 2662-7116 (electronic) ISBN 978-981-16-3333-1 ISBN 978-981-16-3334-8 (eBook) https://doi.org/10.1007/978-981-16-3334-8

Gedik, G., Avinç, O.O., Yavaş, A. (2010). Kenevir lifinin özellikleri ve tekstil endüstrisinde kullanımıyla sağladığı avantajlar. Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi 4(3): 39-48.

Gül, V., 2008, Karadeniz bölgesindeki bazı kenevir tohumlarının fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi, Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Yüksek lisans Tezi.

FAO, 2021. Food and Agriculture Organization of the United Nations. https://www.fao.org/faostat/en/#home (05.12.2021).

Fleming, M. P. ve R. C. Clarke 1998. Physical evidence for the antiquity of Cannabis sativa L. (Cannabaceae). Journal of the International Hemp Association 5(2): 80-92.

Grinspoon , l. 2007. On the future of cannabis as medicine. Cannabinoids 2007;2(2):13-15.

İncekara, F., 1963. Endüstri Bitkileri ve Islahı. Ege Üniversitesi Matbaası, İzmir.

Kalant, H. MD., 2001. Medicinal use of cannabis: History and current status. Pain Res Manage Vol 6 No 2 Summer. 80-91.

Kolsarıcı, 2019. Kenevir Bitkisinin Kullanım Alanları, Tarımı ve Değerlendirilmesi. İstanbul Aydın Üniversitesi Endüstriyel Kenevir Forumu I-II, (Editör; Prof. Dr. Şükrü KARATAŞ).

Leizer, C., Ribnicky, D., Poulev, A., Dushenkov, S., Raskin, I., 2000. The Composition of Hemp Seed Oil and Its Potential as an Important Source of Nutrition Article in Journal of Nutraceuticals Functional & Medical Foods · December 2000 DOI: 10.1300/J133v02n04_04 .

Raman, 1998). Cannabis: the genus Cannabis.—(Medicinal and aromatic plants: industrial profiles).

Schultes RE, Klein WM, Plowman T, Lockwood TE (1974) Cannabis: an example of taxonomic neglect. Harvard University Botanical Museum Leaflets 23:337–367.

Schuhes, R.E., A. Hofmann, A., 1980. The Botany and Chemistry of Hallucinogens, Charles C. Thomas, Springfield, Illinois, p. 21.

Small, E. and Cronquist, A., 1976. A Practical and Natural Taxonomy for Cannabis, Taxon, 25, (4), 405-435.

TUİK, 2021. Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara. http://www.tuik.gov.tr/ (05.12.2021).

Townshend, J. M., ve Boleyn, J.M., 2010. Plant density effect on oil seed yield and quality of industrial hemp cv. Fasamo in Canterbury. Agronomy Society of New Zealand Special Publication No. l3 / Grassland Research and Practice Series No. 14.

Tutuş, A., Çiçekler, M., Yemşen, B., Bilgiç Kara, S., Sözbir, T., 2021. Kenevir (Cannabis sativa L.) saplarından kağıt hamuru ve kağıt üretiminin araştırılması. Turkish Journal of Forestry, 22(3): 311-317. DOI: 10.18182/tjf.958584.

UNODC (2009) Recommended methods for the identification and analysis of Cannabis and Cannabis products (Manual). United Nations, New York.

UNODC, 2021. Drug market trends: Cannabis Opioids, World Drug Report 2021 (United Nations publication).

Vavilov, N. J., Bukinich, D. D,, 1929. Agricultural Afghanistan. (Bull. appl. Bot. Leningrad 1929. Suppl. 33, 610 s.; 318 Textfig., 6 Karten.) Russ. m. engl. Zusfassg.

Presentation ID / Sunum No= 98

Poster Sunum

ORCID ID:

Effect of Feeding Glucose Solution On Growth Performance, Health Condition, and Blood Metabolites of Ghezel Male Suckling Lambs

Prof.Dr. Marziyeh Ebrahimi[1], Prof. Dr. Davoud Kianifard[1], Prof. Dr. Akbar Taghizadeh[1]

[1]*Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran*
[2] *Department of Basic Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, University of Tabriz, Iran*
[1] *Corresponding author: Marziyeh Ebrahimi.*

Abstract

The present experiment was conducted to investigate the effects of feeding glucose solution on growth performance, health status, and blood parameters of suckling Ghezel lambs. In this experiment, 20 suckling lambs were randomly assigned to each of the two treatments included: (i) daily receiving of 50 ml of warm water and (ii) Daily receiving the 50 ml of 20% glucose solution. The duration of the experiment was 40 days. During the experiment, lambs were weekly weighed and daily weight gain was reported. Also, withers height, hip height, abdomen circumference, chest circumference, and body length were recorded weekly. Daily recordings during the eperiment included starter feed intake, rectal temperature, and respiration rate). furthermore, blood samples were collected to evaluate glucose, cholesterol, triglyceride, protein, urea, and insulin concentrations. Based on the results, glucose treatment significantly increased daily weight gain, croup height and body length ($P < 0.05$). Also, glucose and insulin concentrations were significantly increased in the glucose group ($P < 0.05$). Regarding the results of this study, glucose treatment caused an improvement in weight indices, while it did not adversely affect the health of lambs.

Keywords: Blood Metabolites, Glucose, Insulin, Suckling Lambs, Weight Gain.

Introduction

The rumen is an open and ideal environment for keeping a stable microbial population. However, it can be improved by promoting the ecosystem and increasing of the efficiency food fermentation (Bello and Escobar, 1997). Soltani et al. (2017) reported that adding sodium butyrate in the starter of pre-weaning lambs increased feed intake and weaning weight. Also, Cavini et al. (2015) by adding sodium butyrate in the starter of suckling lambs reported higher dry matter intake, average daily weight gain, carcass weight, dressing percentage, and tended to have higher rumen papillae length, but lower reticulum-rumen weight. Glucose consumption in suckling lambs may develop growth directly (by inducing insulin and GH secretion) and/or indirectly by inducing production of propionic acid and butyric acid in the rumen (Church, 1988; Hall, 2010; Akers and Denbow, 2013). Therefore, the aim of

this project was to investigate the effect of glucose solution nutrition on growth performance and blood parameters in suckling lambs.

Materials and Methods

For this purpose, 20 suckling lambs were selected by the average age of one month and all suckling lambs information including birth weight, birth date, maternal number, and birth type were accurately recorded. Then, lambs were assigned to two treatments with the same average age and weight as follows: (i) daily receiving 50 ml of warm water and (ii) daily receiving 50 ml of warm water of 20% glucose solution. The duration of the experiment was 40 days. From the beginning of the experiment, the lambs had free access to starter diet and water. The amount 15 percent of the alfalfa was eaten and was similar in both groups. Starter diet was formulized based on NRC 2007 for energy, protein, and minerals. Feed intake was recorded daily and body weight, withers height, croup height, heart girth, abdomen circumference and body length were also measured weekly.

Blood samples were taken on the day zero (at the start of the experiment) and every two weeks. Serum samples were separated and stored at -20 °C. Serum glucose, β-Hydroxy butyrate (BHA), cholesterol, triglyceride (TG), total protein, and urea concentrations were measured by enzyme-calorimetric method and with biochemistry kit using auto-analyzer (Alyson 300, England). Serum insulin concentration was measured by Monobind kit (USA) using ELISA Reader.

Statistical analysis was carried out by PROC MIXED (SAS 9.2). Results are presented as least-squares means ± SEM.

Results and discussion

Based on the results, the impact of glucose treatment on body weight, daily feed intake, abdomen circumference, heart girth, and withers height was not significant ($P > 0.05$), (Table 1). However, the impact of glucose treatment was significant on daily weight gain, croup height, and body length ($P < 0.05$) and the highest amount was observed in glucose treatment group (Table 1). Also, the effect of time was significant in body weight, daily feed intake, daily weight gain, abdomen circumference, heart girth, croup height, body length, and withers height ($P < 0.01$), (Table 1). The interaction effect of treatment by time was significant on body weight, daily weight gain, and withers height ($P < 0.05$), (Table 1). Results of the present experiment indicated significant effect of glucose treatment on serum insulin and glucose concentration ($P < 0.05$) and the highest amount was observed in glucose treatment group (Table 1). On the other hand, glucose treatment had no significant impact on serum concentrations of β-Hydroxy butyrate, triglyceride, cholesterol, urea, and total protein ($P > 0.05$), (Table 1). Also, the effect of time was significant on insulin, β-Hydroxy butyrate, triglyceride, cholesterol, urea, and total protein ($P < 0.05$), (Table 1). The interaction effect of treatment by time was significant on triglyceride concentration ($P < 0.05$), while insignificant in other serum parameters ($P > 0.05$), (Table 1).

In a similar study, Górka *et al.* (2009) by adding sodium butyrate in milk replacer and starter diet of neonatal calves reported higher growth rate, relative reticulorumen weight larger rumen papillae length and width and higher plasma glucagon-like peptide-2. Soltani *et al.* (2017) reported that the addition of sodium butyrate supplementation in the starter of suckling lambs led to increased weight gain and more feed intake in the group receiving sodium butyrate compared with other groups. Also, Cavini *et al.* (2015) by addition of 3.6 g sodium butyrate in dry matter of concentrate during suckling period reported higher feed consumption, daily weight gain, carcass weight, carcass yield, rumen papilla length, and ruminal weight only during suckling period. Moreover, other studies reported positive effects of sodium butyrate on growth, immune responses, weight gain, rumen development, and decreased diarrhea prevalence in suckling calves (Górka *et al.*, 2014). In contrast with the present results, Guilloteau et al. (2010) indicated that sodium butyrate supplementation in suckling calves had no effect on pancreatic secretion. However, Cowett *et al.* (1998) showed that glucose infusion (8.5 mg / kg BW per min) increased plasma glucose in newborn lambs with an average age of 5 days. **G** Insulin is an anabolic hormone that plays an important role in the production of protein, fat and growth, and its secretion is affected by the presence of glucose, as well as amino acids and volatile fatty acids (Qaid and

Abdelrahman, 2016). One of the mechanisms of action of glucose on growth is by producing volatile fatty acids in the rumen, as which volatile fatty acids (butyric acid or propionic acid) may improve growth of lambs in the present experiment (similar to the mentioned studies used sodium butyrate). Also, higher serum insulin and glucose contents are the second mechanisms by which glucose treatment may improve growth of lambs.

Table 1. Effects of feeding glucose solution on body weight, daily weight gain, biometrical parameters, and blood parameters in suckling Ghezel lambs.

Traits	Control	Glucose treatment	SEM	P-Value		
				Treatment	Time	Treatment×Time
Body weight (kg)	14.15	14.64	0.24	0.16	< 0.01	0.03
Daily weight gain (g)	194.68 [b]	233.81 [a]	9.19	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Daily feed intake (g)	261.03	262.95	5.38	0.80	< 0.01	0.99
Biometrical parameters						
Abdomen circumference (cm)	71.39	71.79	0.96	0.78	< 0.01	0.31
Heart girth (cm)	63.00	63.16	0.58	0.84	< 0.01	0.27
Withers height (cm)	57.46 [b]	58.29 [a]	0.33	0.10	< 0.01	0.02
Croup height (cm)	58.08 [b]	59.22 [a]	0.35	0.04	< 0.01	0.22
Body length (cm)	42.35 [b]	43.56 [a]	0.33	0.02	< 0.01	0.21
Blood parameters						
Insulin (ng/ml)	0.200 [b]	0.337 [a]	0.03	0.02	< 0.01	0.04
Glucose (mg/dl)	85.13 [b]	94.70 [a]	2.53	0.02	0.72	0.13
β-Hydroxy butyrate (µmol/l)	0.32	0.28	0.02	0.17	0.04	0.92
Triglyceride (mg/dl)	38.26	42.65	2.48	0.28	< 0.01	0.03
Cholesterol (mg/dl)	93.74	87.05	7.08	0.52	< 0.01	0.68
Urea (mg/dl)	40.86	39.43	2.28	0.28	< 0.01	0.89
Total protein (g/dl)	6.23	6.32	0.09	0.51	< 0.01	0.48

SEM: standard error of the means. a,b Different superscripts within the same line means significant differences (P<0.05).

Conclusions

The overall results indicated that glucose treatment improved lambs' growth (higher daily weight gain, croup height and body length) and serum glucose and insulin concentrations.

References

Akers, R.M., Denbow, D.M., 2013. *Anatomy and physiology of domestic animals*. John Wiley & Sons.

Bello, M.D., Escobar, A., 1997. Rumen manipulation for the improved utilization of tropical forages. Animal Feed Science and Technology 69, 91-102.

Cavini, S., Iraira, S., Siurana, A., Foskolos, A., Ferret, A., Calsamiglia, S., 2015. Effect of sodium butyrate administered in the concentrate on rumen development and productive performance of

lambs in intensive production system during the suckling and the fattening periods. *Small Ruminant Research* 123, 212-7.

Church, D.C., 1988. *The ruminant animal: Digestive physiology and nutrition*. Waveland Press Inc Illinois.

Cowett, R.M., Rapoza, R.E. and Gelardi, N.L., 1998. The contribution of glucose to neonatal glucose homeostasis in the lamb. Metabolism 47(10), 1239-1244.

Gorka, P., Kowalski, Z., Pietrzak, P., Kotunia, A., Kiljanczyk, R., Flaga, J., Holst, J., Guilloteau, P. and Zabielski, R., 2009. Effect of sodium butyrate supplementation in milk replacer and starter diet on rumen development in calves. Development 4, 10-11.

Górka P, Pietrzak P, Kotunia A, Zabielski R, Kowalski ZM, 2014. Effect of method of delivery of sodium butyrate on maturation of the small intestine in newborn calves. Journal of Dairy Science 97(2), 1026-1035.

Guilloteau P, Savary G, Jaguelin-Peyrault Y, Rome V, Le Normand L, Zabielski R, 2010. Dietary sodium butyrate supplementation increases digestibility and pancreatic secretion in young milk-fed calves. Journal of Dairy Science, 93(12), 5842-5850.

Hall, J.E., 2010. *Guyton and Hall textbook of medical physiology e-Book.* Elsevier Health Sciences.

National Research Council (US). Committee on Nutrient Requirements of Small Ruminants, National Research Council, Committee on the Nutrient Requirements of Small Ruminants, Board on Agriculture, Division on Earth and Life Studies, 2007. Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids.2007.

Qaid, M.M., Abdelrahman, M.M., 2016. Role of insulin and other related hormones in energy metabolism—A review. Cogent. Food. Agric. 2, 1267691.

SAS Institute Inc. (2008). SAS/STAT User's Guide, Version 9.2. Cary, NC: SAS Institute Inc.

Soltani, M., Kazemi-Bonchenari, M., Khaltabadi-Farahani, A., Afsarian, O., 2017. Interaction of forage provision (alfalfa hay) and sodium butyrate supplementation on performance, structural growth, blood metabolites and rumen fermentation characteristics of lambs during pre-weaning period. Anim. Feed Sci. Technol. 230, 77-86.

Presentation ID / Sunum No=

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID:

PFn Halkaları Üzerine

Doç. Dr. Necat Görentaş

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi ,Fen Fakültesi,Matematik Bölümü
ngortas@yahoo.com

Özet

D(komutataif) tamlık bölgesi olmak üzere n=2,3,4,…için

PFn={D tamlık bölgesi $|M_D(D^n)=PE_D(D^n,\mathcal{P})$ } sınıfının kısmi bir karekterizasyonunu elde etmek için $M_D(D^n)=PE_D(D^n,\mathcal{P})$ eşitliğinin mümkün olduğu durumlar araştırılacak ve $PF_2 \subseteq PF_n$ bağıntısının doğru olup olmadığı n=3 için incelenecektir.

Anahtar Kelimeler:Yakın Halkalar, Kısmi Endomorfizma, Örtü

On PFn Rings

Abstrat

In this study,when we taken D as a commutative integral domain ,for n=2,3,..to obtain a partical characterization of the class PF_n={D İntegral domain | $M_D(D_n)=PE_D(D_n,\wp)$} class,cases where the equality $M_D(D^2)=PE_D(D^2, \wp)$ is possible will be investigated.

(Makson 1990) is olso asked whether the relation PF_2□PF_n is correct for n=2,3,,..olso investigate whather this relation is ture if n=3.

Keywords: Near ring, piecewise endomorphism,cover

GİRİŞ

R birimli bir halka ve G bir üniter sağ R-modül ise fonksiyon toplama ve fonksiyon bileşke işlemleri altında $M_R(G)=\{f:G\to G|f(ar)=f(a)r,r\in R,a\in G\}$ kümesi birimli sıfır simetrik bir yakın halkadır. Buna (R,G) çifti ile belirlenen homojen fonksiyonlar yakın halkası denir.

$S=End_R(G)$ ve $\mathcal{C}=\{ C_\alpha |\alpha\in A\}$,G nin bir alt modüller ailesi olsun. Eğer

i) $\cup \mathcal{C}=U_{\alpha\in A}C_\alpha = G$ ii) Her $s \in S$ ve $C_\alpha\in \mathcal{C}$ için $s(C_\alpha)\subseteq C$□

olacak biçimde bir □∈A vardır.Şartları sağlanıyorsa $\mathcal{C}$ ye G nin bir örtüsü denir.G nin her $\mathcal{C}$ örtüsü $M_R(G)$ nin

$N=PE_R(G, \mathcal{C})=\{f\in M_R(G)|\forall\alpha \in A$ için $f|_{C_\alpha}$,bir $s \in S$ ye genişler} ile gösterilen bir alt yakın halkasına, G,R-modülünün $\mathcal{C}$ örtüsünce belirlenen kısmi endomorfizmalar yakın halkası denir. Kısmi

endomorfizma yakın halkaları (Maxson,1990,1991) de (Maxson ve Vander Walt,1992),(P.Fuchs ve Maxson,1993) de araştırılmış ve G nin her $\mathcal{C}$ örtüsü için

$End_R(G) \subseteq PE(G,\mathcal{C}) \subseteq M_R(G)$ bağıntılarının doğruluğu gösterilmiştir.

Eğer R bir Temel İdeal bölgesi ve G bir sonlu üretilen R-modül ise o zaman her $f \in M_R(G)$ nin bir kısmi endomorfizma olduğu (Maxson,1990) da gösterildi. Ayrıca (P.Fuchs ve Maxson,1991) de R bir Temel ideal bölgesi ve G bir sonlu üretilen R-modül için $M_R(G)$ nın yapıları incelendi.

$\mathcal{P}$ maxsimal devirli alt modül ailesi, μ maksimal alt modüller ailesini göstersin.(Maxson ve Vander Walt,1992) de $PE_R(G,\mu) \subseteq PE_R(G,\mathcal{P})$ bağıntısının doğruluğu gösterildi. Dolayısıyla

$End_R(G) \subseteq PE_R(G,\mu) \subseteq PE_R(G,\mathcal{P}) \subseteq M_R(G)$ olur.

Eğer $\mathcal{R} = \{R \mid End_R(G) = M_R(G)$,her $\mathcal{C}$ örtüsü için $\}$ sınıfında R bir halka ise o halde G nin her $\mathcal{C}$ örtüsü için

$End_R(G) = PE_R(G,\mu) = PE_R(G,\mathcal{P}) = M_R(G)$ olduğu (Fuchs,Maxson ve Pilz,1991) de gösterildi.

Tanım: $a,b \in D$ birimsel olmayan ortak katları bulunmayan elemanlar olmak üzere

$\mathcal{K}_1(a,b)=\{c \in D \mid \exists d \in D, ad=bc\}$ ve $\mathcal{K}_2(a,b)=\{ d \in D \mid\mid \exists c \in D, ad=bc\}$ şeklinde tanımlanır.

Önerme 1: $\mathcal{K}_1(a,b)$ ve $\mathcal{K}_2(a,b)$,D nin idealleri olup $\mathcal{K}_1(a,b) \supseteq aD$ ve $\mathcal{K}_2(a,b) \supseteq aD$ dir.

İspat: $c \in \mathcal{K}_1(a,b)$ olsun. Tanım gereği $c_1,c_2 \in D$ *ve için bir* $d_1,d_2 \in D$ vardır. Öyle ki

$ad_1=bc_1$ ve $ad_2=bc_2$ olur.buradan $a(d_1+d_2)=b(c_1+c_2)$ olup $c_1+c_2 \in \mathcal{K}_1(a,b)$ dir.$r \in D$,$c \in \mathcal{K}_1(a,b)$ olsun.$ad=bc \Rightarrow a(rd)=b(rc)$ olduğundan $rc \in \mathcal{K}_1(a,b)$ dir. Böylece $\mathcal{K}_1(a,b)$ bir idealdir. Benzer şekilde $\mathcal{K}_2(a,b)$ nin de bir ideal olduğu görülür.

$c \in \mathcal{K}_1(a,b)$ için $(aD:c)=\{u \in D \mid uc \in aD\}$,D nin bir ideali olup $\mathcal{K}_1(a,b)=(aD:bD)$ olduğu açıktır.$I(a,b)=\cap_{K1(a,b)}(aD:c)$ olarak alınırsa $(aD:c)=(aD:cD)$ olduğundan

$I(a,b)=\cap_{K1(a,b)}(aD:cD)$ olur.

Önerme 2:a,b yukarıdaki gibi ise $I(a,b) \supseteq aD+bD$ dir. Ayrıca

$D=aD+bD=D \Leftrightarrow \mathcal{K}_1(a,b)=aD$ dir.

İspat:$c \in \mathcal{K}_1(a,b)$ olsun.$a \in (aD:c)$ oluşu açıktır.$bc=ad$ olduğundan $b \in (aD:c)$ olup ilk ifade doğrulanır.

$\mathcal{K}_1(a,b)=aD$ alalım ve $c \in \mathcal{K}_1(a,b)$ olsun. Burada her $y \in D$ için $yc \in aD$ olup $D \subseteq I(a,b)$ dir. Karsıt olarak $aD \subseteq \mathcal{K}_1(a,b)$ olduğu biliniyor. $c \in \mathcal{K}_1(a,b)$ olsun.$1 \in I(a,b)$ olduğundan $1.c \in aD$ olup $\mathcal{K}_1(a,b) \subseteq aD$ dir.

Önerme 3:

i) bir $0 \neq c \in \mathcal{K}_1(a,b)$ vardır$\Leftrightarrow (a,b)^tD \cap (c,d)^tD \neq \{0\}$ olacak şekilde bir $d \neq 0$ vardır.

ii) $0 \neq d \in \mathcal{K}_2(a,b)$ vardır$\Leftrightarrow (a,b)^tD \cap (c,d)^tD \neq \{0\}$ olacak şekilde bir $0 \neq c$ vardır.

Önerme 4:

$f\begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}$ olmak üzere bir $f \in M_D(D^2)$ vardır$\Leftrightarrow \{x,y\} \subseteq I(a,b)$ dir.

Teorem 1 [4]:Aşağıdakiler denktir.

i) $PE_D(D^2, \mathcal{P})=M_D(D^2)$;

ii) Her $a,b \in D\backslash\{0\}$ için $\begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix}D$ bir mda olacak şekilde $I(a,b)=aD+bD$ dir.

İspat:(i)$\Rightarrow$(ii): $x \in I(a,b)$ olsun.önerme 4 den $f\begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} x \\ 0 \end{bmatrix}$ olmak üzere $f \in M_D(D^2)$ vardır. Hipotezden

$A\begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix}= f\begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} x \\ 0 \end{bmatrix}$ olacak şekilde $A \in M_D(D^2)$ vardır.

$\begin{bmatrix} a11 & a12 \\ a21 & a22 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} x \\ 0 \end{bmatrix}$ den

$a_{11}a+a_{12}b=x\in aD+bD$ ve önerme 2 den $I(a,b)\supseteq aD+bD$ dir. Böylece $I(a,b)=aD+bD$ olur.

(ii)⇒(i): $PE_D(D^2,\mathcal{P})\subseteq M_D(D^2)$ olduğundan $PE_D(D^2,\mathcal{P})\supseteq M_D(D^2)$ olduğunu göstermek yeterlidir.

$f\begin{bmatrix}a\\b\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}x\\0\end{bmatrix}$ olmak üzere $f\in M_D(D^2)$ olsun.Önerme 4 den $\{x,y\}\subseteq I(a,b)$ yazılır.Böylece $x=a_{11}a+a_{12}b$ ve $y=a_{21}a+a_{22}b$ olacak şekilde $a_{11},a_{12},a_{21},a_{22}\in D$ vardır. $A\begin{bmatrix}a\\b\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}x\\0\end{bmatrix}$ olduğundan f, $\begin{bmatrix}a\\b\end{bmatrix}$ D üzerinde bir matris ile temsil edilir Böylece $f\in PE_D(D^2,\mathcal{P})$ olur.

Önerme 5: Her $a,b\in D\backslash\{0\}$ için $\begin{bmatrix}a\\b\end{bmatrix}D$, mda olmak üzere $I(a,b)=D$ olacak şekilde D bir Noetherian bölge olsun. Bu durumda $PE_D(D^2,\mathcal{P})=M_D(D^2)\Leftrightarrow D$ TİB dir.

İspat:⇒:D Noetherian ve $0\neq a,b\in D$ için $\begin{bmatrix}a\\b\end{bmatrix}D$,mda olacak şekilde $I(a,b)=D$ olsun.

$PE_D(D^2,\mathcal{P})=M_D(D^2)$ ise D nin TİB olduğunu göstereceğiz. Bunun için $a_1,a_2\in D\backslash\{0\}$ için a_1D+a_2D idealinin temel olduğunu göstermek yeterlidir.

Eğer a_1,a_2 nin birimsel olmayan d_1 gibi bir ortak katı varsa $a_1=d_1a_1'$,$a_2=d_1a_2'$ ve $a_1=d_1a_1'$ den $a_1D\subset a_1'D$ olur.Aynı şekilde $a_1,,a_2'$ gibi birimsel olmayan bir ortak kat varsa $a_1D\subset a_1'D\subset a_1''D$ olacak şekilde $a_1''\in D$ bulunur.D Noetherian olduğundan bu zincir bir noktada durmak zorundadır.Böylece $a_1=db_1,a_2=db_2$ yazılır.ebob$(b_1,b_2)=d$, D de birimdir.Bu durumda

$a_1D+a_2D=db_1D+db_2D\subset dD$ olur. $\begin{bmatrix}b1\\b2\end{bmatrix}D$ bir mda ve $PE_D(D^2,\mathcal{P})=M_D(D^2)$ olduğundan Teorem 1 den $D=I(b_1,b_2)=b_1D+b_2D$ yazılır.b_1,b_2 aralarında asal olduğundan

$1=b_1c_1+b_2c_2$,$d=b_1c_1d+b_2c_2d=db_1c_1+db_2c_2=a_1c_1+a_2c_2\in a_1D+a_2D$,

Böylece D bir TİB olur.

Teorem 1 in başka bir uygulaması olarak aşağıdaki sonucu yazalım.

Sonuç 1: D bir tamlık bölgesi $pD\subset pD+bD\subset D$ olacak şekilde $p\in D$ bir asal eleman ve $0\neq b\in D$ olsun. Bu durumda $PE_D(D^2,\mathcal{P})\neq M_D(D^2)$ dir.

İspat:p bir asal ve $pD\subset pD+bD$ olduğundan $\begin{bmatrix}p\\d\end{bmatrix}D$,$D^2$ de bir mda dır.Çünkü $\begin{bmatrix}p\\d\end{bmatrix}D$ bir mda olmasaydı $(p,d)=p$ olup $d=kd,k\in D$ olarak yazılabiliedi.Bu durumda da $dD=pkD\subseteq pD$ olup $pd+dD=pD$ eşitliği verilene aykırıdır. $c\in K_1(p,b)$ olsun.Bir $d\in D$ için $pd=bc$ ve $p|bc$ olur.Fakat p,b yi bölmediğinden $p|c$ olup $c\in pD$;yani $K_1(p,b)=pD$ yazılır.Önerme 2 den $PE_D(D^2,\mathcal{P})\neq M_D(D^2)$ dir.

(Maxson,1992) de n=2,3,4,…için

$PFn=\{D$ tamlık bölgeleri$|\ PE_D(D^2,\mathcal{P})=M_D(D^2)\}$

Tamlık bölgeler sınıfını tanımlamıştır. Yukarıdaki sonuç kullanılarak PF_2 ye ait olmayan üç örnek söyledir.

Örnek 1: F bir cisim $J=\{f\in F[X,Y]|f(0.Y)=0\}$;F[X,Y] nin bir temel idealdir.Bu ideal asal fakat maksimal değildir.Çünkü $F[X,Y]/J\cong F[Y]$ cisim değildir.Yani $J\subset(J,Y^2)\subset F[X,Y]$ dir.Böylece $J\notin PF_2$ dir.

Örnek 2:F bir cisim ise F[X,Y] polinom halkalarında X,maxsimal olmayan bir asal ideal üretir.O halde sonuç 1 den $F[X,Y]\notin PF_2$. Her iki örnekteki bölge bir TİB değildir.

Noetherian tek türlü çarpanlara ayrılabilme bölgeleri sınıfına inildiğinde n=2,3,4,… için önerme 5 den

$D\in PF_n\Leftrightarrow D$,TİB

Olup PF_n ye ait Noetherian bölgelerin TİB olması gerektiği anlaşılır.

Örnek 3: $D=Z_2[X^2,X^3]$ tamlık bölgesinde $p=x^2$ bir asal eleman olup $x^2D\subset x^2D+x^3D\subset D$ ve x^2 bir maksimal ideal üretmez.O halde sonuç 1 den $PE_D(D^2,\mathcal{P})\neq M_D(D^2)$ olup $D\notin PF_2$ dir.

PF_n lerin kendi aralarında ilişkisi söyle verilebilir.

Teorem 2 : $n\geq m$ için $PF_n\subseteq PF_m$ dir.

İspat: D bir tamlık bölgesi ve $D\notin PF_m$ olsun.$D\notin PF_n$ olduğunu göstermek yeter. $D\notin PF_m$ olduğundan bir $f\in M_D(D^m)$ için $f\notin PE_D(D^m, \mathcal{P})$ dir. Bunun anlamı bir

$A=\begin{bmatrix} a1 \\ . \\ . \\ . \\ am \end{bmatrix}$ $D\in D^m$, mda için $f|_A$ kısıtlanmış homojen fonksiyonu $M_m(D)$ den bir matrisle temsil olunamaz. $\begin{bmatrix} a1 \\ . \\ . \\ . \\ am \end{bmatrix}$,$D^m$ de bir mda ürettiğinden $\begin{bmatrix} a1 \\ . \\ . \\ . am \\ 0 \\ . \\ . \\ 0 \end{bmatrix}$ vektörü de D^n de bir mda üretir.Ayrıca $r\neq 0\neq s$ için

$\begin{bmatrix} a1 \\ . \\ . \\ . \\ am \\ 0 \\ . \\ . \\ 0 \end{bmatrix}$ $r=\begin{bmatrix} b1 \\ . \\ . \\ . bn \end{bmatrix}$ $s\Rightarrow b_{m+1}=\ldots=b_n=0$ olduğundan f yi bir $f''\in M_D(D^n)$ ye genişletebiliriz). yani $\begin{bmatrix} x1 \\ . \\ . \\ . xn \\ 0 \\ . \\ . \\ 0 \end{bmatrix}$ biçimindeki vektörlerce üretilen mda larda $f''=f$ ve diğer mda larda $f''=0$ dır.

$D\notin PF_N$ olduğundan f, A üzerinde bir matrisle temsil olunamaz. Dolayısıyla f'' da A üzerinde bir matrisle temsil olunamaz .O halde $D\notin PF_n$ dir.

Burada her n için $PF_n \subseteq PF_2$ olduğu açıktır.

(Maxson and Walt ,1992) de n=2,3,…için $PF_2 \subseteq PF_n$ bağıntısının doğru olup olmadığı sorulmaktadır. Çalışmamızın bu kısmında da bu bağıntının n=3 olması durumunda doğru olup olmadığını araştıracağız.

$D\in PF_2$ ve $G_\alpha=\begin{bmatrix} x1 \\ x2 \\ x3 \end{bmatrix}$ D ,D^2 de bir mda ve $f:D^3\longrightarrow D^3$ bir homojen fonksiyon olsun ve

$f\begin{bmatrix} x1 \\ x2 \\ x3 \end{bmatrix}=\begin{vmatrix} c1 \\ c2 \\ c3 \end{vmatrix}$ olarak verilsin.(x_1,x_2,x_3) ün herhangi iki bileşeni söz gelimi x_1 ile x_3 ,D de aralarında asal ise bu durumda $G_{\alpha 1}=\begin{bmatrix} x1 \\ x2 \end{bmatrix}$ D ,D^2 de bir mda dır.Simdi $G_{\alpha 1}$ de

$f_1=\begin{bmatrix} x1 \\ x2 \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} c1 \\ c2 \end{bmatrix}$ ile verilen $f_1:D^2\longrightarrow D^2$ fonksiyonu homojen olup $f_1\in M_D(D^2)$ dir.$D\in PF_2$ olduğundan

$PE_D(D^2, \mathcal{P})=M_D(D^2)$ eşitliği vardır. Dolayısıyla $f_1\in M_D(D^2)= PE_D(D^2, \mathcal{P})$ dir.$f_1\in PE_D(D^2, \mathcal{P})$ ve $\begin{bmatrix} x1 \\ x2 \end{bmatrix}$D ,$D^2$ için bir mda olduğundan f_1 ,$M_2(D)$ den bir $\begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix}$ matrisi ile temsil edilir.

$f_1\begin{bmatrix} x1 \\ x2 \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix}\begin{bmatrix} x1 \\ x2 \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} ax1+bx2 \\ cx1+dx2 \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} c1 \\ c2 \end{bmatrix}$

uygun $a_1,a_2\in D$ için $a_1x_1+a_2x_2=1$ olup $a_1c_3x_1+a_2c_3x_2=c_3$ dir.

$F\begin{bmatrix} x1 \\ x2 \\ x3 \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} c1 \\ c2 \\ c3 \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} a & b & 0 \\ c & d & 0 \\ a1c3 & a2c3 & 0 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} x1 \\ x2 \\ x3 \end{bmatrix}$ ve f_1 $M_3(D)$ den bir matrisle temsil olunur.

(x_1,x_2,x_3) ün diğer bileşen çiftleri olan $(x_1.x_2)$ ile (x_3,x_3) den herhangi biri aralarında asal olduğunda yukarıdakine benzer şekilde f nin $M_3(D)$ den bir matrisle temsil olunacağı gösterilebilir. Ancak (x_1,x_2,x_3) ün aralarında asal herhangi bir bileşen çifti yoksa (örneğin D de farklı p_1,p_2,p_3 asalları için (p_1p_2,p_1p_3,p_2p_3) vektörleri gibi) bu durumda f yi bir 3x3 matrisle temsil etmek yukarıdaki gibi kolay gözükmemektedir.

SONUÇ

PFn ile tanımlanan tamlık bölgeler sınıfının kısmi bir karekterizasyonu için $|M_D(D^n)=PE_D(D^n,\mathcal{P})$ eşitliğinin mümkün olduğu ve olmadığı durumlar incelendi. Verilen sonuçlar kullanılarak PF_2 ye ait olmayan örnekler verildi ve (Maxson ve Waltt ,1992) de n=2,3,.. için $PF_2 \subseteq PF_n$ bağıntısının doğru olup olmadığı sorusu n=3 için incelendi.

KAYNAKLAR

1..Maxson ,C.J .1990 .Piecewise Endomorphisms of PİD Modules,Result in Matematics Vo:18 ,125-132

2. Maxson C.J and Vander Walt ,A.P.S .1991. Piecewise Endomorphisms of ring modules.Questions Math.14,419-431.

3. Maxson .C.J and Vander Walt ,A.P.J.1992 Homogeneous maps as piecewise endomorphismis, Communications in Algebra ,20(9) ,2755-2776.

4. Maxson, C.J.1992.Near rings of Piecewise Endomorphism verlog Hölder-Pihler-Tempsky,Wien verlag B.G.Taubner ,Stuttgart,177-187.

5.Pilz ,G.F.1983 .Near-Rings 2nd North Holland,Publishing company,Amsderdam New York Oxford.

6.Görentaş,Necat.1994.Kısmı Endomorfizma Yakın Halkası.Doktora tezi.

Presentation ID / Sunum No=

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID:

The Effect Of Different Levels Of Curcumin Alcoholic Extract And Bacitracin Methylene Disalicylate Supplementation On Performance, Carcass Traits, Some Blood Parameters, Small Intestinal Morphology And Microflora In Japanese Quails

Yaser Rahimian*[1], Sayed Mostafa Akbari[2] and Mehran Aboozari[3]

1Department of Animal Sciences, Shahrekord Branch, Islamic Azad University, Shahrekord, Iran
2Department of Animal Sciences, Yasooj Branch, Islamic Azad University, Yasooj, Iran
3Department of Animal Sciences, Abhar Branch, Islamic Azad University, Abhar, Iran

Abstract

In order to investigate the effect of different levels of curcumin alcoholic extract and bacitracin methylene disalicylate antibiotics on performance, carcass traits, some blood parameters, small intestinal tissue morphology and intestinal microbial population in Japanese quails, a study was performed on 500 pieces of Japanese quail per day. The treatments included the group consuming the basic diet without any additives as (control) and the antibiotic bacitracin (0. 25g.kg) and 3 levels (100, 150 and 200 ppm) of lavender essential oil per kg of feed in form of completely randomized design with 4 replications and 25 (male and female) quail per each replication. Daily weight gain, daily feed intake, feed conversion ratio, final live weight, relative carcass weight, breast, thigh, gingival, liver, some blood parameters, intestinal tissue morphology and small intestinal microbial population were examined. The results showed that the use of curcumin alcoholic extract and bacitracin antibiotics increased the daily feed intake of quails. The results of different weeks of the experimental period showed an increase in daily weight in quails consuming curcumin alcoholic extract and antibiotics compared to the control group. In addition, in general, the feed conversion ratio using essential oils and antibiotics decreased compared to the control group during different breeding periods. The results show a slight decrease in the relative percentage of body weight, liver and an increase in the weight percentage of empty breasts, thighs and carcasses of the studied quails under the influence of curcumin alcoholic extract and antibiotics. The Serum albumin levels of quails increased significantly under the influence of experimental diet ($P \leq 0.05$). The highest serum globulin level was affected by the use of lavender essential oil with antibiotics at the level of 250 g.kg ($P \leq 0.05$). The results also showed that the serum level of HDL increased under the influence of essential oil in the diet ($P \leq 0.05$). Additionally, the serum triglyceride and LDL levels decreased due to curcumin essential oil consumption ($P \leq 0.05$). Intestinal tissue morphology showed that there was no statistically significant difference in changes in width, length, height and intestinal mucosal muscle in the experimental quails. The Ecoli colonies decreased and the number of Lactobacillus bacterial colonies increased ($P \leq 0.05$).

In general, the results obtained from this study showed the usefulness of using curcumin alcoholic and antibiotics of bacitracin on performance, some carcass traits and blood and morphological parameters of intestinal tissue in experimental quails.

Keywords: Curcumin alcoholic extract, Bacitracin methylene disalicylate, Blood biochemical, Intestine, Japanese quail.

Introduction

Antibiotic feed additives as growth promoters have been used in poultry diets to improve health and performance for decades (Mehdi et al.,2018). There are some kind of feed additives that may use in bird's diets to improvise the performance (Srinivasan, 2005). The increasing pressure to reduce or eliminate antibiotics as growth enhancers has initiated new research to find safe and efficient alternatives (Francois ,2006; Sturkie,1995). Among the possible alternatives phytogenic and herbal products are considered interesting because they have acquired more reliability and acceptability among consumers as safe and natural additives (Durmic and Blache,2012; Jang et al.,2007). Herbal components such as phenols, terpenoids and essential volatile oil and extracts have antibacterial and antioxidant properties and they may improve digestion, lower blood lipids and cholesterol and ultimately improve poultry growth (Javed et al.,2006; Zheng et al.,2016). The researchers have reported that some herbal alcoholic extract can could be used as a growth promoter in broiler nutrition with potential improvements in breast meat quality (Eevuri and Putturu, 2013). Supplementation of broiler diets with feed additives such as chemotherapeutic drugs and antibiotics has side effects, meat residues, and antibiotics resistance complications (Kheiri et al.,2015). Plant-derived natural compounds could be safe and easy substitutes for chemical additives. One of the natural compounds is curcumin (Curcuma longa) that is a native plant of Asia (Zargari,2001) and its rhizome is used as a dye and in food condiment as it eliminates free radicals and protects cells against lipid peroxidation (Kocaadam and Sanlier, 2017). It is also known to have pharmacological effects such as anti-inflammatory, gastro protective, anti-proliferative, anti-arthritic, and neuroprotective well-being of both humans and animals the extract from curcumin, known for its antioxidant and antimicrobial properties which may be effective in reducing some kind of infection in poultry (Khan et al.,2012). Khalafalla et al (2011) reported role of curcumin in increasing nutrient digestibility and found that 200 mg.kg supplementation of curcumin improved performance and fat metabolism. Another study also found that curcumin improved nutrient metabolism by enhancing the production of bile acids and activity of gastric enzymes to accelerate digestion and absorption (Yadav and Jha, 2019). The aim of the current study was to investigatethe effect of different levels of curcumin essential oil and bacitracin antibiotics on performance, carcass traits, some blood parameters, small intestinal tissue morphology and intestinal microbial population in Japanese quails.

Materials and Methods

Fresh lavender flowers were obtained from Shahre-Kord Agricultural Research Center, Iran. Flowers were dried under shade at room temperature for 72 h and then powdered. Curcumin was purchased from local market and alcoholic extract was obtained by maceration. The curcumin powder was refined and was soaked in a mixture of ethanol and water (4:1) at the room temperature, in a tightly closed container for three days. The container was shaken two times a day. The mixture was then filtered to separate the solute using rotary evaporator. The extract was dried in an oven at 40 $^{\circ C}$ and stored in airtight container in the refrigerator.

The bird and diets

Total of five hundred seven-day-old, male and female Japanese quails with an average weight of 17 ±5 g were divided into four treatments and were further subdivided into five replicates with 25 quails each.

The soybean meal and corn grains were analyzed in the lab for determine of dry matter, crude protein, calcium, phosphorus and their crude fiber with Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 2000) method. The basal diet was balanced based on corn and soybean meal recommended by National Research Council (NRC, 1994). The treatments included the group consuming the basic diet without any additives as (control) and the antibiotic bacitracin methylene disalicylate (0. 25g.kg) and 3 levels (100, 150 and 200 ppm) of curcumin alcoholic extract per each kg of feed in form of completely randomized experimental design. During the experiment period, diets and fresh water were provided adlibitum.

Performance and Organs percentage

The live body weight gains, feed intake and feed conversion ratio were calculated weekly. At the end of experimental period (35 days), four chicks form each replicates were slaughtered by cervical dislocation method According to the animal right and welfare laws and then dressing and the internal organs were removed after slaughter and some visceral organ percentage were calculated.

Blood biochemical assay

Blood samples were taken and commercial Pars Azmoon Kits analyzed some bloods chemical. To determine the microbial count, about 5 cm from the length of the ileum was sampled to determine the microbial population.

Intestinal morphology and micro flora assay

In addition, 1 g of ileum content was used to make 10-fold dilution using buffered peptone water and then 0.1 mL of the appropriate ileum dilution was spread on Lactobacillus MRS1 Agar-Hi Media Laboratories to detect lactic acid bacteria and Violet Red Bile Agar to detect Eschechia-Coli, Klebsiella and Lactobacillus bacteria colonies form. The plates were incubated at 37.5 $^{\circ C}$ for 48 h. After counting the number of colonies in each plate, the number so obtained was multiplied by inverse of the dilution and the result was stated as the number of colony forming unit (CFU) in 1 g of the sample.

Statically analyses:

Data was gathering and collected by Microsoft Office Excel 2016 and the obtained data were analyzed statistically by one-way ANOVA method using SAS 9.1(2001) software and Duncan's (1995) multiple range tests was used to detect the differences ($P \leq 0.05$) among different treatments means.

Result and Discussion

The effects of curcumin alcoholic extract supplementation on feed intake, weight gain and feed conversion ratio on broilers are presented in table 2. As result revealed that use of different levels curcumin alcoholic extract had increased feed intake (FI) none significantly ($p \geq 0.05$), and the body weight gain BWG was higher significantly. Additionally, feed conversion ratio (FCR) was at the lowest in 150-ppm curcumin alcoholic extract group compared to the control ($p \geq 0.05$). The result showed that the usage of curcumin alcoholic extract was different influences pre-slaughter weight and carcass yield percentage.

Table 2 – The effect of experimental diets on broilers performance

Treatments	Average FI (g.d)	Average BWG (g.d)	FCR	Pre-slaughter weight (g)	Carcass yeild (%)
Control	18.55	6.95	2.77	244.15	78.32
100ppm Curcumin extract	19.15	7.15	2.58	248.14	79.80
150ppm Curcumin extract	20.32	7.24	2.52	254.12	80.45
200ppm Curcumin extract	20.25	7.35	2.44	259.74	81.58
Bacitracin Antibiotic	20.45	7.44	2.33	260.82	82.42
SEM	0.515	0.418	0.187	11.25	2.45
P-Value	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s

**Means within columns with no common on letter are significantly different ($p \leq 0.05$).

Manfi et al (2016) showed that the inclusion of bacitracin methylene disalicylate increased and feed consumption, feed conversion ratio ($p \leq 0.05$).

Table 3 – The effect of experimental diets on some visceral organs percentage

Treatments	Gizzard	Liver	Breast	Drumstick	Intestine
Control	2.34	2.95	36.40	24.80	3.50
100ppm Curcumin extract	2.55	2.70	36.74	25.60	3.68
150ppm Curcumin extract	2.71	2.60	37.81	26.30	3.77
200ppm Curcumin extract	2.85	2.32	38.92	26.94	3.95
Bacitracin Antibiotic	2.72	2.30	39.80	26.72	3.96
SEM	0.288	0.134	0.447	0.446	0.425
P-Value	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s

**Means within columns with no common on letter are significantly different ($p \leq 0.05$).

Data from this study showed that there were no significant differences between control and curcumin alcoholic extract treatments about visceral organs percentage except liver ($p \geq 0.05$).

Abou-Elkhair et al (2014) showed that the dressing percentage and edible giblets were not influenced by dietary supplements, while higher values of relative weight of the liver ($p<0.05$) were obtained in turmeric and curcumin compared to control group. Nobakht et al (2010) showed that thehighest percent of carcass was observed in herbal experimental group but the lowest percent of it observed in control group. The results of (Kiani et al., 2015) suggested that there was no significant difference at the final days of age between the live weight and other body organs of experimental treatments that fed by herbal extracts. They noted that the mean of gizzard weight showed no significant difference between the herbal experimental treatments. Javed et al (2006) suggested that there is a possibility of gathering to antimicrobial herbs made a remarkable decrease in the intestine microbial colony and this prevented from lyses of amino acids and they may use in formation of protein issues and increased the breast percentage. Many herbal plants have stimulatory effects on pancreatic secretions by increasing the secretions of digestive enzymes more amounts of nutrients as if amino acids can be digested and absorbed from the digestive tract and thereby improve carcass traits (Prasad et al.,2014; Zheng et al., 2007). The increasing the percents of gizzard and liver by positive effects via physically grinding and increasing bile secretion on nutrient digestion and due increased amounts of absorbed amino acids, organs like breast and thigh drawn more growth (Mohiti-Asli et al., 2017). Data from table 4 illustrated that the serum blood triglyceride, cholesterol, glucose and LDL were decreased and HDL increased significantly instead ($p \leq 0.05$) and there were no significantly differences between control and curcumin alcoholic extract treatments for blood serum glucose ($p \geq 0.05$).

Table 4 – The effect of experimental diets on some blood biochemical

Treatments	Glucose	Triglyceride	Cholesterol	LDL	HDL
Control	173.35	191.42^{a}	211.22^{a}	153.24^{a}	96.60^{c}
100ppm Curcumin extract	172.22	172.22^{b}	207.42^{b}	150.12^{a}	103.75^{b}
150ppm Curcumin extract	171.42	168.35^{b}	202.22^{b}	145.62^{ab}	110.24^{b}
200ppm Curcumin extract	169.30	156.25^{c}	192.41^{c}	139.16^{b}	114.20^{a}
Bacitracin Antibiotic	169.60	149.54^{c}	192.35^{c}	138.26^{b}	127.15^{a}

SEM	0.128	18.29	6.29	7.38	7.38
P-Value	n.s	**	**	**	**

**Means within columns with no common on letter are significantly different (p≤ 0.05).

Some significant influence of curcumin alcoholic extract experimental diets on serum blood triglyceride, cholesterol, LDL and HDL was observed (p≤0.05). Most of spices and herbs enhance the synthesis and excretion of bile acids in the liver. As bile acids had beneficially effects on lipids' digestion and absorption, it could improve the lipids' digestion and absorption, which led to increase in the level of blood triglyceride (Srinivasan, 2005). Nobakht et al (2010) showed that the experimental groups had significantly difference in blood glucose level (P≤0.05). 26. Yazdanparast and Alavi (2001) showed that the lowest level of blood serum glucose was observed in the chicks were fed by Malva and the highest level of that was related to the control group. Rahimian et al (2017) showed that the serum total cholesterol, triglycerides and LDL concentration were significantly reduced in-group of herbal extract compared to the control group (P≤0.05) and the concentration of serum HDL and were not significantly reduced in herbal alcoholic extract groups compared to the control groups. According to (Lee, 2003), high level of fibers in herbal plants may increase the excretion of bile and this can decrease the blood cholesterol level (P≤0.05).

Table 6– The effect of experimental diets on intestinal morphology

Treatments	Width (nm)	Length (nm)	Height (nm)	Mucus (nm)
Control	7.59	38.20	5.10	1.60
100ppm Curcumin extract	7.11	39.11	5.26	1.44
150ppm Curcumin extract	7.26	39.38	5.41	1.29
200ppm Curcumin extract	7.16	39.45	5.52	1.25
Bacitracin Antibiotic	6.98	40.26	5.60	1.16
SEM	0.039	1.28	0.020	0.015
P-Value	n.s	n.s	n.s	n.s

**Means within columns with no common on letter are significantly different (p≤ 0.05).

The result of experimental diets on small intestine (ileal) microflora has shown in table 7. Data form morphological study of small intestine showed that there were significant differences between experimental treatments (P≤0.05). The curcumin alcoholic extract supplementation could decrease Escherichia Coli and increase Lactobacillus colonies instead (P≤0.05). Rajpour et al (2013) showed that dietary supplementation of curcumin influenced the histomorphological measurements of small intestinal villi. The villus height was significantly increased in duodenum, jejunum and ileum in curcumin supplemented broilers. Villus width was also significantly increased in duodenum and jejunum, While, there was no significant difference in ileum villus width. Furthermore, villus height to crypt depth ratio was significantly increased in all segments of small intestine in curcumin group, however, the intestinal crypt depth was lowered in curcumin supplemented broilers. In conclusion, supplementation of curcumin at 200 mg./kg feed enhanced the growth performance and fat metabolism, and increased villus absorptive area of small intestine, resulting in improved nutrients absorption in curcumin group.

Table 7– The effect of experimental diets on ileal microflora

Treatments	Escherichia Coli (CFU)	Lactobacillus (CFU)
Control	5.70^{b}	6.12^{a}
100ppm Curcumin extract	6.02^{ab}	5.62^{a}
150ppm Curcumin extract	6.12^{ab}	5.44^{a}
200ppm Curcumin extract	6.64^{a}	4.70^{ab}
Bacitracin Antibiotic	7.25^{a}	4.45^{b}
SEM	1.79	1.18
P-Value	**	**

**Means within columns with no common on letter are significantly different (p≤ 0.05).

The beneficial effects of herbal plants or their active substances may include the stimulation of appetite and increase feed intake, the improvement of endogenous digestive enzyme secretion, activation of immune response and antibacterial, and antioxidant activities (Kheiri et al., 2015). According to the results obtained by (Jafari et al., 2011) carried out on various levels of malva extract and great burdock at 200 ppm in the fourth group, which was a mixture of the two extracts, the highest separated weight belonged to the great burdock, while the weight of herbal group was greater than that of the control. Considering the presence of natural anti-inflammatory and anti-septic materials such as tannins, anthocyanins, flavonoids and loco-anthocyanins found in curcumin, the increased level of absorption was significant (Rabiei et al., 2014). Kiani et al (2015) demonstrated that in morphological terms, however, the villi colon length and crypt depth showed a significant difference at day 42 of aviculture experimental period by using herbal extracts. The presence of harmful bacteria populations in the gastrointestinal tract may cause breakdown of amino acids and thereby reduce their absorption, some chemical compounds are present in curcumin as antimicrobial substances may reduce the harmful bacteria populations' colonies in the gastrointestinal tract and improve the levels of absorbed amino acids (Manafi et al., 2014). Also (Lee et al ,2003) found that the existence of harmful microbes in digestive system causes an increase protein and amino acids lysis of nutrients, di-amination activity of proteins and amino acids and rapid decomposition of these molecules due to secretary substances from bacteria like urease (Jangs et al.,2007).

Conclusions

In conclusion, we may demonstrate that curcumin alcoholic extract had beneficial acts on performance, carcass traits, some blood biochemical and intestinal flora in male and female Japanese quails. It is related to the curcumin alcoholic extract anti-inflammatory, astringent, laxative properties. This improvement may be due to the biological function of this herbal to improve growth or that may be due to its role as stimulant, carminative, enhanced digestibility antimicrobial properties. However further studies are needed for more explanations.

Acknowledgments

We are thankful to Agricultural staff of Islamic Azad University, Shahre-Kord Branch, for the cooperation and assistance us in order to run this test.

References

1. Abou-Elkhair R., Ahmed H.A., Selim S.2014.Effects of black pepper (Piper nigrum), turmeric powder (Curcuma longa) and coriander seeds (Coriandrum sativum) and their combinations as feed additives on growth performance, carcass traits, some blood parameters and humoral immune response of broiler chickens. Asian Austral. J. Anim. 27:847.
2. AOAC.2000. Official methods of analysis, Association of official analytical chemists. AOAC Press, Gaithersburg, USA.
3. Brenes A, Roura E.2010.Essential oils in poultry nutrition. Main effects and modes of action. Anim Feed Sci Technol.158:1–14.
4. Durmic Z., Blache D.2012.Bioactive plants and plant products: effects on animal function, health and welfare. Anim. Feed Sci. Tech.176:150–162
5. Duncan DB. 1955. Multiple range test and F-test. Biometrics, 11:1- 42.
6. Eevuri T.R., Putturu R.2013.Use of certain herbal preparations in broiler feeds-A review. Vet. World. 6:172–179.
7. Francois, R. 2006. Active plant extracts show promise in poultry production. Poultry International, 20, 28– 31.
8. Jamroz, A.M. 1989. Antimicrobial activities of essential oils: A Pharmacognostical Study. Dissertation, Rijksuniversiteitte Leiden.
9. Jang IS, Ko YH, Kang SY, Lee CY. 2007.Effect of commercial essential oils on growth performance, digestive enzyme activity, and intestinal microflora population in broiler chickens. Anim Feed Sci Technol.134:304–315.
10. Javed.M., Durrani, F.R., Hafeez, A., Khan, R. and Ahmad, I. 2006. Extract of plant mixture on carcass quality of broiler chicks. Journal of Agricultural and Biological Science. 1:115-121.
11. Khan R.U., Naz S., Javdani M., Nikousefat Z., Selvaggi M., Tufarelli V., Laudadio V.2012. The use of turmeric (Curcuma longa) in poultry feed. World Poult. Sci. J.68:97–103.
12. Khalafalla R.E., Müller U., Shahiduzzaman M., Dyachenko V., Desouky A.Y., Alber G., Daugschies A.2011.Effects of curcumin (diferuloylmethane) on Eimeria tenella sporozoites in vitro. Parasitol. Res.108:879–886.
13. Kocaadam B., Şanlier N.2017.Curcumin, an active component of turmeric (Curcuma longa), and its effects on health. Crit. Rev. Food Sci.57:2889–2895.
14. Kheiri.F, Rahimian.Y, and Nasr.J.2015. Application of sumac and dried whey in female broiler feed. Arch. Anim. Breed., 58, 205–210.
15. Lee, K.W., Everts, H. and Beyen, A.C. 2003. Dietary carvacrol lowers body gain but improves feed conversion in female broiler chickens. Journal of Applied Poultry Research.12:394-399.
16. Mehdi Y., Létourneau-Montminy M.P., Gaucher M.L., Chorfi Y., Suresh G., Rouissi T., Brar S.K., Côté C., Ramirez A.A., Godbout S.2018.Use of antibiotics in broiler production: Global impacts and alternatives. Anim. Nutr.4:170–178.
17. Mohiti-Asli, M.Ghanaatparast Rashti, M.2017.Comparison of the effect of two phytogenic compounds on growth performance and immune response of broilers. J. Appl. Anim. Res.45, 603–608

18. Nobakht, A., & Shahryar, H. A. 2010. The effects mixture of Malva silvestris, Alhaji mauroum and Mentha spicata on performance, carcass traits and blood metabolits of broilers. Journal of Animal Science,3,51– 63.
19. Prasad S., Tyagi A.K., Aggarwal B.B.2014.Recent developments in delivery, bioavailability, absorption, and metabolism of curcumin: the golden pigment from golden spice. Cancer Res. Treat.46:2.
20. Rajput N., Muhammah N., Yan R., Zhong X., Wang T.2013.Effect of dietary supplementation of curcumin on growth performance, intestinal morphology and nutrients utilization of broiler chicks. J. Poult. Sci.50:44–52.
21. Rahimian, Y., Kheiri, F., Alavi, M., Aboozari, M.2017.Effect of using different levels of dill seeds on performance, some blood biochemical and intestinal microbial population in Ross 308 broiler chicks. Journal of Herbal Drugs,An International Journal on Medicinal Herbs.8(1): 15-25.
22. SAS Institute, SAS.STAT user's guide for personal computer. 2001. Release 6.12 SAS Institute, Inc., Cary, N.C., USA.
23. Srinivasan, K. 2005. Role of spices beyond food flavoring, Nutraceuticals with multiple health effects. Food Reviews International, 21, 167– 188.
24. Sturkie, P.D. 1995. Avian Physiology. Springer Verlag. New York, Fourth Edition.115- 270.
25. Yadav S., Jha R.2019.Strategies to modulate the intestinal microbiota and their effects on nutrient utilization, performance, and health of poultry. J. Anim. Sci. Biotechnol. 10:1–11.
26. Yazdanparast, R., Alavi, M. 2001. Anti-hyperlipidemia and anti-hyper-cholesterolemic effects of Anethumgraveolens leaves after the removal of furocoumarins, Cytobios, 105: 85-91.
27. Zargari, 2001.Medical plants. Second edition. Tehran University Press.pp: 25-36.
28. Zheng S., Yumei F., Chen A.2007.De novo synthesis of glutathione is a prerequisite for curcumin to inhibit hepatic stellate cell (HSC) activation. Free Radic. Biol. Med.43:444–453.
29. Zheng Z., Zhang S., Wang H., Piao X.2016.Essential oil and aromatic plants as feed additives in non-ruminant nutrition. A review. J. Anim. Sci. Biotechnol.6:7.115.

Presentation ID / Sunum No= 101

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID:

Yağmurla Tetiklenen Heyelanların Hidro-Mekanik Davranışının İncelenmesi

Prof. Dr. Taha TAŞKIRAN,[1] Prof. Dr. Yüksel YILMAZ,[2] Arş. Gör. Serdar ALLI[3*]

[1]Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü
[2]Gazi Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü
[3]Bartın Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü

[*]Sorumlu Yazar salli@bartin.edu.tr

Özet

Yağmurla tetiklenen heyelanlar ciddi can ve mal kaybına neden olan doğal afetlerin başında gelmektedir. Her yıl yağış kaynaklı heyelan vakaları nedeniyle dünyanın pek çok ülkesinde yaşayan insanlar dramatik şekilde etkilenebilmektedir. Küresel ısınma ve iklim değişimleri nedeniyle gelecek on yıllar boyunca yağmurla tetiklenen heyelan vakalarında artışlar beklenmektedir. Yağış kaynaklı heyelanların tetiklenme mekanizmalarının aydınlatılması heyelan vakalarının gerçek zamanlı tahmin edilmesine ve erken uyarı sistemlerine katkı sunabilir. Bu çalışma kapsamında Türkiye'de yağış kaynaklı heyelan vakalarının en fazla görüldüğü illerinden biri olan Bartın'da temsili bir heyelanlı bölge belirlenerek yağışın stabilite üzerindeki etkileri incelenmiştir. Heyelanlı bölgeye yağan yağış miktarı, süresi, yeraltı su seviyesindeki dalgalanmalar sahaya yerleştirilen sensörlerle ölçülmüştür. Zemin numunelerinin temel fiziksel özellikleri, doygun/doygun olmayan dayanım ve hidrolik özellikleri laboratuvar deneyleri ile belirlenmiştir. Yağışın stabilite üzerindeki etkileri Geostudio yazılımında iki boyutlu kararsız infiltrasyon ve limit denge stabilite analizi çalışmalarıyla incelenmiştir. Yapılan çalışmalar yağış şiddeti ve süresine bağlı olarak yeraltı su seviyesinin ve zemin negatif emme profilinin çeşitli şekillerde etkilendiğini göstermiştir. Yamacın başlangıç yeraltı su seviyesi ve matrik emme profilinin doğru bir şekilde belirlenmesiyle doygun olmayan zemin mekaniği ilkelerini kullanarak yağış miktarı ve süresine bağlı olarak heyelanın stabilite durumunun izlenebileceği yapılan çalışmalarda görülmüştür.

Anahtar Kelime: Heyelan, Yeraltı Su Seviyesi, Matrik Emme, Stabilite, Yağış

Investigation of The Hydro-Mechanical Behavior of Landslides Triggered by Rainfall

Abstract

Rainfall-induced landslides are among the leading natural disasters that cause seriously loss of life and property. Every year, people living in many countries of the world are dramatically affected due to landslides caused by precipitations. Increases in rainfall-triggered landslide cases are expected over the next decades due to global warming and climate changes. Understanding the triggering mechanisms of

rainfall-induced landslides can contribute to real-time prediction of landslides and early warning systems. In this study, a representative landslide area was determined in Bartın, which is one of the provinces with the highest precipitation-related landslide cases in Turkey. The rainfall amount, its duration and underground water level were monitoring with the sensors placed in the field. Basic physical properties, saturated/unsaturated strength and hydraulic properties of soil samples were determined by laboratory tests. The effects of rainfall on stability were investigated with two-dimensional transient seepage and limit equilibrium stability analyses in Geostudio software. Studies have shown that underground water level and matric suction profile are affected in various ways depending on the rainfall intensity and rainfall duration. It has been concluded that the stability of the hillside is monitored depending on the rainfall amount and rainfall duration by using the principles of unsaturated soil mechanics with determining accurately the initial underground water level and matric suction profile.

Keywords: Landslide, Underground Water Level, Matric Suction, Stability, Rainfall

1. GİRİŞ

Yağmurla tetiklenen heyelanlar ciddi can ve mal kayıplarına neden olan doğal afetlerin başında gelmektedir. Her yıl yağış kaynaklı heyelan vakaları nedeniyle dünyanın pek çok ülkesinde yaşayan insanlar dramatik şekilde etkilenmektedir. Ülkeler heyelanlar nedeniyle meydana gelen hasarları onarmak amacıyla bütçelerinden milyonlarca dolar harcama yapmak zorunda kalabilmektedir. Küresel ısınma ve değişen iklim koşullarına bağlı olarak gelecek on yıllar boyunca yağış kaynaklı heyelan vakalarının sayılarında artışların beklenmesi bu konudaki kaygıları daha da artırmaktadır.

Yağmurla tetiklenen heyelanların tahmininde kullanılan yöntemlerin çoğu heyelanları tetikleyen yağış karakteristiklerinin incelendiği istatiksel temellere dayanmaktadır. Bu yöntemlerde heyelan vakalarıyla bu heyelanları tetikleyen yağış şiddetleri ve süreleri arasında ilişki kurularak heyelan yağış eşiği bağıntısı ortaya konulmaktadır. Çoğu zaman heyelan erken uyarı sistemlerinde veri tabanı olarak kullanılan bu yöntemlerde heyelan mekanizmasının ve zeminin geoteknik özelliklerinin dikkate alınmayışı heyelan vakaların tahmin edilmesinde güvenilirliği önemli ölçüde etkilemektedir.

Diğer taraftan heyelan analizlerinde klasik zemin mekaniği yani doygun zemin mekaniğinde kullanılan yöntemler de sıklıkla kullanılmaktadır. Klasik zemin mekaniğiyle yapılan analizlerde zeminin ya tamamen kuru ya da tamamen doygun olduğu varsayılmaktadır. Zemin taneleri arası boşluklardaki su ve hava ara yüzeyindeki etkileşimler, doygun olmayan koşullardaki dayanım ve hidrolik özellikler klasik zemin mekaniğinde göz önüne alınmamaktadır. Oysa zeminler doğada daha çok doygun olmayan koşullarda bulunmaktadır ve bu etkilerin göz önüne alınmasını gerektirmektedir. Yine de klasik zemin mekaniğiyle yapılan analizler basit ve güvenli tarafta kaldığından uygulamada sıklıkla tercih edilmektedir. Ne var ki analiz sonucunda yapılan tasarımlar fazladan güvenli tarafta olduğunda ekonomik olmamakta ve örneğin yağmurla tetiklenen heyelan problemlerinde olduğu gibi yağışa bağlı olarak heyelan zamanını tahmin etmede yetersiz kalmaktadır.

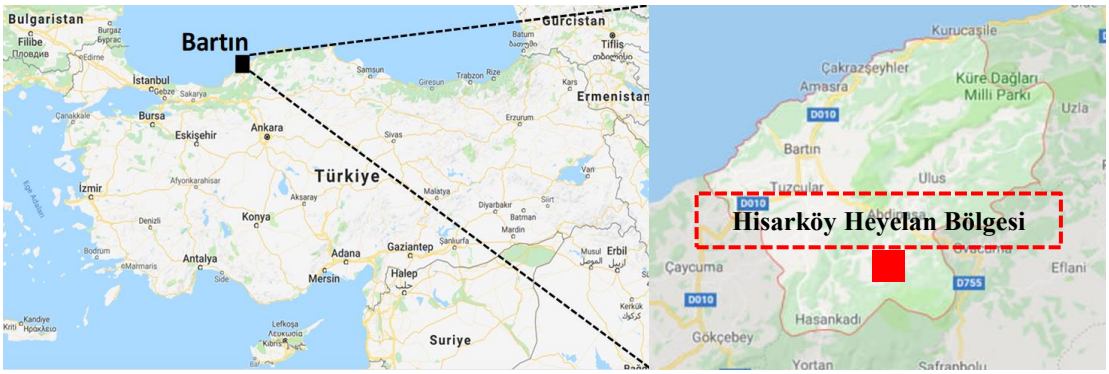
Şevlerin stabilitesi üzerine yapılan çeşitli çalışmalarda doymamış zemin şevlerine yağmur suyunun infiltrasyonunun şevlerin duraylılığını önemli ölçüde etkilediği ifade edilmiştir. Başlangıçta suya doygun olmayan zeminler yağmurdan önce belli bir matrik emme değerine sahiptir. Matrik emme hava basıncıyla boşluksuyu basıncı arasındaki farktır ($u_a - u_w$) ve doygun olmayan zeminin kayma mukavemetini artırıcı yönde bir etki yapmaktadır. Yağmur suyunun doymamış zemin şevine infiltrasyonu ile zeminin doygunluğu artmaya, matrik emmesi azalmaya başlamaktadır. Zamanla zeminin kayma mukavemeti azalmaya ilerleyen aşamada zeminde deformasyonların gelişmesine ve nihayetinde başlangıçta hareketsiz olan zemin kütlesinin hareket kazanarak duraysızlaşmasına neden olmaktadır. Yağmurla tetiklenen heyelanların mekanizmasının ve heyelana neden olan faktörlerin anlaşılmasında yağmurun zemine sızmasıyla zeminin matrik emmesinde, su içeriğinde, boşluk suyu basıncında ve dolayısıyla hidro-mekanik özelliklerinde meydana gelen değişimlerin incelenmesi gerekmektedir.

Literatürde yağmurla tetiklenen heyelanların gözlemlendiği çeşitli coğrafi bölgeler için yağış karakteristikleri, zemin özellikleri, yamaç geometrisi irdelenerek heyelanların hidro-mekanik davranışı

üzerinde çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmada Türkiye'de yağış kaynaklı heyelan vakalarının en fazla görüldüğü illerinden biri olan Bartın'da, temsili bir heyelanlı bölge belirlenerek yağışın stabilite üzerindeki etkileri incelenmiştir. Heyelanlı bölgeye yağan yağış miktarı, süresi, yeraltı su seviyesindeki dalgalanmalar sahaya yerleştirilen sensörlerle ölçülmüştür. Zemin numunelerinin geoteknik özelliklerini belirlemek amacıyla laboratuvarda temel fiziksel özelliklerin, sınıflandırma, doygun dayanım ve doygun permeabilite katsayısının belirlenmesi, su tutma eğrisinin belirlenmesine yönelik deneyler yapılmıştır. Doygun olmayan dayanım ve permeabilite katsayısı literatürde önerilen güçlü eşitliklerden biriyle tahmin edilmiştir.

2. MATERYAL VE METOT

Çalışma konusu heyelanlı bölge Türkiye'de yağış kaynaklı heyelan vakalarının en fazla görüldüğü illerinden biri olan Bartın'da, Ulus ilçesi Kumluca beldesine bağlı Hisar köyünde yer almaktadır (Şekil 1). Hisar köyü Bartın Merkeze 42 km, Ulus ilçesine 24 km mesafededir. Bölgede temel zeminini yörede geniş yayılım gösteren filişler oluşturmaktadır. Bu filişler değişik kalınlıkta kumtaşı, kiltaşı ardalanması sunmaktadırlar. Filişlerin üzerinde kalınlığı yer yer değişen ayrışma malzemesi olan kumlu killi zemin ve kumtaşı kiltaşı orijinli blok malzemeler bulunmaktadır. Bartın ilinde heyelanların en fazla görüldüğü jeolojik formasyon olan Ulus formasyonuna ait olan bu birimler geoteknik profil açısından tipiktir. Heyelan bölgesinde yürütülen çalışmalar saha çalışmaları, laboratuvar çalışmaları ve numerik modelleme çalışmaları aşamalarından oluşmaktadır.



Şekil 1. Hisarköy Heyelan Bölgesi

2.1. Saha Çalışmaları

Heyelanlı bölgenin geoteknik profilini belirlemek amacıyla heyelanın taç bölgesinde 20 m., orta bölgede 23 m. ve topukta 20 m. derinliklerinde olmak üzere 3 adet sondaj kuyusu açılmıştır. Zemin formasyonlarında, zeminin doğal su içeriğini değiştirmemek amacıyla augerle susuz olarak ilerlenmiştir. Kaya formasyonlarında wireline sistemle çift tüplü karotiyer kullanılarak sondaj çalışmaları yürütülmüştür. Zemin formasyonlarında yapılan sondajlarda örselenmemiş numuneler zemin profilini tanımlamaya, zeminin fiziksel ve hidro-mekanik özelliklerini belirlemeye yetecek kadar sayıda ve derinliklerde shelby tüpleriyle alınmıştır. Örselenmiş numuneler SPT numune alıcılarıyla alınmıştır. Belirtilen nihai derinliğe ulaşan sondaj kuyuları kapatılmayıp içine 50 mm çapında 3 m. uzunluğunda delikli piyezometre boruları birbirine eklenerek ve sonrasında filtreleme işlemleri yapılarak yeraltı su seviyelerini ölçmek amacıyla piyezometre kuyuları ayrıca teşkil edilmiştir.

Zemine infiltre olan yağmur suyunun zemin nem içeriğinde ve matrik emmesinde meydana getirdiği değişiklikler yağan yağış miktarı ve süresiyle yakından ilişkilidir. Bu ilişkiyi doğru olarak tespit edebilmek amacıyla heyelan bölgesine yağış ölçüm sensörü yerleştirilmiş, yağış miktarı ve sürelerinin sahadan direkt olarak ölçülmesi sağlanmıştır.

İklim koşullarına bağlı olarak yeraltı su seviyelerinde sürekli değişimler söz konusudur. Karlı ve yağışlı zamanlarda yeraltı su seviyesi yükselirken, sıcak ve kurak zamanlarda alçalmaktadır. Yeraltı su seviyesindeki bu dalgalanmalar zemindeki pozitif boşluksuyu basıncı dağılımını ve negatif emme

profilini, dolayısıyla stabiliteyi etkilemektedir. Heyelanların hidro-mekanik davranışını incelerken yeraltı su seviyesindeki bu dalgalanmalar ile pozitif boşluk suyu basıncı değişimlerinin de incelenmesi büyük önem taşımaktadır. Bu çalışma kapsamında SK1 ve SK3 kuyularına dalgıç tipi elektronik su seviyesi kaydedici sensörler yerleştirilerek yeraltı su seviyesindeki değişimler izlenmiştir. Hisarköyü heyelan bölgesine yerleştirilen sensörlerden veriler saatlik olarak alınmaktadır. Bölge iki yıldan fazla bir süredir aletli ve aletsiz olarak izlenmektedir (Şekil 2).

Şekil 2. Hisarköy Heyelan Bölgesine yerleştirilen sensörler ve sondaj lokasyonları a) Yağış Ölçüm Sensörü b) Yeraltı Su Seviyesi Ölçüm Sensörü c) Sondaj Lokasyonları

2.2. Laboratuvar Çalışmaları

Yağış infiltrasyonunun yamacın stabilitesi üzerindeki etkilerini analiz etmek için heyelanlı bölge zeminlerinin temel fiziksel özelliklerinin, zemin sınıfının, doygun ve doygun olmayan dayanım ve hidrolik parametrelerinin öncelikle belirlenmesi gerekmektedir. Heyelanlı bölgeden alınan zemin numunelerinin temel fiziksel özellikleri doğal su içeriğinin, doğal birim hacim ağırlığının ve özgül ağırlığının belirlenmesine yönelik deneylerden elde edilmiştir. Zeminler elek analizi, hidrometre, özgül ağırlık, likit limit ve plastik limit deneyleri yapılarak sınıflandırılmıştır. Heyelan bölgesi zemininin doygun kayma dayanımı parametreleri (efektif kohezyon ve efektif içsel sürtünme açısı) konsolidasyonlu drenajsiz (CU) üç eksenli basınç deneyleri ile belirlenmiştir. Doygun permeabilite katsayısı düşen seviyeli permeabilite deneyi ile belirlenmiştir.

Doygun olmayan zeminlerin kayma mukavemetinin laboratuvarda belirlenmesi emme kontrollü kesme deneylerinin yapılmasına imkan tanıyan komplike direkt kesme ve üç eksenli basınç deneyleri ile mümkün olabilmektedir. Bu deney düzenekleri bulunmadığında doygun olmayan zeminlerin kayma dayanımının, doygun zeminin kayma dayanımı parametrelerine bağlı olarak hesaplanılabileceği literatürde çeşitli çalışmalarla gösterilmiştir (Vanapalli vd., 1996; Vanapalli ve Fredlund 2000). Bu çalışmada doygun olmayan zeminlerin kayma dayanımının hesaplanmasında Vanapalli vd. (1996) tarafından önerilen aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır.

$$\tau = c' + (\sigma_n - u_a)tan\phi' + (u_a - u_w)\left(\frac{\theta - \theta_r}{\theta_s - \theta_r}\right)tan\phi' \quad (1)$$

Eşitlikte (τ) kayma mukavemetini, (c') efektif kohezyonu, (ϕ') efektif içsel sürtünme açısını, (σ_n -u_a) net normal gerilmeyi, (u_a - u_w) matrik emmeyi, (θ) hacimsel su içeriğini, (θ_r) rezidüel hacimsel su içeriğini, (θ_s) doygun hacimsel su içeriğini ifade etmektedir. Vanapalli vd. (1996) göre doygun olmayan zeminlerin kayma dayanımı doygun zeminlerin kayma dayanımı parametrelerine ve zemin su karakteristik eğrisine bağlı olarak nonlineer değişmektedir. Dolayısıyla kayma dayanımının hesaplanmasında efektik kayma dayanımı parametrelerinin yanında zemin su karakteristik eğrisinin de belirlenmesi gerekmektedir. Zemin su karakteristik eğrisi ASTM D6836 standardında tarif edilen basınç plakası yöntemiyle belirlenmiştir.

Doygun olmayan zeminlerde geçirimlilik katsayısı zeminin matrik emme gerilmesine bağlı olarak değişir. Zeminin hidrolik iletkenlik fonksiyonu, matrik emme gerilmesi ile permeabilite katsayısı arasındaki ilişkidir. Hidrolik iletkenlik fonsiyonunun laboratuvarda doğrudan ölçümü masraflı ve zaman alan bir çalışma olduğundan literatürde çeşitli araştırmacılar tarafından dolaylı olarak belirlenebileceği gösterilmiştir. Fredlund vd. (1994) ve Van Genuchten (1980) zemin su karakteristik eğrisini elde etmede hidrolik iletkenlik fonksiyonun kullanılabilirliğini gösteren istatistiksel yöntemlere dayalı modeller ortaya koymuşlardır. Projede hidrolik iletkenlik fonksiyonunu elde etmede Van Genuchten (1980) tarafından önerilen matematiksel modelden yararlanılmıştır.

2.3. Numerik Modelleme Çalışmaları

Saha çalışmaları ve laboratuvar çalışmaları sonucunda elde edilen verilerden yararlanılarak ilgili heyelan vakası Geostudio yazılımında modellenmiştir. Analizler üç aşamadan oluşmaktadır. Başlangıç sınır koşullarının tanımlanması, yağış infitrasyonu ve stabilite analizi.

Saha çalışmalarında ölçüme dayalı elde edilen yeraltı su seviyesi ve laboratuvar zemin su karakteristik eğrisinden elde edilen matrik emme değerleri göz önüne alınarak yazılımda başlangıç sınır koşulları tanımlanmıştır. Bu bildiri kapsamında yeraltı su seviyesi zemin yüzeyinden 4.5 metre derinliğinde ve matrik emme değeri zemin profilinde -200 kPa olacak şekilde başlangıç sınır koşulu oluşturulmuştur.

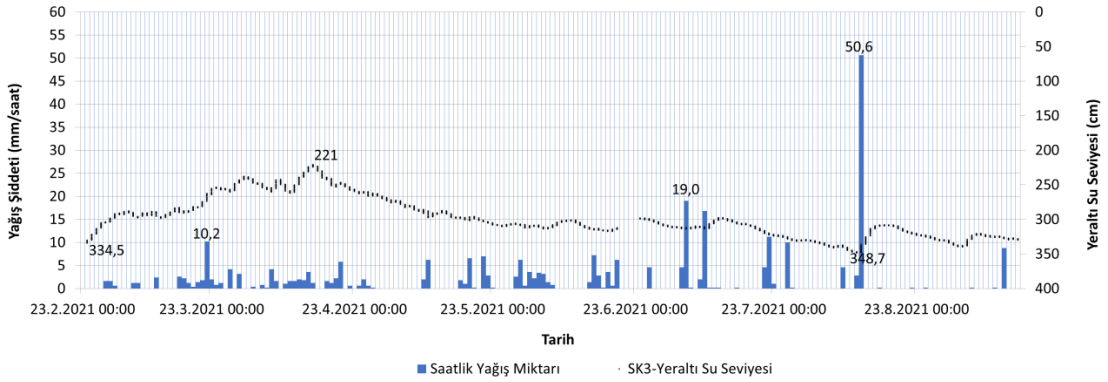
Başlangıç sınır koşulları tanımlanan zemin modeline heyelanlı bölgede gözlemlenen çeşitli yağış şiddetleri göz önüne alınarak Geostudio yazılımında kararsız durum akış analizi yapılmıştır. Analiz sonucunda zaman içinde gelişen yeni yeraltı su seviyesi ve matrik emme değerleri elde edilmiştir. Bu bildiri kapsamında 10mm/saat – 20mm/saat – 30mm/saat – 40mm/saat – 50mm/saat – 60mm/saat – 70 mm/saat – 80mm/saat şiddetindeki yağışlar üzerinde çalışmalar yapılmıştır.

Yağış infiltrasyon analizi aşaması sonucunda elde edilen boşluk basınçları kullanılarak limit denge yöntemiyle yamacın stabilite analizleri yapılmıştır. Yağışla zaman içinde değişen stabilite durumu güvenlik faktörleri hesaplanarak incelenmiştir. Göçmeye neden olan faktörler yağış infiltrasyon analizi sonuçlarıyla birlikte ele alınarak tartışılmıştır.

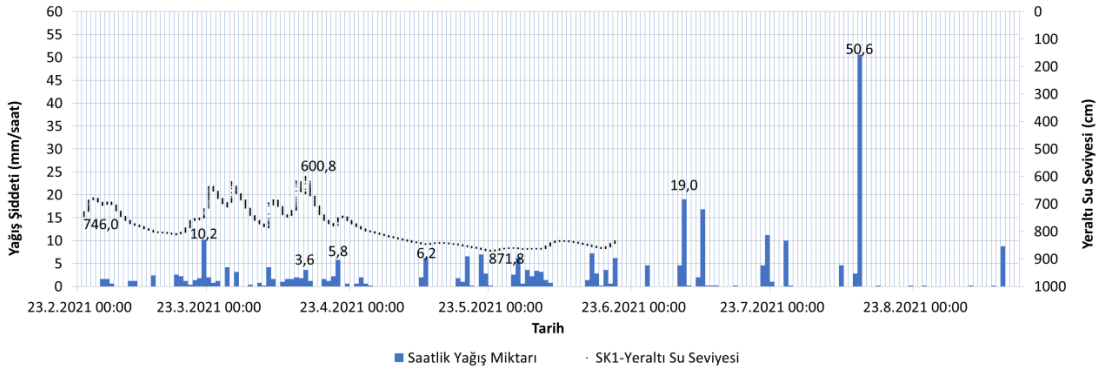
3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Aletli gözlem neticesinde 23.02.2021-14.09.2021 tarihleri aralığında heyelanlı bölgeye yağan yağış şiddetleri ve yeraltı su seviyesindeki değişimler grafiklerde verilmiştir (Şekil3, Şekil4). SK3 kuyusunda yeraltı su seviyesi ölçümleri 23.02.2021-14.09.2021 tarihi aralığında, SK1 kuyusunda 23.02.2021-19.06.2021 tarihi aralığında elde edilebilmiştir. Grafikler incelendiğinde belirtilen tarih aralıklarında SK3 kuyusunda yeraltı su seviyesinin 221,0 - 348,7 cm aralığında; SK1 kuyusunda 600,8 – 871,8 cm aralığında değişim gösterdiği görülmektedir. SK1 kuyusunda en sığ yeraltı su seviyesi 600,8 cm ile 13.04.2021 tarihinde; SK3 kuyusunda ise 221 cm ile 14.04.2021 tarihinde ölçülmüştür. En derin yeraltı su seviyesi SK1 kuyusunda 871,8 cm ile 23.5.2021 tarihinde; SK3 kuyusunda 348,7 cm ile 10.08.2021 tarihinde ölçülmüştür. Grafikler incelendiğinde Mart ve Nisan aylarında düşük şiddetli uzun süreli yağışlarla birlikte yer altı su seviyesinin artma eğiliminde olduğu görülmektedir. Nisan ayından sonra yağışlı gün sayılarının azalmasıyla yeraltı su seviyesi alçalmaya başlamaktadır. Temmuz ve Ağustos aylarında gözlemlenen kısa süreli şiddetli yağışlardan sonra (19,0 mm/saat, 50,6 mm/saat) yeraltı su

seviyesinde düşük şiddetli uzun süreli yağışlarda gözlemlendiği şekilde dikkate değer bir artış gözlemlenmemiştir.



Şekil 3. SK3 Kuyusunda Yağış Şiddeti ile Yeraltı Su Seviyesinin Değişimleri

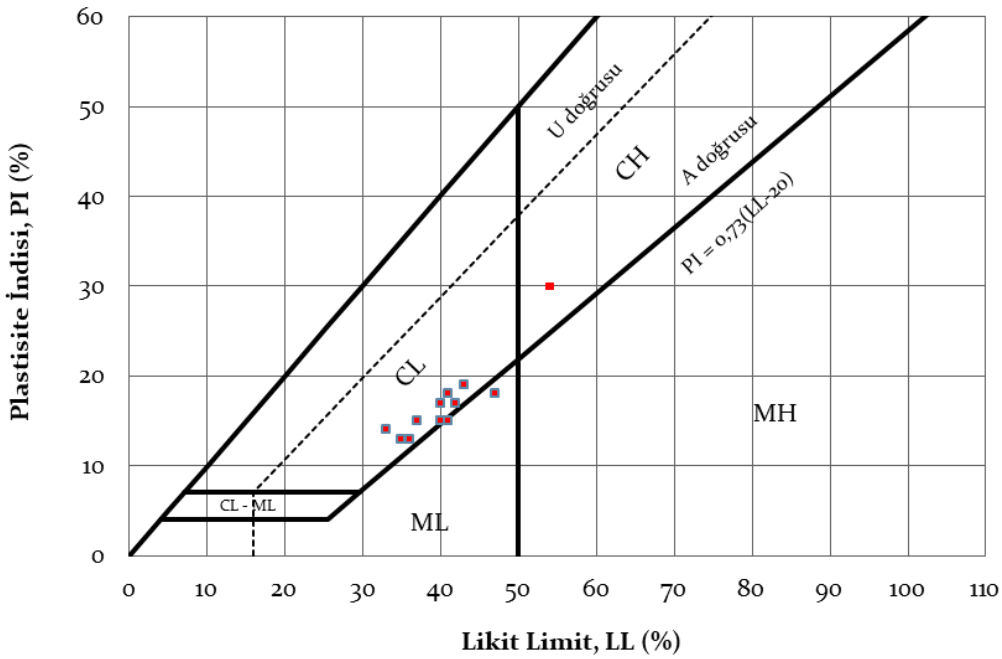


Şekil 4. SK1 Kuyusunda Yağış Şiddeti ile Yeraltı Su Seviyesinin Değişimleri

Zeminlerin ASTM dane çapı dağılımlarına göre sınıflandırmaları Tablo 1'de verilmiştir. Tablo incelendiğinde çakıl dane boyutu %2-%34, kum %11-%19, silt %26-%48, kil %12-%46 aralıklarında değişim gösterdiği görülmektedir. Heyelan bölgesindeki zeminlerin plastisite grafiğindeki dağılımı Şekil 5'te gösterilmiştir. Zeminlerin plastisite indisi ve likit limit değerleri göz önüne alındığında, plastisite grafiğinde A doğrusuna yakın olarak CL tarafında kümelendiği görülmektedir.

Tablo 1. Çalışma bölgesi zeminlerinin Astm dane çapı dağılımlarına göre sınıflandırılması

Sondaj No	Numune No	Derinlik (m)	Çakıl (%)	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)
SK1	UD	1,5-2,00	11	19	36	34
	SPT	2,00-2,45	31	18	39	12
	UD	3,00-3,50	6	14	42	38
	SPT	3,50-3,95	20	17	45	18
	SPT	4,5-4,95	20	19	40	21
	UD	6,00-6,50	2	17	39	42
SK2	UD	1,50-2,00	3	11	40	46
	SPT	2,00-2,45	34	11	26	29
	UD	3,00-3,50	11	13	44	32
	SPT	3,50-3,95	9	19	48	24
SK3	UD	1,50-2,00	4	16	43	37
	SPT	2,00-2,45	7	12	38	43
	UD	3,00-3,50	12	14	36	38
	SPT	3,50-3,95	20	16	37	27



Şekil 5. Heyelan bölgelerindeki zeminlerin plastisite grafiğinde gösterimi

Saha çalışmaları ve laboratuvar çalışmaları sonucunda temin edilen verilerden yararlanılarak ilgili heyelan vakası Geostudio yazılımında modellenmiştir. Bu bildiri kapsamında analizlerde kullanılan zemin ve kaya malzemelerine ait geoteknik ve hidro-mekanik özellikler Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Hisarköy heyelanı için modellemede kullanılan geoteknik ve hidro-mekanik özellikler

Parametre	Zemin	Ayrışmış Kaya
c'(kPa)	8	62
ø'	21	33
γ (kN/m^3)	20	25
k_s (m/sn)	1,25x10$^{-5(*)}$	1,25x10$^{-5(*)}$
SWCC	*	*
HCF	**	**

* Deneysel Veri Noktalarına Van Genuchten (1980) modeli uyarlandı
** Doygun permeabilite katsayısına Van Genuchten (1980) modeli uyarlandı
(*)Bu çalışma kapsamında parametrik olarak incelendi

Şekil 6'da başlangıç koşullarında ve bu koşullardan sonra 10 mm/saat'lik yağış şiddetiyle 48 saat yağan bir yağış neticesinde gelişen boşluk suyu basınçları örnek olarak verilmiştir. Şekil 6a'da görüldüğü üzere başlangıçta negatif boşluk suyu basınçları yeraltı su seviyesinin üzerinde ve – 200 kPa değerindedir. Yağışın başlamasıyla yeraltı su seviyesi yükselmeye ve başlangıçta negatif olan boşluk suyu basıncının pozitife doğru değişim gösterdiği görülmektedir (Şekil 6b).

Başlangıç koşullarında ve yağış infiltrasyonu analizi sonucunda hesaplanan boşluk suyu basınçlarını göz önüne alarak yapılan stabilite analizlerinde heyelanlı bölgenin göçmeye karşı güvenlik faktörü ve kayma yüzeyleri Şekil 6(c)-(d)'de verilmiştir. Başlangıçta zemin profili negatif boşluk suyu basıncına sahip olup alttaki ayrışmış kaya malzemesinden daha yüksek dayanıma sahiptir. Bu durumda kritik kayma yüzeyi ayrışmış kaya malzemesinden geçmekte ve yamacın göçmeye karşı güvenlik faktörü 2,598 olarak hesaplanmaktadır. Yağışla birlikte yamacın güvenlik faktöründe meydana gelen değişimler Şekil 7'de gösterilmektedir. Yağışın yamaca yağmasıyla birlikte zamanla zemin profilindeki negatif boşluk suyu basıncı ile yer altı su seviyesi arasında hidrolik denge kuruluncaya kadar yeraltı su seviyesi alçalmaktadır. Yeraltı su seviyesinin alçalmasından dolayı ayrışmış kaya malzemesinde efektif gerilme artacağından yamacın göçmeye karşı güvenlik faktöründe bundan dolayı bir miktar artış görülmektedir Yağışın devam etmesiyle birlikte yeraltı su seviyesi bundan sonra artmaya zemininin negatif boşluk suyu basıncı (matrik emme değeri) pozitife doğru yön değiştirmeye başlar. Nihayet yağışın başlamasından 1,5 gün sonra yamacın göçmeye karşı güvenlik faktörü 1 civarlarına yaklaşır ve yamaç yenilir.

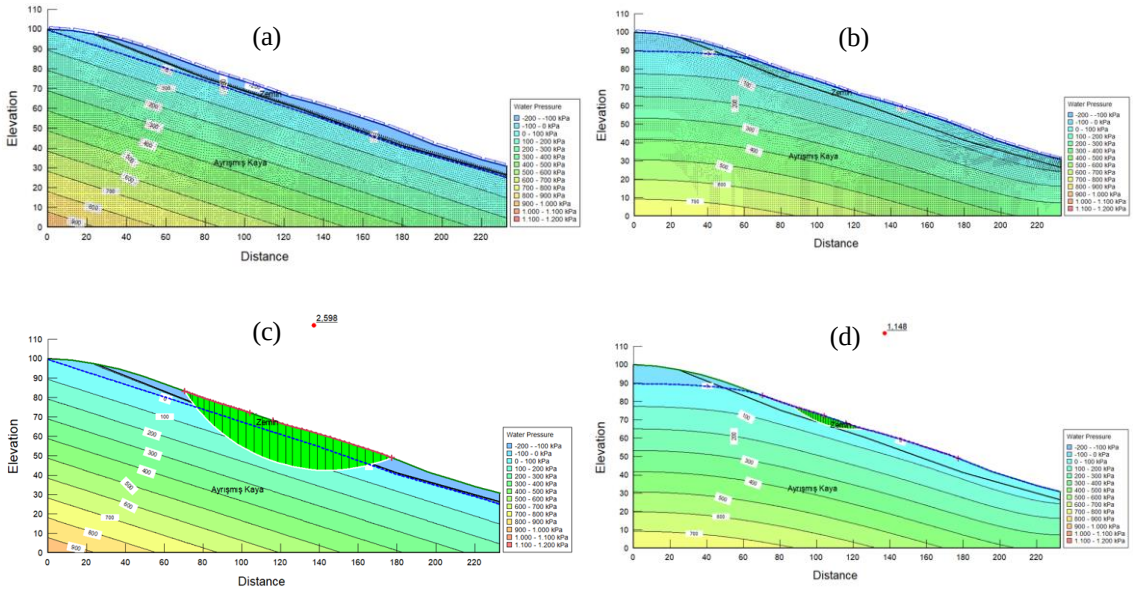
4. SONUÇ

Yapılan çalışmalar yamacın başlangıç sınır koşullarının (yeraltı su seviyesi ve özellikle zeminin matrik emme profilinin) doğru bir şekilde belirlenmesiyle doygun olmayan zemin mekaniği ilkelerini kullanarak iki boyutlu kararsız sızma analizi ve limit denge yöntemleriyle heyelan vakalarının gerçek zamanlı tahmin edilebilirliğini göstermektedir.

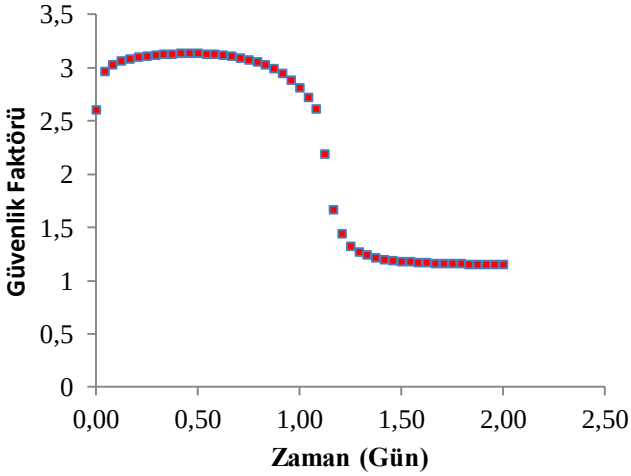
Yağış şiddetinin ve süresinin stabiliteyi etkilediği yapılan çalışmalarda görülmüştür Duraysızlık, düşük şiddetli yağışlarda daha uzun süreli yağışlardan sonra; yüksek şiddetli yağışlarda ise nispeten daha kısa süreli yağışlardan sonra meydana geldiği görülmüştür.

İnceleme bölgesinde meydana gelen duraysızlığın temel nedeni yağışın doygun olmayan zemine sızmasıyla kayma yüzeyinde negatif boşluk suyu basınçlarının etkilerinin kaybolması ve yeraltı su seviyesinin yükselmesiyle kayma yüzeyinde pozitif boşluksuyu basınçlarının oluşmasıdır.

Heyelan bölgesindeki zeminlerin büyük çoğunluğunun düşük plastisiteli kil (CL) sınıfında zeminler olduğu görülmüştür. Zeminlerin likit limit ve plastisite indisi göz önüne alındığında plastisite grafiğinde A doğrusuna yakın olarak CL tarafında kümelendiği görülmektedir.



Şekil 6. İki boyutlu karasız infiltrasyon ve limit denge stabilite analizi sonuçları a) Başlangıç sınır koşullarında boşluk suyu basınçlarının dağılımı b) 48 saat süren 10 mm/saat yağış şiddeti sonunda gelişen boşluk suyu basınçları c) Başlangıç sınır koşulunda kritik kayma yüzeyi ve göçmeye karşı güvenlik faktörü d) 48 saat süren 10 mm/saat yağış şiddeti sonunda gelişen kritik kayma yüzeyi ve göçmeye karşı güvenlik faktörü



Şekil 7. Zamana bağlı olarak güvenlik faktörünün değişimi

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından 120M436 no'lu projenin ve Gazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlük Birimi tarafından 06/2018-29 no'lu projenin mali destekleriyle gerçekleştirilmiştir.

KAYNAKLAR

ASTM D6836-16 – (2016). "Standard test methods for determination of the soil water characteristic curve for desorption using hanging column, pressure extractor, chilled mirror hygrometer, or centrifuge", ASTM International, West Conshohocken, PA.

Fredlund D.G., Xing A., and Huang S., (1994). "Predicting the permeability function for unsaturated soils using the soil water characteristic curve", Canadian Geotechnical Journal, 31(3), 533-546.

Vanapalli S.K., Fredlund D.G., Pufahl D.E., Clifton A.W., (1996). "Model for the prediction of shear strength with respect to soil suction", Can Geotech J 33:379–392.

Van Genuchten M.T., (1980). "A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils", Soil Sci. Soc. Of Am. J., 44, 892-898.

Vanapalli S. K., Fredlund D. G., (2000). "Comparison of empirical procedures to predict the shear strength of unsaturated soils using the soil-water characteristic curve", In advances in Unsaturated Geotechnics, Shackelford, C. D, Houston, S. L., AND Chang, N. Y., eds., GSP No. 99, ASCE, Reston, VA, 195-209.

Presentation ID / Sunum No= 71

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID:

İklim Değişikliğine Uyum Sürecinde Dirençli Kentler İçin Doğa Tabanlı Çözümler

Doç. Dr. Şule KISAKÜREK[1], Prof. Dr. Sebahat AÇIKSÖZ[2], Prof. Dr. Nilgül KARADENİZ[3]

[1] *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, skazanci@ksu.edu.tr*

[2] *Bartın Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, saciksoz@bartin.edu.tr*

[3] *Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, nkaradeniz@ankara.edu.tr*

Özet

İklim değişikliği günümüzde küresel ölçekte çözümlenmeye çalışılan en kritik sorunlardan biridir. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'nin 6. Değerlendirme Raporuna göre atmosferdeki karbondioksit yoğunluğu en yüksek seviyeye ulaşmıştır. İklim değişikliği, deniz sularının yükselmesi, ani yağışlar, fırtınalar, sel baskınları, sıcaklık dalgaları, kuraklık vb. olayları tetiklemekte afetlere ve kitlesel göçlere neden olmaktadır. Öte yandan Dünya nüfusunun % 68'i kentlerde yaşamakta, kentler doğal kaynak tüketiminde ve sera gazı üretiminde en büyük payı almaktadır. Bu bağlamda kentler iklim değişikliğine uyum sürecinde hızlı ve yenilikçi mekanizmaların, çözümlerin üretilmesi gereken mekânlar olarak ön plana çıkmaktadır. Küresel olarak kabul gören bu mekanizmalardan biri dirençli kentler yaklaşımıdır. Bir kentin dirençli olması, kent ekosisteminin ekolojik işleyişini sürdürmesi, değişen tüm koşullara uyum sağlaması ve bu koşullara birlikte dönüşebilme yeteneğine sahip olmasıdır. Bir kenti dirençli hale getirebilmek için çok boyutlu ve çok katmanlı politikalara ve uygulamalara ihtiyaç duyulmaktadır. Buna bağlı olarak, kentlerde, ekosistem hizmetlerinin sürekliliğini sağlayacak doğal süreçleri gören, bu süreçlere saygı duyan, çevresel, sosyal ve ekonomik faydalar sağlayan "Doğa Tabanlı Çözümler" gündeme gelmiştir. Çalışmanın amacı, kentsel yerleşimleri iklim değişikliğinin etkilerine karşı dirençli hale getirebilmek üzere yerel yönetimlerin uygulayabileceği en etkili mekanizma olarak Doğa Tabanlı Çözümlerin uluslararası ve ulusal örneklerle incelenmesidir. Bu bağlamda özellikle yeşil-mavi altyapı, yeşil çatı, yağmur bahçesi uygulamalarının en sık kullanılan doğa tabanlı çözüm araçları olduğu görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kentsel ekosistemler, Peyzaj Planlama, Ekosistem hizmetleri, Soğuk Kentler.

Nature Based Solutions for Resilient Cities in the Process of Adaptation to Climate Change

Abstract

Climate change is one of the most critical problems that are tried to be solved on a global scale today. According to the 6th Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, the concentration of CO_2 in the atmosphere has reached its highest level. Climate change triggers the disasters such as rising sea waters, sudden rains, storms, floods, heat waves in the cities, drought, etc. and causes mass migrations. On the other hand, 68% of the world's population lives in cities, and cities have the largest share in natural resource consumption and greenhouse gas production. In this context, cities come to the forefront as places where rapid and innovative mechanisms and solutions should be produced in the adaptation process to climate change. One of these globally accepted mechanisms is the resilient cities approach. A city's resilience is that it maintains the ecological functioning of the urban ecosystem, adapts to all changing conditions and has the ability to transform into these conditions together. Multidimensional and multi-layered policies and practices are needed to create a resillient city. Accordingly, "Nature-Based Solutions" that consider and respect natural processes that will ensure the continuity of Ecosystem Services in cities and provide environmental, social and economic benefits have come to the fore. The aim of the study is to examine Nature-Based Solutions with international and national examples as the most effective mechanism that local governments can implement in order to make urban settlements resilient to the effects of climate change. In this context, it is seen that especially green-blue infrastructure, green roof, rain garden applications are the most frequently used nature-based solution tools.

Keywords: Urban Ecosystems, Landscape Planning, Ecosystem Services, Cold Cities.

1. GİRİŞ

Sanayi devriminden bugüne sera gazlarının küresel düzeyde artışı ve özellikle de CO_2 seviyesinin % 40 oranında artış göstermesi sadece sıcaklık artışına değil aynı zamanda kuraklık, şiddetli sel ve kasırga ile çok geniş alanları etkileyen yangınlar gibi olayları tetiklemektedir. Öte yandan okyanus ve deniz suyu seviyelerindeki yükselme, okyanuslarda asit oranının artışı ve buzulların erimesi gibi etkilerine bağlı olarak iklim değişikliği nedeniyle, bitkiler, hayvanlar ve ekosistemlerin yanı sıra insan toplulukları da ciddi risk altındadır (WWF, 2021a).

İklim Değişikliği; Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS) tarafından "*Karşılaştırılabilir zaman dilimlerinde gözlenen doğal iklim değişikliğine ek olarak, doğrudan veya dolaylı olarak küresel atmosferin bileşimini değiştiren insan faaliyetleri sonucunda iklimde oluşan bir değişiklik*" olarak tanımlanmaktadır (ÇŞİDB, 2021a:5). İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi öncesinde imzalanan Viyana Sözleşmesi (1985) ve Montreal Protokolü (1987), iklim değişikliği sorununu öngörmeleri nedeniyle önem taşımaktadırlar. Montreal Protokolü, o dönem henüz kesinlik kazanmamış olan bilimsel sonuçlar ışığında, ozon tabakasını incelten insan kaynaklı maddelerin çok taraflı bir anlaşma temelinde kısıtlanmasını öngörmüştür. Bu kapsamda Montreal Protokolü, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nin oluşturulmasında bir dönüm noktasını oluşturmaktadır (DB, 2021).

İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi sera gazı salınım seviyesinin küresel ölçekte tartışıldığı Çevre ve Kalkınma Konferansı (Rio de Jenerio-1992)'nın önemli çıktıları arasında yer almaktadır. Sözleşme 1994 yılında yürürlüğe girmiştir. Rio Konferansı sonrasında her yıl düzenlenen Taraflar Konferansı (*Conferences of the Parties*-COP)'nın üçüncüsü 1997 yılında Kyoto'da düzenlenmiş ve bu Konferans sonucunda sera gazı seviyelerinden ülkeleri sorumlu tutan, gelişmişlik durumlarına göre ülkelere yükümlülükler getiren Kyoto Protokolü imzalanmıştır. 2009 yılı Kopenhag'da düzenlenen İklim Zirvesi (COP15)'nin ardından, 2015 yılında COP21'de tüm tarafları sürece dâhil etmeyi amaçlayan Paris Anlaşması imzalanmıştır (Çizelge 1) (ÇŞİDB, 2021b).

Paris Anlaşması'nın yasal olarak bağlayıcı olması, sera gazı emisyon azaltımları ile ilgili olarak ülkelerin kendi verdikleri taahhütleri içermesi, aşağıdan yukarıya doğru işleyen bir mekanizma oluşturulması ve devlet başkanları düzeyinde imzalanmış olması Paris Anlaşması'nı farklı ve önemli kılmaktadır. Paris Anlaşması, 7 Ekim 2021 tarihinde Türkiye Büyük Millet Meclisi tarafından onaylanarak yürürlüğe girmiştir (ÇŞİDB, 2021b).

Bugüne kadar 191 ülkenin taraf olduğu Anlaşma; küresel ortalama yüzey sıcaklığındaki artışı 2 derece ile sınırlandırmayı, mümkünse 1,5 derecenin altında tutarak bu doğrultuda, yüzyılın ortasına kadar sera gazı emisyonlarının sıfırlanması için ülkelerin ortak çalışmasını teşvik etmektedir (WWF, 2021b). Anlaşma, ayrıca ülkelerin iklim değişikliği etkileri ile mücadelede yeteneklerini artırmak ve düşük sera gazı emisyonları ile iklime dayanıklı bir yol haritası çizebilmeleri için tutarlı finansman akışları sağlamayı hedeflemektedir (Çizelge 2) (UNFCCC,2021a).

Paris Anlaşması'nın IPCC tarafından oluşturulan bilimsel altyapıya bağlı olarak metinleştirilmesi, sera gazı azaltımı konusunda ülkelerin her beş yılda hedeflerini revize etmesini isteyen dinamik yapısı ve 2050 sonrası için sıfır emisyonu hedefleyen uzun soluklu yapısı, sonuç getirici olabileceğini göstermektedir (Karakaya 2016).

Paris Anlaşması iklim değişikliğiyle mücadele için gerekli görülen önemli konuları ele almaktadır. Anlaşmanın önemli yönlerini; uzun vadeli sıcaklık hedefi, iklim tarafsızlığı, azaltma, karbon yutakları ve rezervuar alanları korumak ve geliştirmek, azaltım sonuçlarının paylaşılması ve işbirliği, sürdürülebilir kalkınma, finansal destek, eğitim şeffaflık uygulama ve uyumluluk ve stok sayımı olmak üzere dokuz başlıkta toplamak mümkündür (Çizelge 2.) (UNFCCC, 2021a).

Çizelge 1. İklim Değişikliği Süreci (ÇSİDB, 2021a,b; DB, 2021'den yararlanarak).

Uluslararası Anlaşmalar	Tarih	Toplantı Yeri Kent/Ülke
Ozon Tabakasının Korunması için Viyana Sözleşmesi'	1985	Viyana/ Avusturya
Ozon Tabakasını İncelten Maddeler İlişkin Montreal Protokolü	1987	Montreal/ Kanada
Rio Zirvesi BM (İklim değişikliği Çerçeve sözleşmesi	1992	Rio de Jenerio/ Brezilya
COP1 (Berlin Zirvesi)	1995	Berlin/ Almanya
COP2	1996	Cenevre/ İsviçre
COP3 (Kyoto Protokolü)	1997	Kyoto/ Japonya
COP4	1998	Buenos Aires/ Arjantin
COP5	1999	Bonn/ Almanya
COP6	2000	Haque/Lahey/ Hollanda
COP7	2001	Marakeş/ Fas
COP8	2002	Yeni Delhi/ Hindistan
COP9	2003	Milano/ İtalya
COP10	2004	Buenos Aires/ Arjantin
COP11/ MOB1	2005	Montreal /Kanada
COP12/ MOB2 (Çölleşme ile mücadele sözleşmesi)	2006	Nairobi/ Kenya
COP13/ MOB3	2007	Bali/ Endonezya
COP14/ MOB4	2008	Poznan/ Polonya
COP15/ MOB5	2009	Kopenhag/ Danimarka
COP16/ MOB6	2010	Cancun/ Meksika
COP17/	2011	Durban/ Güney Afrika Cumhuriyeti
COP18	2012	Doho/ Katar
COP19	2013	Varşova/ Polonya
COP20/	2014	Lima/ Peru
COP21	2015	Paris/ Fransa
COP22	2016	Marakeş/ Fas
COP23 (Fiji Uygulama Hareketi)	2017	Fiji/ Bonn/ Almanya
COP24 (Paris Kural Kitabı)	2018	Katoviçe/ Polonya
COP25 (Şehirler, Altyapı ve Yerel Eylem)	2019	Madrid/ İspanya
IUCN (Doğa Tabanlı Çözümler- DTÇ)	2016	
IUCN EC (Doğa Tabanlı Çözümler- DTÇ)	2020	
COP26 (Glasgow Anlaşması)	2021	Glaskow/ İskoçya
Avrupa Yeşil Mutabakatı	2019	
Yeni Avrupa Kentsel Hareketlilik Çerçevesi	2021	

Çizelge 2. Paris Anlaşmasının Önemli Yönleri (UNFCCC, 2021b)

Hedefler	Açıklama
Uzun Vadeli Sıcaklık Hedefi	İklim krizinin önüne geçmek için küresel ortalama yüzey sıcaklığındaki artışı 2 derece ile sınırlandırmak, mümkünse 1,5 derecenin altında tutmak.
İklim Tarafsızlığı	Gelişmekte olan ülkelerde belirtilen sıcaklık hedefine ulaşmanın zaman alacağı kabul edildiği için sera gazı emisyonları ile yutaklar vasıtasıyla uzaklaştırılan sera gazları arasında bir denge sağlanması.
Azaltım	Tüm tarafların kendi şartlarına göre hazırladıkları Ulusal Katkı Beyanı'na göre uygulamalarını yürütmeler ve bunun için yerel önlemleri takip etmeleri.
Karbon Yutaklarının ve Rezevuar Alanlarının Korunması ve Geliştirilmesi	Tarafların ormanlar da dahil olmak üzere karbon yutaklarını korumak, sera gazı yutaklarını ve rezervlerini uygun şekilde korumak ve geliştirmek üzere teşvik edilmesi.
İşbirliği	Taraflar arasında gönüllü işbirliğinin sağlanması.
Sürdürülebilir Kalkınma	Küresel iklim değişikliğine uyum çalışmalarının sürdürülebilir kalkınma yaklaşımıyla uyumunun kabul edilmesi.
Finansal Destek	Gelişmiş ülkelerin, gelişmekte olan taraf ülkelere temiz, iklime dayanıklı gelecekler inşa etme çabalarında destek olması.
Eğitim	İklim değişikliği eğitimi, öğretimi, kamu bilinci, halkın katılımı ve halkın bilgiye erişimi konusunda çalışmalar yapılması.
Şeffaflık ve Raporlama	Uygulama ve uyumla ilgili çalışmaların şeffaflığı, sonuçların raporlanması ve bu raporların uluslararası uzmanlar tarafından incelenmesinin gerekliliği.
Stok Sayımı	2023'te ve daha sonra her beş yılda bir gerçekleştirilecek bir "Küresel Stok Sayımı" ile küresel ilerlemenin değerlendirilmesi.

İspanya'nın Madrid kentinde gerçekleştirilen 25. Taraflar Toplantısında (COP25) Kentler, Altyapı ve Yerel Eylem teması kapsamında yan etkinlikler gerçekleştirilmiştir. Türkiye ve Kenya BM Habitat desteği ile "Kentler, Altyapı ve Yerel Eylem" temasına eş-öncülük görevini üstlenmiştir (ÇŞİDB, 2021c).

Birleşik Krallık ve İtalya'nın ortaklaşa düzenlediği COP26 BM İklim Değişikliği Konferansı, 31 Ekim-12 Kasım 2021 tarihleri arasında Glasgow'da İskoç Etkinlik Kampüsü'nde (SEC) gerçekleştirilmiştir. COP 26'da Taraf Ülkeler, 2020'li yılları küresel ortalama sıcaklıktaki artışın 1,5 derece ile sınırlandırılabilmesi için iklim eylemi ve desteğiyle dolu on yıllık bir döneme dönüştürmeyi amaçlayan Glasgow İklim Paktı'nı kabul etmişlerdir (UNFCCC, 2021b).

Taraf ülkelerin 13 Kasım 2021'de uzlaşıya vardığı Glasgow İklim Paktı sekiz başlık ve 97 maddeden oluşmaktadır. Glasgow Kararları olarak da adlandırılan Pakt'ın öne çıkan başlıkları şu şekilde sıralanabilir: Paris Anlaşması'na ilişkin kural kitabı tamamlandığı için Paris Anlaşması artık eksiksiz biçimde uygulanabilecek durumdadır. Seneye yapılacak COP 27'ye kadar ülkelere taahhütlerini güçlendirilmesi çağrısı yapılmıştır. Bunların yanı sıra, küresel adaptasyon hedefi ve bu adaptasyonun finansmanı, kömür kullanımının azaltılması, verimsiz fosil yakıt sübvansiyonlarının sonlandırılması, kayıp ve hasar mekanizması başlıkları önümüzdeki dönemde öncelikli olarak üzerinde durulacak konuları oluşturmaktadır.

Küresel iklim değişikliği sürecinde önemli adımlardan bir diğeri Avrupa Yeşil Mutabakatı'dır. Bu kapsamda Avrupa Komisyonu tarafından Yeni Kentsel Hareketlilik Çerçevesi 11 Aralık 2014'te yayınlanmıştır. 2030 yılına kadar 100 iklim nötr kent hedefi, Yeni Kentsel Hareketlilik Çerçevesi'nin öne çıkan adımlar arasında yer almaktadır. Türkiye de bu Çerçeveye uygun yasal düzenlemelerini gerçekleştirmektedir (TB, 2021:6).

Küresel iklim değişikliğinin yanı sıra son dönemde COVID-19 küresel salgını, yerel yönetimlerin kenti yönetme pratiklerinde kentsel yaşamın ekolojik, ekonomik ve sosyo-kültürel sürdürülebilirliğini sağlayacak şekilde kökten bir değişim yapmak zorunda olduklarını göstermiştir. Bu bağlamda çalışmanın amacı, kentsel yerleşimleri iklim değişikliğinin etkilerine karşı dirençli hale getirebilmek

üzere yerel yönetimlerin uygulayabileceği en etkili mekanizma olarak Doğa Tabanlı Çözümlerin (DTÇ) uluslararası ve ulusal örneklerle incelenmesidir.

2. DİRENÇLİ KENTLER

Direnç (Resilience) kavramı; "Bir sistem ve onun bileşenlerini, olası tehlikelerin kötü etkilerinden koruma, onları zamanında ve en verimli şekilde tahmin etme ve bu etkilere önceden uyum sağlama ile birlikte tehlike ortaya çıktıktan sonra onlara karşı koyma, sistemin temel yapı ve fonksiyonlarını iyileştirme ve yeniden inşa etme yeteneği" olarak tanımlanmaktadır (Kadıoğlu, 2012:5).

Ekolojik yaklaşımlar ile birlikte "direnç" kavramı teknik alandan kent alanına uygulanmaya başlanmıştır. Bu kapsamda ilk kez "Direnç" kavramı Holling (1973) tarafından "bozulmadan önceki kendisini oluşturan elementler arası ilişkiyi kaybetmeksizin bozulma ve değişimi karşılama yeteneği" olarak kullanılmıştır (Ersavaş Kavanoz, 2020:5). Direnç kavramı son dönemde sosyo-ekolojik yaklaşımlar çerçevesinde de tanımlanmakta olup; iyileşme, koruma ve yeniden toparlanmanın yerine "yenilenme, dönüşüm ve yeniden örgütlenme" gibi farklı özelliklere odaklanmaktadır (Chelleri 2012; Ersavaş Kavanoz, 2020:9).

Direnç kavramı kentsel alanlarda "esneklik ve uyum" kapasitesine sahip olmasının yanı sıra "sürdürülebilirlik" ile ilişkili olarak afet riskleri, iklim değişikliği ve bunlara bağlı olarak yaşanan sorunlar çerçevesinde ele alınmaktadır (Ersavaş Kavanoz, 2020:10). Bu kavram, kentlerdeki farklı politika öncelikleri ile ilgili olarak farklılık göstermektedir. Bununla ilişkili olarak Coaffee (2013), Amerika ve İngiltere'nin 9-11 Eylül terör saldırılarının sonuçlarına odaklanırken, Avrupa ülkelerinin ise daha çok iklim değişikliği üzerine odaklandığını ifade etmektedir (Ersavaş Kavanoz, 2020:11).

Dirençli kentler, "*gelecekteki olası şoklar ve bu şokların sosyal, ekonomik ve teknik sistemler ve altyapılara verebileceği zararlardan korunabilmek ve bu olası şoklar karşısında aynı işlevleri, sistemleri ve kimliği koruyabilecek durumda olmak için kapasite geliştirebilen kentler*"dir (ÇŞB, 2021:4). Birleşmiş Milletler'in Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (*Sustainable Development Goals*-SDG)'nde "Dirençli Kentler" kavramı da bulunmaktadır (*Hedef 1.5: yoksulların ve savunmasız durumda olanların iklim ile ilgili aşırı olaylara ve diğer ekonomik, sosyal ve çevresel şoklara ve felaketlere maruz kalma ve bunlara karşı savunmasızlıklarını azaltmak amacıyla direncin artırılması*). Dirençli kent, her türlü afete karşı zayıflıkların belirlenmesini ve bu zayıf noktalara ilişkin kapasite artırmayı kapsamaktadır. Bunun yanı sıra dirençli kentlerde iklim değişikliği nedeniyle oluşabilecek riskler de göz önünde bulundurulmakta; bu risklerin azaltılması amacıyla gerekli önlemler alınmaktadır (ÇŞB, 2021:4).

Kent ve kentli söz konusu olduğunda "direnç" kavramı "yoksulluk, suç, kadın, gençlik, göç" gibi farklı konuları kapsamaktadır. Bu konularla ilişkili olarak kent güvenliği, iklime karşı dayanıklı kentler, afet risklerine karşı dayanıklı kentler oluşturulması direnç ile bağlantılı en sık karşılaşılan konulardır. Dinamik, değişen/ dönüşen bir yapıya sahip kent için doğası gereği dirençlilik kavramının kapsamı da oldukça geniştir. Kentsel direnç oluşturulurken/ artırılırken çok aktörlü bir yönetişim anlayışının benimsenmesi ve kentin yöneti(şi)mine aktörlerin işbirliğinin ve eşit/etkin katılımının sağlanması önemlidir (Chelleri 2012; Ersavaş Kavanoz, 2020:16-17).

Kent ekosistemlerinde yaşayan nüfusun artması ile birlikte yeşil alanların kaybı hızlanmaktadır. Uluslararası birçok sözleşme kent ekosistemlerinde yeşil alan kaybını durdurmayı amaçlamaktadır. İklim değişikliğine uyum ve azaltma çözümleri, soğutma ve taşkın koruması için biyolojik çeşitlilik koridorları, su ve havanın filtrelenmesi ve insan sağlığı ve rekreasyonu için, daha fazla alanın odak noktası doğaya dayalı çözümlerdir. Kent ekosistemlerinin işlerliğinin sürdürülmesi, yeşil altyapı ve doğaya dayalı çözümler, kamusal alanlar, altyapı ve bina çevrelerinin tasarımı olmak üzere teşvik edilmeli, kent planlamasına sistematik olarak entegre edilmelidir (Cunha, 2021:6).

Kentler dünya kara yüzeyinin küçük bir bölümünü kaplamasına rağmen doğal kaynak tüketimi ve sera gazı üretiminde ön sıralarda yer almaktadır. Kentlerin hızla yayılması, Uluslararası Doğayı Koruma Birliği (*International Union for Conservation of Nature*-IUCN)'nin kırmızı listesinde yer alan türler için de tehdit oluşturmaktadır. Kentlerin etkileri ekolojik ayak izleri, sınırlarının çok ötesine

uzanmaktadır. Doğal dünyanın hayatta kalması, yaşamın devamlılığı, doğal olmayan dünyanın, kentlerin sürdürülebilirliğine bağlıdır (Galt, 2021:8).

Daha dayanıklı, sürdürülebilir, yaşanabilir ve kapsayıcı kentler yaratmak artık en üst düzeyde bir zorunluluktur. Bu riskler, kentleşme biçimlerini ve kalıplarını etkili bir şekilde nasıl etkileyeceği konusu IUCN'nin stratejik yaklaşımını ve ekolojik şehirciliği gerekli kılmaktadır. Ekolojik şehircilik anlayışı insan haklarını gerçekleştirmenin, toplulukları güçlendirmenin, piyasa başarısızlıklarını düzeltmenin, kültür oluşturucularla ittifak kurmanın, özgürce bilgi paylaşmanın ve performansı ölçmenin önemini vurgulamakta ve DTÇ'leri ifade etmektedir (Galt, 2021:9).

Farklı mekânsal özelliklere sahip yeşil alanları bir diğer yeşil alana bağlamak, işlevsel ve anlamlı bir şekilde bütünleştirmek, kentsel alanlarda ekolojik dengenin kurulmasını ve yeşil alanların faydalarının sinerjisini sağlamaktadır. Bunun yanı sıra, kentsel yeşil altyapıdaki bağlantılılık iklim değişikliğine karşı kentlerin dayanıklılığını artırmaya ve sağlıklı yaşam koşullarının oluşturulmasına katkı sağlamaktadır (Erjavec, 2021:12).

Belediyeler ve bölgeler düzeyinde yeşil alanların planlanma yaklaşımı stratejik düzeyde yeterince tanımlanmış olmasına ve mevzuatta yer almasına karşın uygulama düzeyinde uygulama ve eylemlere yansımamaktadır. Alanın niteliklerine ve potansiyellerine dayalı olarak doğal unsurlarla oluşturulan ve yeşil sistemle bütünleşen yeşil alanların tasarımında planlama ölçeğinde yeşil sistemin bütünlüğü eksik kalmaktadır (Erjavec, 2021:12).

Sera etkisinin artmasında sera gazlarının yanı sıra albedo etkisi yani yüzeylerin (yeryüzünün) farklı yansıtma özelliğinin de etkisi bulunmaktadır. Albedo etkisi düştükçe yüzeylerin ısıyı absorbe etme yetenekleri artmaktadır (İÜ, 2021). İklim değişikliğine uyum çerçevesinde dirençli kentler için altyapı tabanlı hava sıcaklığı azaltma stratejilerinin, albedo etkisini dikkate alması, kentlerin ısı yükünü azaltarak yaşanabilir ve sağlıklı ortamların korunmasının yanı sıra sera gazı emisyonlarının azaltılmasını da gerektirmektedir (Krayenhoff vd., 2018:22)

3. DOĞA TABANLI ÇÖZÜMLER

DTÇ, ilk defa 2016 IUCN üye meclisinde, tanımlanmış ve bir kararla (WCC-2016-Res-069-EN) kabul edilmiştir. Küresel iklim değişikliği sürecinde önemli adımlardan biri olarak değerlendirilen kavram, 2020 yılında Avrupa Komisyonu tarafından kabul edilerek tanımı güncellenmiştir (IUCN, 2020).

DTÇ, iklim değişikliği uyum sürecinde önemli bir araç olarak görülen ve toplumsal hedefleri verimli bir şekilde ele alan, bir dizi ekosistem hizmetinin sunulmasını destekleyen eylemler olarak tanımlanmaktadır (Maes ve Jacobs, 2015; Cohen-Shacham vd., 2016:5).

DTÇ, kentsel alanlarda iklim değişikliğine uyumlu ve dirençli kentleri ekosistem hizmetlerinin sağlanması yoluyla gerçekleştirir. Kentlerin yaşanabilirliğine katkıda bulunma, su döngüsü için su yönetimi, doğal ve iklimsel tehlikeleri azaltma, sosyal, insani ve çevresel faydalar sağlama, yeşil alan yönetimi, hava kalitesinin iyileştirme, ekolojik restorasyon sağlama mekan dayanıklılığını artırma, bilgi ve sosyal kapasite geliştirme, katılımcı planlama ve yönetişimi artırma gibi toplumsal hedefler DTÇ'in ele aldığı konular arasında bulunmaktadır.

İklim değişikliğine uyum sürecinde DTÇ mevcut tüm kavramlar ile ilişki kuran önemli bir kavram olarak ön plan çıkmaktadır. DTÇ stratejik (iklim duyarlı ekolojik planlama) ve mekânsal planlama (yeşil-mavi altyapı, kent ormancılığı), çevre duyarlı mühendislik uygulamaları ve sürdürülebilir kalkınma hedefleri(biyolojik çeşitlilik stratejisi) ve ekosistem hizmetleri ile sıkı ilişki içerisindedir (EU, 2021:19).

Dirençli kentler oluşturmak için önemli bir araç olan DTÇ aşağıda yer alan ilkelere sahip olmalıdır. DTÇ ilkeleri sorunları başarılı bir şekilde ele almak için önemlidir.

Bu ilkeler;

- ✓ Toplumsal hedefleri içermelidir,

- ✓ Biyoçeşitlilik ve ekosistem bütünlüğünü dikkate almalıdır,
- ✓ Düşük maliyetli olmalıdır,
- ✓ Kapsayıcı, şeffaf ve güçlendirici yönetişim süreçlerini içermelidir,
- ✓ Kanıta dayalı olmalıdır,
- ✓ Ekolojik, sosyal ve ekonomik fayda sağlamalıdır (EU, 2021:19).

DTÇ'ler birincil amaçlarına ve işlevlerine ve ekosisteme müdahale düzeyine göre gruplandırılabilir. Eggermont (2015) ve diğerleri tarafından önerilen DTÇ 3 tipolojide gruplandırılmıştır (EU, 2021:122)

Tip 1 Korunan Ekosistemler; Korunan ekosistemler içinde ve çevresinde ekosistem hizmetlerinin sağlanmasının sürdürülmesi, iyileştirilmesi için gerçekleştirilen DTÇ.

Tip 2 Yoğun Yönetim Yaklaşımları; Geleneksel müdahalelere göre ekosistem hizmetlerinin sunumunu iyileştirmek için sürdürülebilir, çok işlevli ekosistemler ve peyzajlar geliştirmeye çalışan kapsamlı veya yoğun yönetim yaklaşımları içeren DTÇ'dir.

Tip 3 Geçirgen Yüzeyler; Ekosistem yönetimi veya yeni ekosistemlerin yaratılması ile karakterize edilen DTÇ'dir.

DTÇ için kullanılan en önemli araç yeşil-mavi altyapı ve onun bileşenleridir. Yeşil-mavi altyapı, ekosistem hizmetlerini sağlamak üzere su kütleleri ve su döngüsünü sağlamak üzere stratejik olarak planlanan doğal, yarı doğal ve kültürel alanların bağlantılığını sağlayan ağı ifade etmektedir (Karadeniz ve Akman Taşkın, 2020:27).

Yeşil-mavi altyapının dört temel ilkesi bulunmaktadır. Bu ilkeler;

Çok işlevlilik; Yeşil altyapının ekolojik, sosyo-kültürel ve ekonomik faydalar sağlama yeteneğini ifade etmektedir.

Bağlantılılık; Yeşil altyapı bileşenlerinin tek başlarına ürettiği yararlar, bileşenler arasında bağlantı kurulduğunda en üst düzeye ulaşır ve yeşil altyapının bileşenler arasındaki bağlantılılığı ifade eder.

Ekolojik ve sosyal kapsayıcılık, ekosistem ölçeğinde bir yaklaşıma sahip olması ekolojik kapsayıcılığı, kent ve kırsalda yaşayan herkesi kapsaması sosyal kapsayıcılığı ifade etmektedir.

Bütünsellik, tüm yeşil alanlar ile tüm su yüzeyleri ve gri altyapı arasındaki fiziksel ve işlevsel ilişkiyi ifade eder (Karadeniz ve Akman Taşkın, 2020:34-37).

DTÇ'lerin en önemli araçlarından biri olan yeşil-mavi altyapı; yeşil alanlar, açık alanlar, park bahçeler, mezarlıklar, su yüzeyleri, göl ve göletler, kıyılar, kentsel tarım alanları, yağmur bahçeleri, korunan alanlar, geçirgen yüzeyler vb alanlar önemli bileşenlerini oluşturmaktadır. DTÇ'lerin ürettiği yararlar örnek uygulamalar üzerinden incelenmiş ve yapılma amacı yapılan eylemler ve elde edilen etkiler Çizelge 3'te yer almaktadır.

Çizelge 3'te yer alan uluslararası ve ulusal DTÇ örnekleri incelendiğinde yapılan eylemlerin çoğunluğunun yeşil altyapı bileşenleri olduğu görülmektedir. Yapılan eylemler sonucu elde edilen yararlar, iklim değişikliğine uyum, sel taşkınların önlenmesi, erozyon ve çölleşmenin önlendiği, su döngüsüne katkı sağladığı, rekreasyonel alan kazanımı sağladığı görülmektedir. Bunlara ek olarak yeşil altyapı uygulamalarının stratejik kararlar ile desteklendiği, iklim değişikliğine uyum amacı ile gerçekleştirilen eylemler olduğu görülmektedir.

Çizelge 3. Uluslararası ve Ulusal Ölçekte DTÇ Örnekleri (Aslantaş vd., 2020'den geliştirilmiştir)

Amsterdam/Hollanda	**Strateji:** Yeşil Gündem (2015-2018)		
	Amaç	**Eylemler**	**Etkiler**
	Sel ve dalga fırtınaları gibi suyla ilgili tehlikeleri, kentsel, bölgesel ve ulusal düzeyde yönetmek.	Kent parklarının oluşturulması, Kentsel yeşil altyapının oluşturulması, Yeşil mahalleler, Yeşil koridorlar, Delta planı.	DTÇ uygulaması yaygınlaştı. Yeşil Gündem izlenmeye başlandı. İki yeşil koridor, üç doğal oyun alanı düzenlendi. Taşkın koruma ve su güvenliği yatırımları desteklendi. Kentsel deltalarda sel ve taşkınlar önlendi. Politik destek sağlandı
Tamera/Portekiz	**Strateji**: Tamera Su Tutma Ortamı (2011-2012)		
	Bölgede artan erozyon, çölleşme ve kuraklık eğilimlerine karşı koymak.	Göl, gölcük ve diğer su tutma sistemlerinin oluşturulması, Teraslar, hendekler ve otlatma havuzlarının oluşturulması, Böylece bir "Su Tutma Peyzajı" elde edilmesi.	Erozyon ve çölleşme önlendi.
Berlin /Almanya	**Strateji**: Atıl Kentsel Alanlarda Yeşil Çözümler ve Yeşil Kuşak Oluşturulması (2004-2016)		
	Kentsel büyümeyi sınırlandırmak ve kentsel yayılmayı durdurabilmek için kent bütününde bir yeşil kuşak yaratmak.	Kentsel yeşil altyapı, yeşil yüzeyler ve kentsel tarım alanlarının oluşturulması, Atıl kentsel alanların dönüştürülmesi, Okul bahçelerinin tasarlanması, Karışık ormanlar programı, 20 yeşil yürüyüş.	İklim değişikliğine yeşil uyum, Evapotranspirasyon artışı, Sulamada yağmur suyu kullanımı, İçme suyu kullanımının azalması, Taşkınların önlenmesi, Ormanlarda su depolama kapasitesinin gelişmesi, Kentsel içme suyu için kullanılan yeraltı suyu rezervlerinin yenilenmesi, Taşkın suyu seviyelerinin azalması.
Bristol/ İngiltere	**Strateji**: Kalkınma, Sürdürülebilir Şehir, Parklar ve Yeşil Alanlar (2012-2026)		
	Taşkın önleme için yeşil altyapı çözümünü benimsemek, kentsel ısı adası etkisini azaltmak	Yeşil altyapı, Taşkın yönetimi için yeşil alanlar.	Yüzey akısının azalması, Yeşil alanlara erişimin artması
Eskişehir/Türkiye	Strateji: Porsuk Çayı ve Çevresinde Kentsel Dönüşüm ve Kentsel Gelişim (2002-...)		
	Taşkınları önlemek, Kirliliği önlemek, İklim değişikliğine uyum.	Porsuk Çayı ıslahı, Yeşil altyapı, Kent parkı.	Taşkın önleme, Su döngüsünü sağlama, Hava kalitesini iyileştirme, Rekreasyonel alan kazanma.

Gaziantep/Türkiye	Yeşil alan miktarını artırmak, Taşkın kontrolü, Kuraklık.	Akarsu koridoru, Geçirgen yüzey, Yağmur suyu bitki şeridi.	Kentsel ısı adası etkisinin azalması, Sel-taşkın kontrolünü sağlaması, Erozyonu önleme, Su toprak kalitesinin artması, Canlılar için yaşam alanı sağlama, İklim değişikliğine uyum.

4. SONUÇ

Küresel iklim değişikliğine uyum sürecinde dirençli kentler oluşturmak için DTÇ önemli bir araç olarak ön plana çıkmaktadır. Çalışma kapsamında uluslararası ve ulusal örnek uygulamalar incelendiğinde; DTÇ'nin iklim değişikliği ve dirençli kentler yaratılması konusunda önemli olumlu etkileri olduğu saptanmıştır. Bu bağlamda DTÇ'nin olumlu etkileri; doğal afet riskini azalttığı; doğal su döngüsünün işlemesine katkı sağladığı, sıcaklık derecesini düşürdüğü, albedo etkisini azaltarak kentlerin soğumasına katkı sağladığı, yeşil alanları her kullanıcı için erişilebilir kıldığı şeklinde sıralanabilir. İncelenen örneklerin tamamında DTÇ ve yeşil-mavi altyapıya ilişkin önemli bileşenler; yeşil alanlar, açık alanlar, park ve bahçeler, mezarlıklar, su yüzeyleri, göl ve göletler, kıyılar, kentsel tarım alanları, yağmur bahçeleri ve su tutma havzaları, korunan alanlar, geçirgen yüzeyler, okul bahçeleri, yeşil yürüyüş alanları olarak saptanmıştır. DTÇ'nin ekolojik faydalarının yanı sıra önemli ekonomik ve sosyo-kültürel faydaları da bulunmaktadır. Bu kapsamda DTÇ'yi finansal ve yasal boyutta destekleyen mekanizmaların oluşturulması önem taşımaktadır. İklim değişikliğine uyum sürecinde kentsel dirençliliğin artırılması konusu, ekolojik-sosyal-ekonomik boyutlarıyla karmaşık bir süreç olması nedeniyle farklı organizasyonlar arasında etkin bir iletişim ve işbirliğinin geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır. İklim değişikliğini en aza indirmeye yönelik mekânsal planlar ve stratejik kararlarda iklim değişikliği içeriğini vurgulamak önemlidir. DTÇ'ler mekânsal planların hazırlanmasında ana eylemler olarak yer almalıdır. Kentsel dirençliliğin artırılması için DTÇ'lere yasal altlıklarda yer verilmesinin yanı sıra, etkin yönetişim mekanizmasının oluşturulması ve tüm süreçlere ilgili tüm paydaşların katılımı sağlanmalıdır.

KAYNAKÇA

ASLANTAŞ, F., SANALAN, K.C., ÇİL, A., (Der) (2020). Şehirlerde Yeşil Altyapı ve Doğa Tabanlı Çözümler İyi Uygulama Örnekleri, Doğa Koruma Merkezi, https://dkm.org.tr/uploads/yayinlar/1606808514604.pdf, 12.12.2021.

COHEN-SHACHAM, E., WALTERS, G., JANZEN, C., MAGINNIS, S. (eds.) (2016). "Nature-based Solutions to Address Global Societal Challenges", https://portals.iucn.org/library/node/46191?cookies-complaint=1, 12.12.2021.

CUNHA, K. D. (2021). "EU Strategic Priorities and Goals on Climate Change, EU Biodiversity Strategy". Cold Cities for a Hot Planet, Planning a Climate Resilient Cities Conference Proceedings, Slovenian Association of Landscape Architects, p. 6-7, https://www.iflaeurope.eu/assets/docs/Hladna_mesta_za_vroc_planet_2021_ANG.pdf, 14.12.2021.

ÇŞİDB (2021a). "Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Kyoto Protokolü", https://webdosya.csb.gov.tr/db/iklim/editordosya/kyoto_protokol.pdf, 12.12.2021.

ÇŞİDB (2021b). "Paris Anlaşması", https://iklim.csb.gov.tr/paris-anlasmasi-i-98587, 12.12.2021.

ÇŞİDB (2021c). "Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi, Birleşmiş Milletler 2019 İklim Zirvesi "Altyapı, Şehirler ve Yerel Eylem" Tematik Dönüşüm Alanı Eş-Öncü Ülke Görevi", https://iklim.csb.gov.tr/birlesmis-milletler-iklim-degisikligi-cerceve-sozlesmesi-i-4362, 20.12.2021.

ÇŞB (2021). "İklime Dirençli Kentler". https://ipa.gov.tr/assets/uploads/files/climate_change_261217.pdf, 22.08.2021.

DB (2021). "Viyana Sözleşmesi ve Montreal Protokolü", https://www.mfa.gov.tr/viyana-sozlesmesi-ve-montreal-protokolu.tr.mfa, 14.12.2021.

ERJAVEC, I. S. (2021). "Planning the Urban Green System: Challenges and Opportunities for Green Space Planning at the Implementation Level". Cold Cities for a Hot Planet, Planning a Climate Resilient Cities Conference Proceedings, Slovenian Association of Landscape Architects, p. 12-13, https://www.iflaeurope.eu/assets/docs/Hladna_mesta_za_vroc_planet_2021_ANG.pdf, 14.12.2021.

ERSAVAŞ KAVANOZ, S. (2020). "'Kentsel Direnç' Kavramı Üzerine", Kent ve Çevre Araştırmaları Dergisi, 2 (1): 5-24, https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1172683, 28.11.2021.

EU (2021). "Evaluating the Impact of Nature-Based Solutions: A Handbook for Practitioners", European Union, https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/d7d496b5-ad4e-11eb-9767-01aa75ed71a1?utm_medium=email&utm_source=sharpspring&sslid=Mze0MANCS1NDAwsA&sseid=MzKAAxMDI1MA&jobid=ef3e64b6-e97e-4297-bb70-143ca814e5aa, 13.12.2021.

GALT, R. (2021). "Towards Nature-Positive Cities". Cold Cities for a Hot Planet, Planning a Climate Resilient Cities Conference Proceedings, Slovenian Association of Landscape Architects, p. 8-9, https://www.iflaeurope.eu/assets/docs/Hladna_mesta_za_vroc_planet_2021_ANG.pdf, 14.12.2021.

IUCN (2020). "Nature-based Solutions- New Global Standarts", https://iucncemypn.org/2020/07/nature-based-solutions-new-global-standards/, 15.12.2021.

İPM (2021). "İstanbul Politikalar Merkezi, Glasgow İklim Paktı'nı Değerlendirdi", https://ekoiq.com/2021/11/22/istanbul-politikalar-merkezi-glasgow-iklim-paktini-degerlendirdi/, 20.12.2021.

İÜ (2021). "Albedo Etkisi, Sıcaklık Terselmesi ve Enerji Bilançosu". https://cdn-acikogretim.istanbul.edu.tr/auzefcontent/19_20_Guz/klimatoloji_atmosfer_ve_sicaklik/8/index.html, 13.12.2021.

KADIOĞLU, M. (2012). "Türkiye'de İklim Değişikliği Risk Yönetimi". Türkiye'nin İklim Değişikliği II. Ulusal Bildiriminin Hazırlanması Projesi Yayını, 172 sf., Ankara.

KARADENİZ, N., AKMAN TAŞKIN, R. (2020). "Belediyeler İçin Yeşil Altyapı", Cumhurbaşkanlığı Yerel Politikalar Kurulu, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Kent Araştırmaları Enstitüsü, İdeal Kent Yayınları, https://belediyehizmetrehberleri.org/tr/detay20, 12.12.2021.

KARAKAYA, E. (2016). "Paris İklim Anlaşması: İçeriği ve Türkiye Üzerine Bir Değerlendirme". Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi 3(1):1-12, https://www.researchgate.net/publication/301552968, 20.12.2021.

KRAYENHOFF, E. S., BROADBENT , A.M., ZHAO, L., GEORGESCU, M., MIDDEL, A., VOOGT, J. A., MARTILLI, A. , SAILOR, D. J., ERELL, E. (2021). "Cooling hot cities: a systematic and critical review of the numerical modelling literature". Environ. Res. Lett. 16: 1-29.

TB (2021). "Yeşil Mutabakat Eylem Planı 2021". T.C. Ticaret Bakanlığı, https://ticaret.gov.tr/data/60f1200013b876eb28421b23/MUTABAKAT%20YE%C5%9E%C4%B0L.pdf, 13.12.2021

UNFCCC (2021a). "Key Aspects of the Paris Agreement", United Nations Framework Convention on Climate Change, https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement/key-aspects-of-the-paris-agreement, 12.12.2021

UNFCCC (2021b). "Glasgow Climate Change Conference-October-November 2021", https://unfccc.int/conference/glasgow-climate-change-conference-october-november-2021, 20.12.2021.

UNFCCC (2021c). "Climate Action Pathway Climate Resilience, Vision and Summary", United Nations Framework Convention on Climate Change, https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Resilience_Vision%26Summary.pdf, 12.12.2021.

WWF (2021a). "İklim Değişikliği". https://www.wwf.org.tr/ne_yapiyoruz/iklim_degisikligi_ve_enerji/iklim_degisikligi, 12.12.2021.

WWF (2021b). Paris Anlaşması Onaylandı: Türkiye'nin İklim Politikasında Yeni Bir Dönem Başladı, https://www.wwf.org.tr/?11300/Paris-Anlamasi-Onaylandi-Turkiyenin-Iklim-Politikasinda-Yeni-bir-Donem-Basliyor, 20.12.2021.