



*Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life
Sciences*

Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences

e-ISSN/ISSN: 1694-7932

MJAVL

Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences
MJAVL

Uluslararası Hakemli Bilimsel Dergi

e-ISSN/ISSN:

Yayın Sıklığı
Yılda iki kez (Haziran-Aralık)

Yayın Türü
Yaygın Süreli

Yayın Dili
Türkçe, İngilizce, Kırgızca ve Rusça

SAHİBİ

Kırgızistan-Türkiye Manas Üniversitesi adına
Rektör / Rector
Rektör Vekili / Pre Rector

BAŞ EDITÖR

Prof. Dr. İsmail ŞEN

YARDIMCI EDITÖR

Assist. Prof. Dr. Hossein Z.TABRIZI

ALAN EDITÖRLERİ

Prof. Dr. Fatih HATİPOĞLU
Prof. Dr. İsmail ERPER
Assoc. Prof. Dr. Şenol YILDIZ
Assoc. Prof. Dr. Kadyrbai CHEKIROV
Assist. Prof. Dr. Yılmaz KAYA
Assoc. Prof. Dr. Eren ÖZDEN

YAYIN KURULU

Prof. Dr. İsmail ERPER
Prof. Dr. Refik POLAT
Prof. Dr. Askarbak TÜLOBAYEV
Prof. Dr. Hasan Hüseyin ARI
Prof. Dr. Ahmet AYGÜN
Associate Prof. Dr. Şenol YILDIZ
Associate Prof. Dr. Nazgül İMANBERDİYEVA
Associate Prof. Dr. Kadırbay ÇEKİROV
Assistant Prof. Dr. Nariste KADIRALİEVA
Dr. Tair ESENALİ UULU
Veterinarian Hekim Aziz BEGALİYEV

BİLİM DANIŞMA KURULU

Prof. Dr. Abuzer TAŞ
Prof. Dr. Ali RİŞVANLI
Prof. Dr. Ahmet AKSOY
Prof. Dr. Ahmet AYGÜN
Prof. Dr. Ahmet KURUNÇ
Prof. Dr. Ahmet ŞEKEROĞLU
Prof. Dr. Albert Kamilovich GALIULLIN
Prof. Dr. Askarbak TÜLOBAYEV
Prof. Dr. Atilla ŞİMŞEK
Prof. Dr. Canan CAN
Prof. Dr. Dürdane YANAR
Prof. Dr. Gulmira DZHANABEKOVA
Prof. Dr. Gülbübu KURMANBEKOVA
Prof. Dr. Hasan ALPAK
Prof. Dr. Hasan Hüseyin ARI
Prof. Dr. Hüseyin GÖÇMEN
Prof. Dr. İsmail ERPER
Prof. Dr. İsmail ŞEN
Prof. Dr. Mahdi ARZANLOU

Manas Ziraat, Veterinerlik ve Yaşam Bilimleri Dergisi
MJAVL

International, Peer Reviewed Scientific Journal
1694-7932

Publication Frequency
Published at least 2 issues per year (June-Decaber)

Publication Type
Serial, Quarterly

Publication Language
Turkish, English, Kyrgyz and Russian

OWNERS

on behalf of Kyrgyz-Turkish Manas University
Prof. Dr. Alpaslan CEYLAN
Prof. Dr. Almaz IBRAEV

EDITOR IN CHIEF

Kyrgyz-Turkish Manas University, Kyrgyzstan

ASSOCIATE EDITOR

Kyrgyz-Turkish Manas University, Kyrgyzstan

SECTION EDITORS

Selçuk University, Türkiye
Kyrgyz-Turkish Manas University, Kyrgyzstan
Kyrgyz-Turkish Manas University, Kyrgyzstan
Kyrgyz-Turkish Manas University, Kyrgyzstan
Kyrgyz-Turkish Manas University, Kyrgyzstan
Kyrgyz-Turkish Manas University, Kyrgyzstan

EDITORIAL BOARD

Kyrgyz-Turkish Manas University, Kyrgyzstan
Kyrgyz-Turkish Manas University, Kyrgyzstan
Kyrgyz-Turkish Manas University, Kyrgyzstan
Kyrgyz-Turkish Manas University, Kyrgyzstan
Kyrgyz-Turkish Manas University, Kyrgyzstan
Kyrgyz-Turkish Manas University, Kyrgyzstan
Kyrgyz-Turkish Manas University, Kyrgyzstan
Kyrgyz-Turkish Manas University, Kyrgyzstan
Kyrgyz-Turkish Manas University, Kyrgyzstan
Kyrgyz-Turkish Manas University, Kyrgyzstan

EDITORIAL ADVISORY BOARD

Yüzüncü Yıl University
Fırat University
Akdeniz University
Kyrgyz-Turkish Manas University
Akdeniz University
Niğde Ömer Halisdemir University
Kazan National Veterinary Academy
Kyrgyz-Turkish Manas University
Selçuk University
Gaziantep University
Gaziosmanpaşa University
Kazak Ulusal Tarım University
Kyrgyz-Turkish Manas University
İstanbul University
Sivas Cumhuriyet University
Akdeniz University
Kyrgyz-Turkish Manas University
Kyrgyz-Turkish Manas University
Tabriz University

| | |
|--|--|
| Prof. Dr. Metin BAYRAKTAR | <i>Kyrgyz-Turkish Manas University</i> |
| Prof. Dr. Murat KİBAR | <i>Artvin Çoruh University</i> |
| Prof. Dr. Nalan ÖZDAL | <i>Yüzüncü yıl Cumhuriyet University</i> |
| Prof. Dr. Nermin GÖZÜKIRMIZI | <i>İstanbul University</i> |
| Prof. Dr. Osman ERGANİŞ | <i>Selçuk University</i> |
| Prof. Dr. Önder TÜRKMEN | <i>Selçuk University</i> |
| Prof. Dr. Rabia HAOUALA | <i>Institut supèrieur agronomique de Chott Mariem</i> |
| Prof. Dr. Thomas WITTEK | <i>University of Veterinary Medicine Vienna</i> |
| Prof. Dr. Turan CİVELEK | <i>Afyon Kocatepe University</i> |
| Prof. Dr. Younes REZAEE DANESH | <i>Urmia University</i> |
| Prof. Dr. Yusuf YANAR | <i>Gaziosmanpaşa University</i> |
| Associate Prof. Dr. Bülent ESKİN | <i>Aksaray University</i> |
| Associate Prof. Dr. Damla ARSLAN ACARÖZ | <i>Afyon Kocatepe University</i> |
| Associate. Prof. Dr. Hamid HATAMI MALEKI | <i>Maragheh University</i> |
| Associate Prof. Dr. İsfendiyar DARBAZ | <i>Yakın Doğu University</i> |
| Associate Prof. Dr. Murat CUNISOV | <i>Ahmet Yesevi University</i> |
| Associate Prof. Dr. Mojgan FARZAMİSEPEHR | <i>Islamic Azad University</i> |
| Associate Prof. Dr. Şenol YILDIZ | <i>Kyrgyz-Turkish Manas University</i> |
| Associate Prof. Dr. Volkan ALTAY | <i>Mustafa Kemal University</i> |
| Assistant Prof. Dr. Fatih Ramazan İSTANBULGİL | <i>Kyrgyz-Turkish Manas University</i> |
| Assistant Prof. Dr. Nariste KADIRALİEVA | <i>Kyrgyz-Turkish Manas University</i> |
| Assistant Prof. Dr. Seyyedeh-S. SHAFİEİ-MASOULEH | <i>Agricultural Research, Education and Extension Organization</i> |

REDAKSİYON

Türkçe

Ayşe ADIGUZEL, Murat ATAR, Özkan ÇELİK

Kırgızca

Venera TURATBEK KYZY, Toyçubay USONALIEV

İngilizce

*Gülnara APSAMATOVA, Aida ASILBEKOVA,
Tolkun MUSAYEVA, Aynura AHMATOVA,
Zarina CAYLOBAYEVA*

Rusça

Anara BAYIZBEKOVA

TEKNİK DESTEK

Kayahan KÜÇÜK,

MİZANPAJ

Tair ESENALİ UULU, Aziz BEGALİEV

ADRES

*Kırgızistan-Türkiye Manas Üniversitesi
Cengiz Aytmatov Caddesi 56,
720044, Bişkek/Kırgızistan*

İLETİŞİM

e-mail: mjavl@manas.edu.kg, journals@manas.edu.kg

Tel: +996 (312) 49 27 63 (65, 69, 70, 74, 58)

+996 (312) 54 19 41-47

Fax: +996 (312) 49 27 61, 81-89

WEB SAYFASI

<https://dergipark.org.tr/en/pub/mjavl>

REDACTION

Turkish

Kyrgyz-Turkish Manas University, Kyrgyzstan

Kyrgyz

Kyrgyz-Turkish Manas University, Kyrgyzstan

English

Kyrgyz-Turkish Manas University, Kyrgyzstan

Russian

Kyrgyz-Turkish Manas University, Kyrgyzstan

TECHNICAL SUPPORT

Yusuf GÜNDÜZ

LAYOUT

Kyrgyz-Turkish Manas University, Kyrgyzstan

CORRESPONDENCE ADDRESS

*Kyrgyz-Turkish Manas University
Editor in Chief Manas Journal of Agriculture
Veterinary and Life Sciences
56 Chyngyz Aitmatov Avenue,
720044, Bishkek, Kyrgyzstan*

CONTACTS



Manas Ziraat, Veterinerlik ve Yaşam Bilimleri Dergisi

Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences

e-ISSN / ISSN: 1694-7932

<https://dergipark.org.tr/en/pub/mjavl>

| Yıl/Year | Cilt/Volume | Sayı/Issue |
|----------|-------------|------------|
| 2024 | 14 | 2 |

CONTENTS / İÇİNDEKİLER

| Yazar/Author | Başlık / Title | Sayfa/Page |
|--------------|----------------|------------|
|--------------|----------------|------------|

Araştırma Makalesi / Research Article

| | | |
|---|--|---------|
| Habibe YAMAN | The Role of Agriculture in Regional Development: Determination and Recommendations from the Case of TR61 Region in Türkiye | 116-124 |
| Çiğdem KÜÇÜK Sinem PEK | Vermikompost ve Sıvı Deniz Yosunu Ekstraktı Uygulamalarının Arpa (<i>Hordeum vulgare</i> L.) Rizosferinde Mikrobiyal Solunum ve β -glukosidaz Aktiviteye Etkisi <i>Effect of Vermicompost and Liquid Seaweed Extract Applications on Microbial Respiration and β-glucosidase Activity in Barley (<i>Hordeum vulgare</i> L.) Rhizosphere</i> | 125-133 |
| Melek Nur Özdemir Seda Atasoy Elif Yıldırım Ahmet Balkaya Büşra Yapıcı | Kestane Kabağı (<i>Cucurbita maxima</i> Duch.) Hatlarının <i>Fusarium</i> Solgunluğu (<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cucumerinum</i>)'na Dayanıklılık Düzeylerinin Belirlenmesi <i>Determination of Winter Squash (<i>Cucurbita maxima</i> Duch.) Lines for Resistance Level to <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cucumerinum</i></i> | 134-146 |
| Ibrahim MAHARAZU Olugbenga Omotayo ALABI Jeremiah Samuel ALUWONG Ayoola Olugbenga OLADELE | Determinants of Food Security Status Among Vegetable Women Producers in North-West, Nigeria | 147-154 |
| Mustafa AKBABA Osman Doğan BULUT | Çiftçilerin Bitki Koruma Ürünü Satın Alma Tercihlerinin Belirlenmesi: Iğdır İli Tarım Kredi Kooperatifleri Örneği <i>Farmers Preferences for Purchase of Plant Protection Products: A Case of Agricultural Credit Cooperatives in Iğdir</i> | 155-166 |
| Muhammed DEMİRCİOĞLU Muhammet Bahaeddin DÖRTBUDAK Funda AKSÜNGER KARAAVCI Barış Can GÜZEL İsmail DEMİRCİOĞLU | Investigations on the Light and Scanning Electron Microscopic Structure of Tongue Papillae of Morkaraman Sheep: Taste and Mechanical | 167-175 |
| Hasan Hüseyin ARI | A Macroanatomical Study on the Muscles of the Shoulder and Elbow Joint in the Anatolian Bobcat (<i>Lynx Lynx</i>) | 176-186 |

| | | |
|---|--|---------|
| Veysel AKYOL Gamze ÇAKMAK | Stereological Examination of Parietal and Temporal Regions of the Brain in Rats Induced with Epilepsy with Pentylentetrazole | 187-200 |
| Serdar VANLI Firuze KURTOGLU Beyza Suvarikli ALAN Gokhan AKCAKAVAK Ozgur OZDEMIR | Evaluation of The Effects of <i>Tarantula Cubensis</i> Alcohol Extract and Sorafenib Treatments on P21 Protein, Total Antioxidant Capacity and Metabolic Profile in Experimental Rats Hepatocellular Carcinoma | 201-209 |
| Нурбек АЛДАЯРОВ Аскарбек Зарлыкович ТҮЛӨБАЕВ | Тооктун жөжөлөрүнүн дене салмагына, канынын гематологиялык жана биохимиялык көрсөткүчтөрүнө пияздын (<i>Allium cepa</i> L.), сарымсактын (<i>Allium sativum</i> L.) жана кызыл калемпирдин (<i>Capsicum annuum</i> L.) таасири <i>The Effect of Onion (Allium cepa L.), Garlic (Allium sativum L.) and Red Pepper (Capsicum annuum L.) on Body Weight, Haematological and Biochemical Blood Parameters in Chicken Chicks</i> | 210-218 |
| Melike YEĞİN Hikmet BAYAM Fatma ERGÜN Muradiye KARASU AYATA | Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Akademik ve İdari Personelinin Ekolojik Ayak İzi Farkındalığının Belirlenmesi <i>Determining the Ecological Footprint Awareness of Kırşehir Ahi Evran University Academic And Administrative Staff</i> | 219-228 |
| Derleme / Review Article | | |
| Özge Şahin Pınar Topçu | Kentsel Tarım <i>Urban Agriculture</i> | 229-239 |
| Kamil Uygur PINAR Mustafa GARİP | The Relationship Between Different Body and Udder Shapes and Sizes with Milk Yield in Buffaloes | 240-246 |
| Yaren FİDAN Fulya TAŞÇI | Suyun İncisi: Havyar <i>Miracle Seafood: Caviar</i> | 247-267 |
| Nevzat SAAT Yusuf Bilal ÇETİNKAYA | An Overview Diagnosis and Treatment Methods in Cases of Transmissible Venereal Tumor in Female Dogs | 268-272 |

Research Article

The Role of Agriculture in Regional Development: Determination and Recommendations from the Case of TR61 Region in TürkiyeHabibe YAMAN¹*,¹¹Department of Economics, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Burdur, Türkiye*Corresponding author e-mail: hyaman@mehmetakif.edu.tr

ABSTRACT

ARTICLE
INFO

Eliminating regional imbalances and developing regions is a situation that has been desired by societies for many years. To realize regional development effectively and to use resources rationally for this purpose, it is necessary to be aware of the existing potential of the regions and to reveal their strengths and weaknesses. Agriculture is a sector that plays a key role in regional and national development. TR61 Region (Antalya, Isparta, Burdur) is a Level 2 region according to The Nomenclature of Territorial Units for Statistics (NUTS) and has high agricultural potential because of its soil structure, water resources, underground riches, flora, and fauna. In this context, this study aimed to reveal the agricultural potential and current situation of the TR 61 region with a comparative method. The period range of this study covers the year 2000 and later, and the data of the last current year were used in the comparison of the data in the study. Because of this research, it has been determined that agriculture makes an important contribution to the development of the region. The region stands out in many areas such as grain, vegetable and fruit production, organic farming practices, undercover farming, and herbal and animal production. The region also draws attention in terms of agricultural tools and machinery, agricultural investments, sectoral exports, as well as many leading sectors such as food, cosmetics, and rose industry. In addition, because of this research, it has also been observed that the existing potential has not been shown effectively. Based on these research findings, it can be said that cooperative steps are needed to increase the contribution of agriculture to regional development and this process should be supported by policies.

Received:
07.07.2023
Accepted:
23.10.2024

Keywords: Agriculture, Regional Development, Türkiye

Cite this article as: Yaman, H., (2024). The role of agriculture in regional development: determination and recommendations from the case of tr61 region in Türkiye. *Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences*, 14(2), 116-124. <https://doi.org/10.53518/mjavl.1324433>

INTRODUCTION

Agriculture, which has been an important field of activity for many years, is a sector that is important in many respects, such as the production of basic nutrients, employment, growth, rural development, and regional development. This sector has a central role to play in economic transformation. Not taking advantage of the transformative role of agriculture slows and delays economic transformation to the detriment of the growth rate, food security, poverty reduction, and the well-being of rural and urban people (Mellor 2017). However, opinions about the fact that agriculture is an area that should be given priority from the point of view of nations have varied over time. In the traditional approach, governmental finance and subsidies play a very important role in terms of agricultural enterprises and farms to increase production and food supply. However, the unsustainable cost of support to agricultural enterprises has created the impression that investments in agriculture are highly unprofitable. Therefore, the attention has moved away from agriculture to focus on other areas relevant to promoting development (FAO 2010). The importance of maintaining agricultural production has been recognized by all countries throughout history. However, in the economic literature of the 1950s and 1960s, the role of agriculture in terms of development was evaluated as an assistant to the modern industrial sector where most of the accumulation and growth is expected to occur. Theoretical research and the unexpectedly poor performance of agriculture in many developing countries have led to the belief that the role of agriculture in development should be re-examined (Cornia 1985). However, the projections on food prices and food requirements have begun to reinvigorate the discussion by the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) and other development organizations on the necessity for increased investments in agriculture (FAO 2010). On the other hand, together with the Covid-19 process and the political developments in the international arena (e.g. Russia-Ukraine tension), problems have been experienced on the point of supply in the agricultural sector, price fluctuations in agricultural products and increasing costs have become the focus of discussions today, and the importance of agriculture has become the agenda again with these developments.

Nowadays, discourses about the need to develop agriculture, which is an important sector, are frequently expressed. However, agricultural development largely depends on how successfully knowledge is generated and applied (World Bank 2006). Technological developments and innovative activities contribute to the increase in yields in agriculture and livestock while increasing yields and profitability in the sector is facilitated by applications developed and integrated into this sector. Biological deficiencies of plants and animals are eliminated with developing molecular techniques, labor requirements are reduced with improvements in mechanization, and productivity and worker safety are increased. In addition, the environmental sustainability of production systems is increased while reducing the negative effects on soil and water with the help of advanced techniques (Sassenrath et al. 2008). Additionally, digital technologies overcome information problems that hinder market access for many small-scale farmers, they also increase information through new ways of providing extension services and provide novel ways for improving agricultural supply chain administration (Deichmann et al. 2016). Developing and changing conditions lead to the emergence of new approaches in regional policies. It is important to closely follow and adopt these developments to increase competitiveness in agriculture.

In the national and international literature, many studies on agriculture and development emphasize that agriculture is an important sector in terms of economic growth, sustainable development, regional or rural development (Batie 1989; Foster & Rosenzweig 2007; Tolunay & Akyol 2009; Pezikoğlu 2012; Martin 2019; Loizou et al. 2019; Şurgun Çelikten & Sevinç 2020). Agriculture is the backbone of Türkiye's economy, and this sector still maintains its importance. That is why it is necessary to work on addressing and developing agriculture, which is a critical sector, for Türkiye. TR 61 region is among the prominent regions in Türkiye in terms of geographical structure, favorable conditions for agriculture, and export of agricultural products. For this reason, we have taken the TR 61 region as a basis for this research, where we try to reveal the role and importance of agriculture in regional development. This study aims to evaluate the strengths and weaknesses of the TR 61 region and to reveal the potential of agriculture in regional development.

MATERIALS AND METHODS

This study focuses on the role of agriculture in regional development. TR 61 region (Antalya, Isparta, Burdur) is an important region in terms of agriculture in Türkiye. For this reason, this study is based on the TR 61 region (Figure 1).

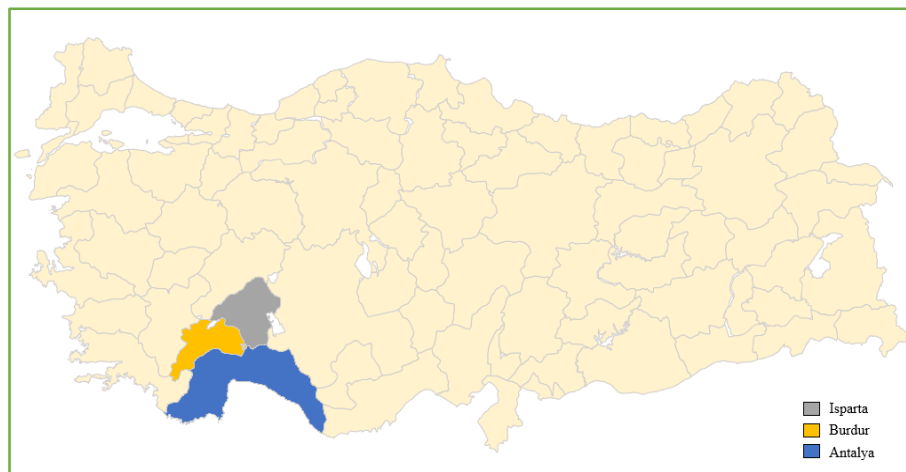


Figure 1. *The Field of Research*

In this study, the agricultural potential and current situation of the TR61 region have been revealed using a comparative method. In this process, the general appearance and agricultural potential of Isparta, Burdur and Antalya provinces were evaluated by using regional statistics that stand out in terms of the agricultural sector. Regional plans and various statistics (such as business records, and foreign trade statistics) were utilized to reveal the current situation of the region. The study periodically focuses on the data of the current year. The findings are evaluated on the axis of the study.

There are some limitations to this research. For example, one of the main limitations of this study is that the current versions of some data, reports and plans have not been published/disclosed yet. In addition, the provinces in the region under consideration have different values from each other in terms of population, surface area, etc.

RESULTS AND DISCUSSION

Overview of the TR 61 Region

TR 61 region, with an area of 36,996 square kilometers, constitutes 4.7% of Türkiye's surface area (West Mediterranean Development Agency 2015: 33). Considering the annual population growth rate (%) values of the provinces in Türkiye, Burdur Province stands out with 0.3, Isparta Province -0.8 and Antalya Province 25.7 in 2022 compared to the previous year. Antalya is in the top five among 81 provinces in terms of population with 2 million 688 thousand 4 inhabitants (TURKSTAT 2023c).

Rank the inter-provincial competition index prepared by the Istanbul University Center for Research and Practice in City Policies, Antalya ranks 4th, Burdur ranks 47th and Isparta ranks 21st during the 2021-2022 main index. In the study, while Antalya from the TR61 region is among the leading cities in demographic structure, tourism and health, transportation, and financial markets, Burdur is also among the leading cities in education. Isparta province, on the other hand, stands out in education, health, and higher education. In the sub-index rankings, Antalya ranks 3rd, Isparta 5th, Burdur 78th in the health index, and Isparta 12th, Burdur 37th, Antalya 44th in the infrastructure index. While Antalya ranks 9th, Isparta 31st, and Burdur 53rd in the Social Life Index, Isparta 27th, Burdur 37th, and Antalya 6th in the Macro Economy Index. In the agriculture index, Burdur ranks 37th, Isparta 45th, and Antalya 15th among 81 provinces. Antalya ranks 11th, Burdur 17th, and Isparta 22nd in the Innovation Index, and Antalya 8th, Burdur 57th, and Isparta 62nd in the Entrepreneurship Index (Şeker et al. 2023).

According to the 2017 Socio-Economic Development Ranking Research (SEGE) grouping, Antalya is the 1st tier, Burdur is the 3rd tier, and Isparta is the 2nd tier-developed city. According to SEGE studies for

districts in 2022, the Central district (0.917) and the Bucak district (0.439) are leading in the Burdur Province, and these districts are at the 2nd level. While the Central district (1.551) is the most developed in Isparta province, it is followed by the Gönen district (-0.034). The central district of Isparta province is in the 2nd level in terms of development, and Gönen district is in the 3rd level. Muratpaşa (3.173), Konyaaltı (2.465), and Alanya (1.676) districts, which are in the first three places in Antalya province, are the 1st tier developed districts (Republic of Türkiye Ministry of Industry and Technology 2023). The TR61 region is also important in terms of foreign trade. According to the TURKSTAT (2023a) Foreign Trade Statistics, the TR61 region exported 2,766,091,970 US Dollars in 2022. Antalya stood out in the region with 2,220,293,804 US Dollars, and the export figures of Burdur and Isparta are 272,468,072 US Dollars and 273,330,094 US Dollars, respectively.

The Outlook of the Agriculture Sector in the TR 61 Region and Its Importance for the Region

Agriculture has a critical place in the economy of the TR61 region. This sector is a source of livelihood for those engaged in agriculture and makes a significant contribution to rural development. TURKSTAT (2023d) data shows that the share of the agriculture, forestry, and fishery sectors in Gross Domestic Product varies across provinces. Compared to 2004, the share of this sector in Gross Domestic Product dropped in Antalya and Isparta Province but rose in Burdur Province (Figure 2).

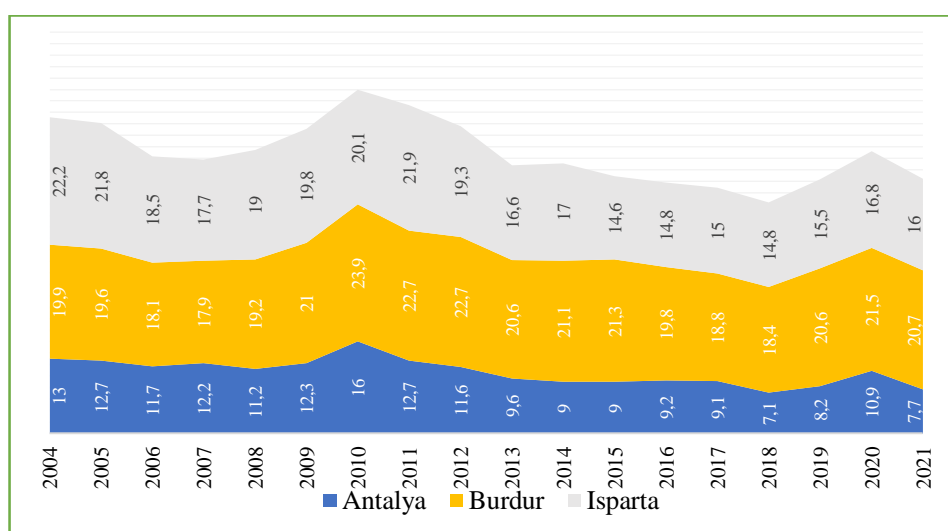


Figure 2. Share of Agriculture, Forestry, and Fishing in Gross Domestic Product (Based on 2009)

Source: Created by the author with data from TURKSTAT (2023d)

The agricultural sector has an important place in developing industrial activities in the TR61 region. The number of enterprises in the agriculture, forestry, and fishing sectors is increasing year by year in this region (TURKSTAT, 2023d).

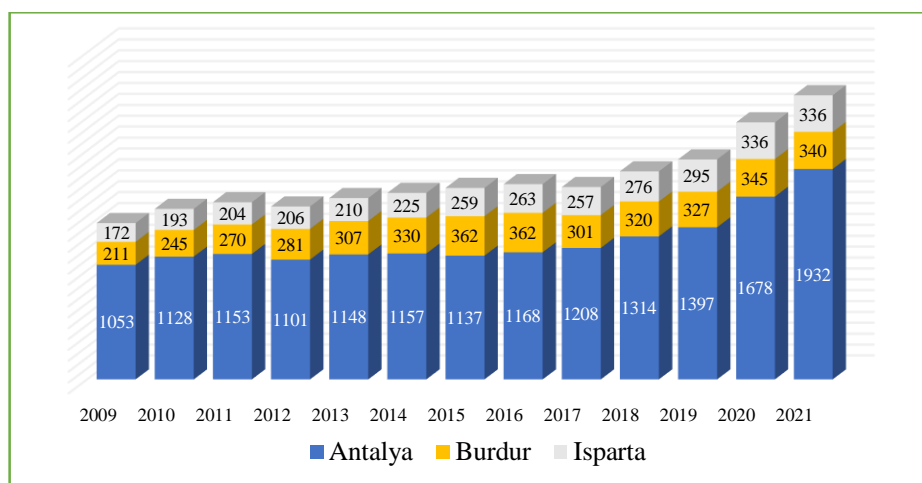


Figure 3. Number of Enterprises in the Agriculture, Forestry, and Fishing Sector

Source: Created by the author with data from TURKSTAT (2023d)

Agriculture and livestock are prominent in the foreign trade of the TR61 region. In addition, fishing, forestry, and logging have also an important place in the foreign trade of this region (Table 1).

Table 1. TR61 region exports (dollars)*

| | Year | Antalya | Burdur | Isparta |
|---------------------------|------|-------------|-----------|------------|
| Agriculture and livestock | 2021 | 702,027,295 | 6,203,116 | 49,007,165 |
| | 2022 | 680,602,179 | 4,231,243 | 51,838,982 |
| | 2023 | 346,746,190 | 1,518,087 | 21,892,525 |
| Forestry and logging | 2021 | 1,948,340 | 587,670 | 8,921 |
| | 2022 | 1,666,770 | 530,715 | 149,246 |
| | 2023 | 147,587 | - | - |
| Fishery | 2021 | 2,667,726 | - | 550,342 |
| | 2022 | 99,047 | - | 210,208 |
| | 2023 | - | - | - |

Source. TURKSTAT (2023a).

*Data for 2022 and 2023 are provisional data.

When regional shares by sectors (2009-based) are analyzed (TURKSTAT 2024), according to activity A10 (NACE rev.2), Antalya (4.41) stands out in TR61 Region in agriculture, forestry, and fishing for 2022. This is followed by Isparta (1.15) and Burdur (0.8) respectively. However, when the data is considered on a provincial basis, professional, scientific, technical, administrative, and support service activities (6.29) are the most prominent sector in Antalya. In contrast, the agriculture, forestry, and fishing sectors are more prominent in Burdur and Isparta provinces compared to other sectors.

TR61 Region has an ideal climate and soil for agricultural production. In addition, irrigation facilities have an important role in the development of the agricultural sector. The most common agricultural activity in the region is vegetable cultivation (West Mediterranean Development Agency 2015). When the sector figures based on provinces are analyzed, it is seen that fresh fruits and vegetables, and fruit and vegetable products stand out in the sector's export performance of exporting companies (Table 2).

Table 2. Sector Export Performance of Exporting Companies in the TR61 Region (\$1000)

| 1 January-31 May | Isparta | | Burdur | | Antalya | |
|---|-----------|-----------|----------|----------|------------|------------|
| | 2022 | 2023 | 2022 | 2023 | 2022 | 2023 |
| Hazelnuts and Products | 0.00 | 1.72 | - | - | 98.16 | 21.18 |
| Cereals, Pulses, Oilseeds, and Products | 2,710.00 | 2,324.35 | 79.46 | 117.86 | 17,329.16 | 23,920.40 |
| Dried Fruits and Products | 92.51 | 274.59 | - | - | 788.20 | 662.99 |
| Fruit and Vegetable Products | 4,783.44 | 5,975.58 | 0.00 | 0.00 | 9,510.33 | 11,164.53 |
| Aquaculture and Animal Products | 4,333.41 | 3,331.16 | 1,677.58 | 1,503.87 | 8,220.08 | 6,259.73 |
| Ornamental Plants and Products | 2,616.13 | 1,680.86 | 36.25 | 35.85 | 36,637.91 | 34,529.42 |
| Fresh Fruits and Vegetables | 34,201.04 | 33,783.61 | 754.48 | 672.18 | 277,596.47 | 358,894.38 |
| Olives and Olive Oil | 0.00 | 0.00 | - | - | 37.26 | 99.73 |

Source. Turkish Exporters Assembly (2023).

The decrease in the total cultivated agricultural area in the TR 61 region draws attention. The total cultivated agricultural area of Antalya province was 270,681 hectares for the year 2021. When we look at the year 2000, it is seen that the total amount of agricultural land processed in the province has decreased. Similarly, in Burdur and Isparta provinces, there has been a decrease in the total cultivated agricultural area compared to 2000 in recent years (Figure 4).

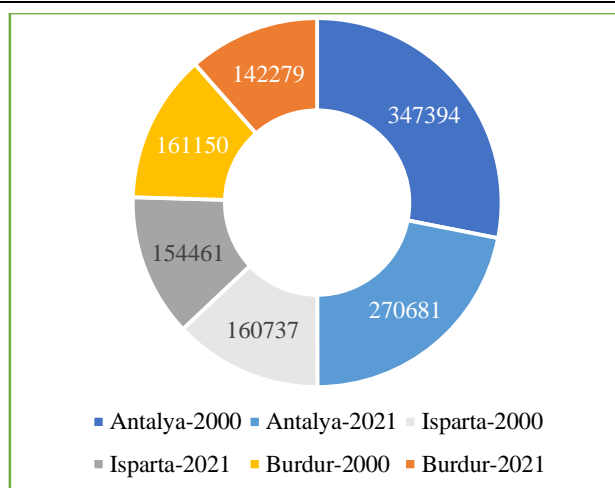


Figure 4. Total cultivated agricultural area (hectares) for TR 61 region
Source. Created by the author with data from TURKSTAT (2023b)

Developing production technologies in the greenhouse sector (e.g. the use of geothermal energy, vertical farming practices, and irrigation systems) have been effective in increasing productivity from year to year. The productivity rate of undercover farming is quite high since it is less affected by seasonal conditions (The Banks Association of Türkiye, 2023). TR61 Region has advanced a lot in undercover farming activities. According to TURKSTAT (2024) data for 2023, Antalya has 311,042.2 decares, Burdur has 13,936 decares and Isparta has 4,771 decares of undercover farming area. Vegetable production is possible in undercover farming areas from October to May, when vegetable production is limited both at home and abroad. This situation is effective in making the region come to the fore in vegetable production. Natural resources and agricultural raw materials power the industrial growth of the TR61 region. However, the manufacturing industry for the processing of agricultural products in the region is not developed enough, causing the products to be sold outside the region without being largely processed (West Mediterranean Development Agency 2015).

Organic agriculture is also performed in the region, as well as undercover agricultural activities. In addition, when the agricultural tools and machinery of the region are examined, there has been an increase in the number of tractors since 2000. There are also significant increases in plant production and the value of animal products (Table 3).

Table 3. Some Agricultural Indicators for the TR 61 Region

| Year | Province | Number of Tractors | Value of animal products (1000 ₺) | Crop production value (1000 ₺) | Areas for land under protective cover by type (decare): Total | Vegetable and fruit production for land under protective cover (tons): Total | Organic crop production (including the transition process): Production (tons) |
|------|----------|--------------------|-----------------------------------|--------------------------------|---|--|---|
| 2000 | Antalya | 28,476 | 85,018 | 620,078 | 141,783 | 1,771,627 | - |
| 2020 | Antalya | 36,483 | 840,951 | 16,254,994 | 312,226 | 4,012,571 | 9,348 |
| 2021 | Antalya | 36,608 | - | 19,353,522 | 326,967 | 4,718,048 | 11,185 |
| 2000 | Isparta | 10,694 | 34,994 | 212,923 | 172 | 1,458 | - |
| 2020 | Isparta | 18,038 | 537,060 | 3,464,965 | 5,378 | 69,875 | 2,998 |
| 2021 | Isparta | 20,864 | - | 4,231,693 | 5,228 | 56,491 | 2,538 |
| 2000 | Burdur | 11,156 | 38,594 | 100,484 | 152 | 1,604 | - |
| 2020 | Burdur | 23,078 | 934,212 | 1,599,298 | 11,678 | 188,004 | 3,770 |
| 2021 | Burdur | 23,577 | - | 1,329,334 | 12,804 | 197,904 | 3,327 |

Source. TURKSTAT (2023b).

As in the world, chemical control is the most preferred agricultural control method in the control of diseases, pests, and weeds in Türkiye. Although Türkiye is below the world average in terms of pesticide use, when analyzed on a regional basis, pesticide use is much higher than the world average, especially in the

Mediterranean Region (Özercan & Taşçı 2022: 86-87). According to the data of Republic of Türkiye Ministry of Agriculture and Forestry General Directorate of Food and Control (2024), amounts of use of plant protection products at provincial level (in Agricultural Control Practices) (kg-L) reveal that Antalya ranks 2nd (4,460,580) in Türkiye after Adana (4,849,281) in the total use of plant protection products for 2023. In the relevant data, Isparta's value is 1,424,769 and Burdur's value is 343,657.

The economic structure of the Isparta province is heavily based on agriculture and other agriculture-based sectors. This province is one of the important centers of cattle and ovine breeding, poultry breeding, and freshwater fishing and is an important region that exports rose oil. Fruit growing is prominent in terms of agricultural activities that characterize the province. Apple, cherry, grape, apricot, and sour cherry cultivation have an important place among fruit products. Rose production is prominent in Isparta. In addition, cereals, legumes, and industrial plants also have an important place in provincial agriculture (West Mediterranean Development Agency 2017a). Agricultural production activities in the province are making progress depending on the developing technology and production techniques. However, a limited part of the products produced can be exported. Most of the products produced in the province are offered for consumption in Isparta and in the country (West Mediterranean Development Agency 2014).

In livestock and milk production, Burdur Province is the leader in the region. However, because of its advantages such as transportation, employment, and being a tourism center, Antalya is considered the locomotive province of the region in milk and dairy products production and trade. Dairy producers operating in Burdur and Isparta produce mostly to meet the needs of the region. However, the number of animals in Burdur province is high, and the organization is strong. As the strengths of the sector in this province, we can list the factors such as the developments in artificial insemination and breeding, the bacteria level being close to zero, the cold chain transportation of the milk, and the openness of the breeders to innovations (West Mediterranean Development Agency 2017b). The existence of a university specialized in animal husbandry is an important advantage for the province.

CONCLUSIONS

The importance of agriculture for regional development is frequently emphasized by both agricultural economists and regional scientists. Many factors from openness to innovations and the degree of adoption of technological developments to agricultural knowledge and learning have a significant impact on increasing the competitiveness of regions, creating new job opportunities in rural areas, preventing rural-to-urban migration and generally increasing the productivity of the sector. Considering the changing and developing conditions, it is essential to increase productivity to compete more effectively in the agricultural sector. Today, agriculture still maintains its critical position in regional and rural development in Türkiye and TR61 region has an important place in the agricultural sector in economic terms. Studies on sectoral analysis for the regions are in a guiding position in activities to increase productivity and competitiveness. In this framework, this study aims to evaluate the strengths and weaknesses of TR 61 region and to reveal the potential of agriculture in regional development. The period range of this study, which uses the comparative method, covers the year 2000 and later, and the data of the last current year were used for the comparison of data in the study.

According to the research findings, the provinces of Isparta, Burdur, and Antalya have different advantages and prominent strengths. TR61 region is highly convenient for the agricultural sector with its geographical location, ideal climatic conditions for production, natural resources, and fertile soils. The region stands out in many areas such as grain, vegetable and fruit production, organic farming practices, undercover farming, and herbal and animal production. The region also draws attention in terms of agricultural tools and machinery, agricultural investments, sectoral exports, as well as many leading sectors such as food, cosmetics and rose industry. TR 61 region has important potential in terms of the agriculture sector. However, to make a general assessment, it is debatable how effectively this potential is used in the region's development. The existence of small-scale enterprises, inadequacy of capital accumulation, lack of infrastructure, and weak use of advanced technology slow the pace of development of the agricultural sector in this region. Therefore, it is important to make the necessary improvements to the processing of agricultural products in the region, to develop agricultural and agriculture-based industrial activities, and to take strategic steps to improve the sector.

In conclusion, in this study, which focuses on the role of agriculture in regional development, the findings obtained from the TR 61 sample reveal that there are strengths in the development of this region, but also raise the need to take some steps to develop this potential. Based on the research findings, it can be said that collaborative steps are needed to analyze the potential of the region/country in detail and reveal it rationally to be able to follow a correct path towards eliminating regional imbalances in this process and to develop the region. In addition, it is necessary to perform remedial activities for the solution of problems, such as the scale size of agricultural enterprises, the use of technology, and the lack of infrastructure. Thus, the contribution of the sector to regional development will be increased.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declared no conflict of interest.

AUTHOR CONTRIBUTION

The first author contributed 100 %.

ETHICAL APPROVAL

During the writing process of the study titled "**The Role of Agriculture in Regional Development: Determination and Recommendations from the Case of TR61 Region in Türkiye**", scientific rules, ethical and citation rules were followed; No falsification has been made on the collected data and this study has not been sent to any other academic media for evaluation. Ethics committee approval is not required.

REFERENCES

- Batie S.S. (1989). Sustainable development: Challenges to the profession of agricultural economics. *American journal of agricultural economics*, 71(5), 1083-1101.
- Cornia G.A. (1985). Farm size, land yields and the agricultural production function: An analysis for fifteen developing countries. *World Development*, 13, 513-534.
- Deichmann U., Goyal A., Mishra D. (2016). *Will digital technologies transform agriculture in developing countries?* The World Bank: Policy Research Working Paper 7669.
- FAO (2010). *Agricultural investment funds for developing countries*. Retrieved from http://www.eastagri.org-/docs/group/264/investment_funds.pdf.
- Foster A.D., Rosenzweig M.R. (2007). *Economic development and the decline of agricultural employment*. Handbook of development economics, 4, 3051-3083.
- Loizou E., Karelakis C., Galanopoulos K., Mattas K. (2019). The role of agriculture as a development tool for a regional economy. *Agricultural Systems*, 173, 482-490.
- Martin W. (2019). Economic growth, convergence, and agricultural economics. *Agricultural Economics*, 50, 7-27.
- Mellor J.W. (2017). *Agricultural development and economic transformation: Promoting growth with poverty reduction*. Switzerland: Palgrave MacMillan.
- Özercan B., Taşçı R. (2022). Investigation of pesticide use in Türkiye in terms of provinces, regions and pesticide groups (Türkiye’de pestisit kullanımının iller, bölgeler ve pestisit grupları açısından incelenmesi). *Ziraat Mühendisliği*, (375), 75-88.
- Pezikoğlu F. (2012). The relationship between agriculture- tourism-rural area and results of that in the concept of sustainable agriculture and rural development (Sürdürülebilir tarım ve kırsal kalkınma kavramı içinde tarım-turizm-kırsal alan ilişkisi ve sonuçları). *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, (1), 83-92.
- Republic of Türkiye Ministry of Agriculture and Forestry General Directorate of Food and Control (2024). *Official Agricultural Pesticide Statistics*. Retrieved from <https://www.tarimorman.gov.tr/GKGM/Menu/115-/Resmi-Tarimsal-Ilac-Istatistikleri>.
- Republic of Türkiye Ministry of Industry and Technology (2023). Retrieved from <https://www.sanayi.gov.tr-/merkez-birimi/b94224510b7b/sege>.
- Sassenrath G.F., Heilman P., Luschei E., Bennett G.L., Fitzgerald G., Klesius P., Tracy W., Williford J.R., Zimba P.V. (2008). Technology, complexity, and change in agricultural production systems. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 23, 285-295.
- Şeker M., Saldanlı A., Bektaş H., et al. (2023). *Inter-provincial competition index: 2021 – 2022* (İller arası rekabet endeksi: 2021 – 2022). Istanbul University Center for Urban Policy Research City Research Notes, 6.
- Şurgun Çelikten N., Sevinç, H. (2020). The place of agricultural growth corridors in regional development (Tarımsal büyüme koridorlarının bölgesel kalkınmadaki yeri). *Journal of Management Theory and Practices Research*, 1(1), 45-57.
- The Banks Association of Türkiye (2023). *Agriculture Sector Report* (Tarım Sektörü Raporu), Istanbul.

- Tolunay A., Akyol A. (2009). Development and rural development: Main concepts and definitions (Kalkınma ve kırsal kalkınma: Temel kavramlar ve tanımlar). *Turkish Journal of Forestry*, 7(2),
- Turkish Exporters Assembly (2023). Retrieved from <https://tim.org.tr/tr/ihracat-rakamlari>.
- TURKSTAT (2023a). *Foreign trade statistics*. Retrieved from <https://biruni.tuik.gov.tr/disticaretapp/menu.zul>.
- TURKSTAT (2023b). *Regional statistics*. Retrieved from <https://biruni.tuik.gov.tr/bolgeselistatistik/degiskenler-UzerindenSorgula.do#>.
- TURKSTAT (2023c). Retrieved from <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=49685>.
- TURKSTAT (2023d). Retrieved from <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=116&locale=tr>.
- TURKSTAT (2024). Retrieved from <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>.
- West Mediterranean Development Agency (2014). *Rural development plan (2014-2019)* (Kırsal kalkınma planı (2014-2019)).
- West Mediterranean Development Agency (2015). *Region plan 2014-2023: TR61 level 2 region* (Bölge planı 2014-2023: TR61 düzey 2 bölgesi). Retrieved from <https://baka.ka.gov.tr/dokuman-merkezi/dokumanlar/bolge-plani/tr61-duzey-2-bolgesi-2014-2023-bolge-plani>.
- West Mediterranean Development Agency (2017a). *The 2018-2023 Isparta Province Investment Support and Promotion Strategy* (2018-2023 yılı Isparta ili yatırım destek ve tanıtım stratejisi), Isparta.
- West Mediterranean Development Agency (2017b). *Burdur province investment support and promotion strategy* (Burdur ili yatırım destek ve tanıtım stratejisi), Burdur.
- World Bank (2006). *Enhancing agricultural innovation: How to go beyond the strengthening of research systems*. In, Agriculture and Rural Development Series: World Bank Publications

Vermikompost ve Sıvı Deniz Yosunu Ekstraktı Uygulamalarının Arpa (*Hordeum vulgare* L.) Rizosferinde Mikrobiyal Solunum ve β -glukosidaz Aktiviteye Etkisi

Çiğdem KÜÇÜK^{1*} Sinem PEK¹

¹ Biyoloji Bölümü, Fen Edebiyat Fakültesi, Harran Üniversitesi, Şanlıurfa, Türkiye

*Corresponding author e-mail: ckucuk@harran.edu.tr

ÖZET

MAKALE BİLGİSİ

Kimyasal gübre kullanımı toprağın yapısını bozduğu ve sürdürülebilir bitki gelişimini olumsuz etkilediği için günümüzde kimyasal gübre kullanımına alternatif olarak organik gübre kullanımı önem kazanmıştır. Çalışmamızda sıvı yosun gübresi ve vermikompost gübresi kullanılarak arpa gelişimi ve kök bölgesi mikrobiyolojik özelliklerine etkisi incelenmiştir. Deneme serada tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekrarlı olarak yürütülmüştür. Vermikompostun 4 dozu (kontrol, % 10, % 20 ve % 40), sıvı yosun gübresinin 4 dozu (kontrol, % 1, % 2 ve % 3) ve vermikompost ile sıvı yosun gübresinin kombinasyonu ayrı ayrı topraklara uygulanmıştır. Tohum ekiminden 60 gün sonra bitkiler hasat edilmiştir. Uygulamalar yeşil aksam ve kök ağırlığını, bitki boyu ve kök uzunluğunu artırmıştır. Yaprakların klorofil içerikleri vermikompost ve sıvı yosun gübresi uygulaması ile kontrole göre artmıştır. Vermikompostun ve sıvı yosun gübresinin artan dozları rizosferdeki mikrobiyal solunum ve β -glukosidaz aktiviteyi kontrole göre önemli ölçüde artırmış, en yüksek artış vermikompost %40 ile yosun gübresinin %3'lük interaksyonunda elde edilmiştir.

Geliş:
02.04.2024
Kabul:
01.10.2024

Anahtar kelimeler: Vermikompost, Sıvı Yosun Gübresi, Arpa, β -glukosidaz, Mikrobiyal toprak solunumu

Effect of Vermicompost and Liquid Seaweed Extract Applications on Microbial Respiration and β -glucosidase Activity in Barley (*Hordeum vulgare* L.) Rhizosphere

ABSTRACT

ARTICLE INFO

Since the use of chemical fertilizers disrupts the structure of the soil and negatively affects sustainable plant growth, the use of organic fertilizers has gained importance as an alternative to the use of chemical fertilizers. In our study, the effects of liquid seaweed fertilizer and vermicompost fertilizer on barley growth and root zone microbiological properties were investigated. The experiment was carried out in the greenhouse according to the randomized plot design with 3 replications. 4 doses of vermicompost (control, 10%, 20% and 40%), 4 doses of liquid seaweed fertilizer (control, 1%, 2% and 3%) and the combination of vermicompost and liquid seaweed fertilizer were applied to the soil. The plants were harvested 60 days after sowing. The applications increased the green parts and root weight, plant height and root length. The chlorophyll contents of the leaves increased with the applications of vermicompost and liquid seaweed fertilizer compared to the control. Increasing doses of vermicompost and liquid seaweed fertilizer significantly increased the microbial respiration and β -glucosidase activity in the rhizosphere compared to the control, the highest increase was obtained in the interaction of 40% vermicompost and 3% seaweed fertilizer.

Received:
02.04.2024
Accepted:
01.10.2024

Keywords: Vermicompost, Liquid seaweed fertilizer, Barley, β -glucosidase, Microbial soil respiration

Cite this article as: Küçük, Ç. ve Pek, S. (2024). Vermikompost ve sıvı deniz yosunu ekstraktı uygulamalarının arpa (*Hordeum vulgare* L.) Rizosferinde mikrobiyal solunum ve β -glukosidaz aktiviteye etkisi. *Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences*, 14(2), 125-133. <https://doi.org/10.53518/mjavl.1463512>

GİRİŞ

Tarımda uygulanan azot, fosfor ve potasyum gibi temel besin gübrelerinin kullanımı, tüketimin artışıyla doğru orantılı olarak artmaktadır (Penuelas ve ark., 2023). Kimyasal gübreler ürün verimliliğini artırsa da aşırı ve bilinçsiz kullanımı toprak sağlığının bozulmasına, ötrofikasyona, iklim değişikliğine yol açmış ve sonuç olarak tarımsal verimliliğin azalmasına neden olmuştur (Adegbeye ve ark., 2019; Banerjee ve ark., 2019; Frank ve ark., 2019). Ayrıca üre, amonyum nitrat, kalsiyum amonyum nitrat, mono, di-amonyum fosfatlar ve süperfosfatlar gibi sentetik kimyasal gübrelerin tamamı yenilenemeyen kaynaklardan üretildiğinden (Blouin ve ark., 2019), üretim süreçleri ile aynı zamanda metan, karbon oksitler, azot (NO_x) ve kükürt gibi zararlı sera gazları, hatta zehirli uçucu hidrojen florür gazının (HF) da çevreye yayıldığı bildirilmiştir (Hao ve ark., 2020). Kullanılan azot ve fosforlu gübrelerin yaklaşık olarak % 80 ve % 25-75'i çevrede kaybolmakta, oluşan bu kaybın aşırı yağış ve yağmurla beslenen tarımsal ekosistemler tarafından teşvik edildiği açıklanmıştır (Choudhary ve Kumar, 2019). İnorganik kimyasalların kullanımına ilişkin endişeler, bitkisel büyüme ve tarımsal verimi sürdürülebilir bir şekilde iyileştirmek için alternatif, çevre dostu ve daha güvenli yöntemler geliştirmeye zorlamıştır. Bu bağlamda, zirai ilaç kullanımını azaltan organik tarım, tüketicilerin ilgisini çekmiştir. Bununla birlikte, organik tarımdaki verim, konvansiyonel tarımla karşılaştırıldığında daha düşük bulunmuştur (Raza ve ark., 2024). Organik tarımla uyumlu biyostimülantların uygulanması, organik ve konvansiyonel tarım sistemleri arasındaki verim farkını kapatılabileceği düşünülmüştür (Raza ve ark., 2024; Voko ve ark., 2022). Küresel iklim değişikliği de ürün rekoltesinde olumsuzluklara yol açmıştır. Bu stres etkenleriyle yüzleşmek veya hafifletmek için bitkinin fizyolojik süreçlerini düzenleyebildiği ve değiştirebildiği, sonuç olarak verim stabilitesini garanti edebildiği için biyostimülantların kullanımı ile ilgili çalışmalar son yıllarda hız kazanmıştır (Raj ve ark., 2022; Raza ve ark., 2024).

Üretilen deniz yosununun önemli bir kısmı, bitkisel üretimin daha hızlı gelişmesine yardımcı olmak için besin takviyesi ve biyostimülant olarak kullanılmıştır (Khan ve ark., 2009). Deniz yosunu sıvı gübreleri ve bunların süspansiyonları, daha az hacimli olmaları, depolanması, dağıtılması ve kullanılması kolay olduğundan tarımda kullanımları kabul edilebilir hale gelmiştir (Craigie, 2011; Kumari ve ark., 2011; Arioli ve ark., 2015). Deniz yosunu sıvı gübreleri, fizyolojik olarak aktif maddeler sağlayan çeşitli kahverengi alglerin özütlenmesiyle yapılmakta olup, bitkilerin üretkenliklerini artırmalarına yardımcı olan en iyi bilinen biyostimülantlar olduğu bildirilmiştir (Demirsoy ve Aydın, 2020; Du Jardin, 2015). Vermikompost yani solucan gübresi solucan çiftliklerinde, organik içeriklerin solucanların sindirim sistemlerinden geçirilerek üretilmesi ile elde edilmektedir (Dominguez, 2004). Solucanlar toprakta bulunan omurgasız türlerinin yaklaşık %92'sini oluşturmaktadır (Yasmin ve D'Souza, 2007). Vermikompostun mucizevi bir bitki büyüme artırıcısı olduğu bilimsel olarak kanıtlanmıştır (Sahab ve ark., 2020). Yapılan çalışmada vermikompost uygulamasının topraktaki hümik asit, mevcut azot ve fosfor seviyelerini artırdığı saptanmıştır (Sahab ve ark., 2020). Vermikompost uygulanmasıyla azot fikse eden bakteri ve aktinomisetlerin 1 popülasyonunun arttığı, böylece rizosfer bölgesinde güçlendirilmiş mikrobiyal aktivitelerin de topraktaki fosfor ve azotun kullanılabilirliğini artırdığı açıklanmıştır (Parastesh ve ark., 2019). Vermikompost toprağın mikrobiyal aktivitesini etkilemek için uyararak, oksijenin kullanılabilirliğini artırdığı, normal toprak sıcaklığını koruduğu, toprağın besin içeriğini iyileştirerek bitki büyümesini, verimini ve kalitesini arttırdığı yapılan çalışmada bildirilmiştir (Parastesh ve ark., 2019). Yapılan bir çalışmada, deniz yosunu ve sıvı vermikompost farklı dozlarda karıştırılarak domates fidesinin gelişimi izlenmiş, uygulamaların artan dozlarının kök, gövde ve yaprak kuru ağırlığını kontrole göre önemli ölçüde artırdığı belirlenmiştir (Demirsoy ve Aydın, 2020). Çevre kirliliği, sağlık sorunları ve kimyasal büyüme artırıcıların neden olduğu reaksiyonlar ve bunların biyolojik olarak parçalanabilirliğinin düşük olması, araştırmacıları büyüme düzenleyici aktiviteye sahip yeni biyogübre arayışına yöneltmiştir. Bu nedenle bu çalışmada; biyostimülant olarak kullanılan sıvı yosun gübresi ve vermikompostun farklı dozlarının arpanın temel büyüme özellikleri ile rizosferdeki solunum ve β-glukosidaz aktivite üzerine etkisi incelenmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Bitki materyali olarak arpa (*Hordeum vulgare* L.) çeşidi Akhisar-98 kullanılmıştır. Sıvı yosun gübresi ve vermikompost ticari gübre satan bayiden sağlanmıştır. Kullanılan sıvı yosun gübresinin organik madde içeriği %12, suda çözünür K₂O %3, Aljinit asit miktarı %0.3, EC; 13.56 dS/m, pH içeriği 6'dır. Vermikompost (EcosolFarm) katı formda kullanılmıştır. Deneme saksılarına (2 kg'lık) 2 mm çaplı elekten

elenmiş topraklar doldurulmuş, tohum ekiminden önce vermikompost ayrı ayrı (kontrol (hiçbir uygulama yapılmayan), %10, % 20 ve % 40) saksılara uygulanmıştır. Tohumlar ekiminden sonra ayrı ayrı farklı dozlarda sıvı yosun gübresi (kontrol, % 1, % 2, % 3) uygulanmıştır. Tesadüf parselleri faktöriyel deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulan deneme doğal ışık alan serada yürütülmüştür. Saksılara arpa tohumları 5 tane ekilmiş, çıkış sonrası 2'e seyreltilmiştir. Sıvı yosun gübresinin her uygulama dozu ayrı ayrı saksılara 50 ml olacak şekilde çimlenme sonrası uygulanmıştır. Bitkiler gerektiğinde su ile sulanmıştır. Bitkiler çimlenmeden 60 gün sonra hasat edilmiştir. Kullanılan toprağın pH'ı 8.01, EC 0.94 dS/m, organik madde % 1.68, total N içeriği % 0.06; kireç % 19.8, K₂O 112.4 kg/da, Yarayıslı fosfor 4.68 kg/da, tekstür killidir.

Temel bitki büyüme özellikleri

Bitki boyu (cm); bitkinin topraktan çıkışından en uç kısmının cetvel ile ölçülmesi ile belirlenmiştir. Hasat zamanı uygulamalardaki bitkiler, yeşil aksamı için kök boğazından kesilmiş, kökleri ile ayrı ayrı 80 °C'de kurutulmuş, yeşil aksam ve kök kuru ağırlıkları tartılmıştır. Hasat zamanı her bir uygulamaya ait bitki kökleri, su ile yıkanmış ve topraktan arındırılmış, cetvel ile kök uzunlukları ölçülmüş, cm olarak kaydedilmiştir.

Yaprakların Klorofil İçeriği

1 g taze yaprak örneği distile su ile yıkanmış, % 80 aseton ile homojenizasyon sonrası 6.000 devir/dk 5 dakika boyunca santrifüjlenmiştir. Toplanan süpernatanın OD'si, spektrofotometre kullanılarak klorofil a ve klorofil b için sırasıyla 663 ve 646 nm'de ölçülmüştür. Klorofil a ve klorofil b konsantrasyonları (mg/kg) Rathore ve Kumar (2021) tarafından açıklanan aşağıdaki formüllere göre hesaplanmıştır. Klorofil a = $12.21 \times OD_{663} - 2.81 \times OD_{646}$, Klorofil b = $20.13 \times OD_{646} - 5.03 \times OD_{663}$

Kök bölgesinin bazı mikrobiyolojik Özellikleri

Rizosfer bölgesinden alınan toprak örneklerinde mikrobiyal toprak solunumu (CO₂ oluşumu) ve β-glukosidaz aktiviteleri incelenmiştir. Toprak örneklerinde solunumu belirlemek amacıyla Isermayer yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde toprak örnekleri (50 g) NaOH (0.1 N) çözeltisinde 25 °C' de 1 gün inkübe edilmiş ve ölçümleri yapılmıştır (Anderson, 1982). β-glukosidaz aktivitesi için; bir test tüpüne toprak (1 g) alınarak, toluen (0.25 ml) ilave edilmiştir. Daha sonra 4 ml MUB (pH 6) ve 1 ml p-nitrofenil-β-D-glukozit (25 mM PNG) ilave edilmiş, karıştırılmıştır. Süspansiyon 37°C'de 1 saat süreyle inkübe edilmiştir. Ardından 1 ml kalsiyum klorür (0.5 M) ve tris çözeltisi (4 ml) eklenmiştir filtre kağıdından süzümüştür. Süzük 400 nm'de spektrofotometrede okunmuştur. Standart için p-nitrofenil-β-D-glukozitin (PNG) bir kalibrasyon eğrisi hazırlanmıştır ve aktivite mg PNG g⁻¹ kuru toprak h⁻¹ olarak ifade edilmiştir (Mukherjee ve ark., 2021).

İstatistik Analiz

Denemeye ait sonuçlar JMP11 istatistik programı kullanılarak bitki temel büyüme özellikleri, rizosferdeki mikrobiyal solunum, β-glukosidaz aktivite değerlendirilmiştir. Sonuçlar, her bir ölçümün üç ortalaması (n = 3) ± SE olarak verilmiştir. Uygulamalar arasındaki farklılık Duncan Çoklu Aralık Testine göre belirlenmiştir.

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Çevre güvenliği ve sosyo-ekonomik konular için sağlıklı bitkisel ürünlerin sürdürülebilir üretimini sağlamak yalnızca tarım, ekoloji ve çevre açısından kritik bir konu değil, aynı zamanda çiftçiler, araştırmacılar ve paydaşlar tarafından da üzerinde düşünülmektedir. Ancak çiftçiler, bitki büyümesini ve üretkenliğini artırmak için kimyasal gübre gibi üretiminde çok fazla enerjisi gerektiren kimyasallar kullanmaktadırlar; bu da CO₂ konsantrasyonunu, sıcaklığı, sera gazı emisyonlarını, çevre kirliliğini artırdığı gibi ürün kalitesi de dahil olmak üzere toprak sağlığının bozulmasına neden olmaktadır. Organik tarım uygulamaları, toprağı iyileştirmenin ve uzun vadede tarımsal üretimi artırmanın tek yoludur (Zhang ve ark., 2020). Toprak sağlığı, toprağın fiziksel, biyolojik ve kimyasal bileşenleri arasındaki karmaşık etkileşimin bir sonucudur. Toprak yönetimi gibi tarımsal uygulamaların da bu bileşenler üzerinde önemli bir etkisi olabilmektedir (Zhang ve ark., 2020; Hu ve ark., 2021). Bu nedenle araştırmamızda biyostimülant olarak kullanılan sıvı yosun gübresi ve vermikompostun bitki büyüme özellikleri ile rizosferde mikrobiyal solunum ve β-glukosidaz aktivite üzerindeki etkisi araştırılmıştır.

Bitki kökleri ile topraktaki mikroorganizmalar arasındaki etkileşimler rizosfer bölgesinde meydana geldiğinden, kök yüzeyinde ve kök çevresinde mikrobiyal çeşitlilik oldukça yükündür. Rizosferdeki mikroorganizmalar tarafından üretilen metabolitler ile bitki gelişimi stimüle edilebildiği gibi patojen mikroorganizmalarında gelişimi engellenebilmektedir (Sahab ve ark., 2020; Voko ve ark., 2022). Topraklara eklenen vermikompost, deniz yosunu gibi organik maddelerin topraktaki mikrobiyal popülasyon üzerinde olumlu etkileri yapılan çeşitli çalışmalarda açıklanmıştır (Voko ve ark., 2022). Çalışmamızda uygulamalar sonucu %3 yosun gübresi ile %20 vermikompost uygulamasının diğer uygulamalara göre; yeşil aksam kuru ağırlık, bitki boyu ve kök uzunluğu üzerinde daha etkili olduğu (Tablo 1), kontrole göre yeşil aksam kuru ağırlığını %45.6, bitki boyunu %5.2 ve kök uzunluğunu %24.3 oranında arttırdığı belirlenmiştir (Tablo 1). En yüksek kök kuru ağırlığı %40 vermikompost ve %2 ile %3 yosun gübresinin kombinasyonu ile elde edilmiş, kontrole göre artış % 41.7 olmuştur. Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre gübrelerin, yosun gübresi x vermikompost interaksyonunun etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur.

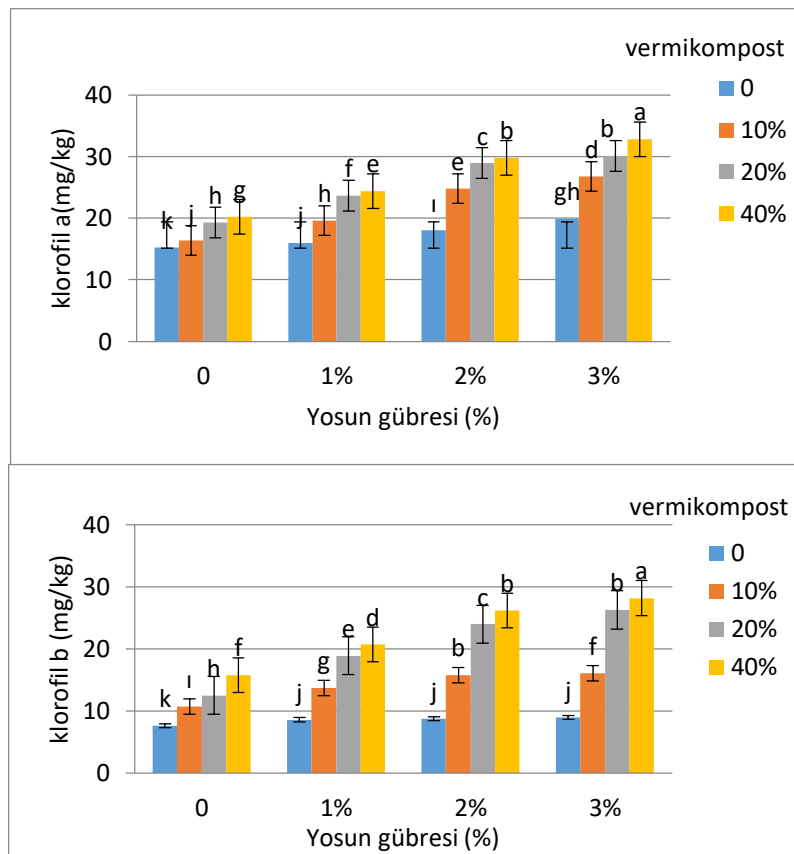
Uygulanan yosun gübresinin dozları kendi aralarında karşılaştırıldığında % 3'lük doz diğer dozlara göre etkili bulunmakla birlikte, istatistiki olarak önemsizdir. Yapılan çalışmalarda ise farklı dozlardaki vermikompost ve sıvı deniz yosunu uygulamaları çeşitli bitkilere uygulanmış, elde edilen sonuçlar uygulamaların bitkilerin bitki ağırlığı, bitki boyu, kök kuru ağırlık ve kök uzunluğu üzerinde etkili olduğunu göstermiştir (Ji ve ark., 2017; Kumari ve ark., 2011; Meng ve ark., 2022). Araştırmacılar uygulanan bitki çeşitleri, toprak yapısı, uygulanan gübre çeşidine göre farklılık olacağını açıklamışlardır (Kumari ve ark., 2011; Meng ve ark., 2022). Yapılan bir çalışmada ise *Macrocystis pyrifera* ekstraktı uygulanan marulun kök gelişimi kontrole göre önemli ölçüde artmış ve uygulamanın marul üzerinde oldukça etkili olduğu açıklanmıştır (Julia ve ark., 2020).

Tablo 1. Yosun gübresi ve vermikompost uygulamalarının arpanın bazı bitki özelliklerine etkileri

| Bitki özellikleri | Yosun gübresi uygulaması (%) | Vermikompost (%) | | | | ortamalar |
|------------------------------------|------------------------------|------------------|--------------|--------------|-------------|-----------|
| | | Kontrol | 10 | 20 | 40 | |
| Yeşil aksam kuru ağırlık (g/bitki) | 0 | 0.29±0.2e | 0.47±0.2 b | 0.56±0.1a | 0.36±0.1de | 0.42 |
| | 1 | 0.48±0.2b | 0.37±0.2de | 0.50±0.2ab | 0.49±0.2 b | 0.46 |
| | 2 | 0.39±0.3d | 0.44±0.4bc | 0.56±0.2a | 0.55±0.4a | 0.48 |
| | 3 | 0.46±0.1bc | 0.41±0.3d | 0.57±0.1 a | 0.43±0.2cd | 0.47 |
| | Ort.(LSD:0.32) | 0.40 | 0.41 | 0.55 | 0.45 | |
| Bitki boyu (cm) | 0 | 35.8±0.1a-d | 34.2±0.1b-e | 33.8±0.5de | 31.6±0.2 ef | 33.9 |
| | 1 | 34.9±0.2b-d | 36.1±0.4a-d | 33.9±0.2 c-e | 30.7±0.1f | 33.9 |
| | 2 | 34.6±0.1 b-d | 36.7 ±0.3abc | 36.6±0.1 a-d | 31.6±0.2 ef | 34.9 |
| | 3 | 35.3±0.2 a-d | 36.9 ±0.3ab | 37.8±0.1a | 34±0.2 c-e | 36 |
| | Ort.(LSD:0.49) | 35.1 | 36 | 35.5 | 32 | |
| Kök kuru ağırlık (g/bitki) | 0 | 1.4±0.4 d | 1.67±0.6 b-d | 1.32±0.4 d | 1.4±0.3d | 1.5 |
| | 1 | 1.65±0.06 b-d | 1.41±0.2 d | 1.94±0.1bc | 1.7±0.1 b-d | 1.7 |
| | 2 | 1.74±0.1 b-d | 1.47±0.2 cd | 1.54±0.2 cd | 2.4±0.2 a | 1.8 |
| | 3 | 1.62±0.4 b-d | 1.68±0.1 b-d | 2.1±0.1 ab | 2.4 ±0.2 a | 2 |
| | Ort.(LSD:0.47) | 1.6 | 1.6 | 1.7 | 1.97 | |
| Kök uzunluğu (cm) | 0 | 19±0.5bc | 18.2±0.4 c | 20.6±0.2 a-c | 20.3±0.2a-c | 19.5 |
| | 1 | 21.2±0.2a-c | 21.1±0.5 a-c | 21.1±0.1 a-c | 20.2±0.1a-c | 20.9 |
| | 2 | 20.2±0.2 a-c | 25.1±0.5 a | 21.9±0.1 a-c | 24.2±0.1ab | 22.9 |
| | 3 | 23.3±0.1 a-c | 20.7±0.2 a-c | 25.1±0.2 a | 23±0.1a-c | 23.1 |
| | Ort.(LSD:5.58) | 20.9 | 21.3 | 22.2 | 21.9 | |

Tüm uygulamalar, kontrole karşılaştırıldığında fotosentetik pigmentlerin bir ölçüsü olan klorofil a ve b konsantrasyonlarını önemli ölçüde arttırmıştır (Şekil 1). Sadece vermikompost kendi arasında incelendiğinde, en etkili uygulama dozu %40 olarak, yosun gübresi kendi arasında karşılaştırıldığında ise %3'lük doz dozlar arasında en etkili olarak belirlenmiştir. En yüksek klorofil a ve klorofil b %3 yosun gübresi ile %40 vermikompost uygulamasında elde edilmiştir ve kontrole göre sırasıyla; %53.6, %72.9 oranında artış elde edilmiştir. Benzer bulgular *Amaranthus hybridus* L.'de, vermikompost ve eckol gibi doğal biyostimülantların yaprağa uygulanmasında da rapor edilmiştir (Ngoroyemoto ve ark., 2019).Voko ve ark.

(2022) tarafından yapılan çalışmada; *Vigna unguiculata* (L.)’da kuraklık stresi altında deniz yosunu ekstraktı ve vermikompost uygulamalarından sonra klorofil içeriğinin arttığı belirlenmiştir. Biyostimülantların biyoyarıcı etkisi çeşitli mekanizmalarla açıklanabilir; topraktan bitki besin alımını ve asimilasyonu iyileştirmek, kök yapısının güçlendirilmesi, bitkilerin fizyolojik performansının artırılması, antioksidan savunma sisteminin güçlendirilmesi, besin asimilasyonu, taşıyıcı genlerin regülasyonu, enzimlerin ve organik bileşiklerin üretimi yoluyla rizomikrobiyomun değiştirilmesidir (Trivedi ve ark., 2022). Benzer şekilde deniz yosunu ekstraktı, hormonal homeostazis, besin taşıyıcı genlerin yukarı regülasyonu, fotosentezin uyarılması ve reaktif oksijen türleri (ROS) seviyeleri de dahil olmak üzere antioksidan uyarımı ve azalan lipid peroksidasyonu nedeniyle artan stres toleransı yoluyla bitki büyümesini ve gelişimini artırabilir (Trivedi ve ark., 2018). Deniz yosunu ekstraktlarındaki polisakaritlerin, betainlerin, poliaminlerin, fenolik bileşiklerin ve fitohormonların varlığı, çeşitli sinyal yollarını ve gen ifadesini etkileyebilir, dolayısıyla bitkiler üzerinde olumlu bir etki yaratabilir (Trivedi ve ark., 2022). Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre; klorofil a ve b içeriğine sadece vermikompost uygulandığında en etkili doz %40 olarak belirlenmiş, bunu sırası ile %20 ve %10’luk dozlar izlemiştir. Benzer olarak sadece yosun gübresi uygulandığında da en etkili doz %3 olarak belirlenmiş bunu sırası ile %2 ve %1’lik dozlar izlemiştir. Çalışmamızda da vermikompost ve yosun gübresinin beraber uygulanması ile fotosentetik pigmentlerin artışının belirlenmesi hem vermikompost hem de sıvı yosun gübresinin olumlu etkisinden kaynaklandığı araştırmacıların bulguları ile desteklenmektedir.



Şekil 1. Farklı dozlardaki yosun gübresi ve vermikompostun klorofil içeriğine etkileri

Toprağın biyolojik özellikleri arasında mikrobiyal solunum; solunum sürecinde toprak mikroflorası tarafından serbest bırakılan CO₂'nin tahminini ve toprak mikroorganizmalarının hücre yapılarında sabitlenen karbonun miktarını belirtir. Her ikisinin de toprağın mikrobiyal popülasyonu ve aktiviteleri ile ilişkili olduğu belirtilmiştir (Parastesh ve ark., 2019). Çalışmamızda yosun gübresinin artan dozlarının toprağa eklenmesi mikrobiyal solunumu önemli ölçüde arttırmıştır (p<,0001). Vermikompost (%40) ve yosun gübresinin (%3) birlikte uygulanması ile β-glukosidaz aktivite ile mikrobiyal solunumda en yüksek değer elde edilmiştir. Uygulamalar kontrole göre glukosidaz aktiviteyi %59.7 oranında artırırken, mikrobiyal solunum %64 oranında artmıştır (Tablo 2). Glukosidazın, toprakta bulunan yaygın bir enzim olduğu ve karbon döngüsünde yer aldığı için organik bileşiklerin bozunma ve stabilizasyon süreçlerini ölçmede biyokimyasal bir gösterge olarak kullanıldığı açıklanmıştır (Ruiz ve Salas, 2019). β-glukosidaz aktivite ve mikrobiyal solunumdaki önemli artışın, uygulamaların toprağa kazandırdığı organik maddeden kaynaklanabildiği düşünülmektedir, çünkü organik içerikler substrat görevi görebildiğinden, toprak mikroflorasına çözünebilir besin maddeleri

sağlayabilmekte ve toprak mikrobiyal popülasyonunun bolluğunu artırabildiği yapılan bir çalışmada rapor edilmiştir (Sarma ve ark., 2018).

Toprakların fizikokimyasal özelliklerinin analizi, üretim potansiyellerini ölçmek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Toprağın organik materyalinin kalitesinin doğrudan gösterge toprak enzimleri ile ilişkili olduğundan; yönetim uygulamaları ve maruz kalınan biyotik ve abiyotik faktörler sonucunda toprak kalitesindeki değişikliklerin göstergesi olarak kabul edilir ve mikrobiyal aktiviteyi izlemek için kullanılmaktadır (Ruiz ve Salas, 2019). Enzimlerin aynı zamanda toprak fonksiyonunda da vazgeçilmez olduğu, organik maddenin ayrışmasında ve besin döngüsü dönüşümünde hayati bir rol oynadığı bildirilmiştir (Ruiz ve Salas, 2019). Tablo 2’de görüldüğü gibi, hem yosun gübresi hem vermikompostun artan dozlarında mikrobiyal toprak solunumu ve β -glukosidaz aktivitede artış olmuştur. Uygulanan vermikompost dozları kendi aralarında karşılaştırıldığında en etkili doz %40 olmuş, bunu sırası ile %20 ve %10’luk dozlar izlemiştir. Benzer olarak yosun gübresinin yüksek dozu (%3’lük doz) en etkili bulunurken dozların azalması ile etki azalmıştır. Topraklara uygulanan gübre ile topraklara belirli oranda karbon girmekte, topraklardaki bu karbonun mikroorganizmalarca karbon ve enerji kaynağı olarak kullanılarak mikrobiyal aktivitenin arttırdığı ve dolayısıyla mikrobiyal toprak solunumu ve glukosidaz aktivitede artışa neden olduğu düşünülmektedir. Çalışmamızda da uygulamaların farklı olması topraktaki aktivitede farklı etki oluşturmuş, kontrolle karşılaştırıldığında önemli ölçüde artış meydana gelmiştir (Tablo 2).

Vermikompost ve yosun gübresinin yüksek uygulama dozunun diğer uygulama dozlarına göre toprağa daha fazla karbon sağlamanın mikrobiyal toprak solunumu ve β -glukosidaz aktiviteyi artırdığı düşünülmektedir. Ruiz ve Salas (2019) topraklara uygulanan gübrelerin ve uygulama dozlarına bağlı olarak ortaya çıkan farklılıkların topraktaki mikroorganizmaların farklı oranlardaki stimülasyonuna, gübre çeşidi ve miktarına bağlı olarak topraktaki mikrobiyal aktiviteyi farklı etkilemesine bağlamışlardır. Bu da bizim uygulama bulguları arasındaki farklılığı desteklemektedir. β -glukosidaz enzimi karbon döngüsünün ayrılmaz bir parçasıdır ve selüloz bozulmasında etkili olduğundan toprak kalitesinin değerlendirilmesinde analiz edilen enzimdir (Ruiz ve Salas, 2019). Bu reaksiyonun son ürünü, mikroorganizmalar için önemli bir karbon kaynağı olan glikozdur. Glikozun ortamda bulunması mikrobiyal aktivitenin artmasına neden olmaktadır. Toprağın enzimatik özelliklerinden β -glukosidaz aktivitenin artması organik katkı maddeleri tarafından geliştirilmiş mikrobiyal solunum ile ilişkilendirilebilir, bu da toprağın metabolik aktivitelerinin iyileşmesine neden olabilir (Hamdi ve ark., 2019). Ayrıca vermikompost, sıvı deniz yosunu gibi organik materyallerin, yapılan bazı araştırmalarda toprak sağlığında önemli bir artışa neden olduğunu göstermiştir. (Gupta ve ark., 2019; Trivedi ve ark., 2022).

Tablo 2. Yosun gübresi ve vermikompostun farklı dozlarının rizosferde mikrobiyal solunum ve β -glukosidaz (mg-p nitrofenol/g toprak) aktivite üzerine etkisi

| Rizosferdeki mikrobiyal aktivite | Yosun gübresi (%) | | Vermikompost dozları (%) | | | ortalama |
|--|-------------------|-------------|--------------------------|------------|------------|----------|
| | Kontrol | 10 | 20 | 40 | | |
| Mikrobiyal toprak solunumu (mg/toprak) | 0 | 26.1±0.5* n | 29.4±0.5 l | 34.3±0.2 j | 36.3 ±0.2i | 31.5 |
| | 1 | 28.5±0.5 m | 32.7 ±0.7k | 37.9 ±0.2h | 41.4 ±0.2g | 35.1 |
| | 2 | 36.7±0.3 i | 42.9 ±0.8f | 62.8 ±0.2d | 65.6±0.4 c | 52 |
| | (LSD:0.88) Ort. | 33.3 | 40.4 | 51 | 54 | 60 |
| β -glukosidaz (mg-p nitrofenol/g toprak) | 0 | 31.3±0.3 m | 32.1±0.7 m | 37 ±0.2k | 38.1±0.5 j | 34.6 |
| | 1 | 34.3±1.6 l | 34.9 ±0.5l | 42.3 ±0.4i | 46.5 ±0.3g | 39.5 |
| | 2 | 43.4 ±0.1h | 55.4 ±0.4e | 57.5 ±0.5d | 68.3 ±0.4b | 56.2 |
| | (LSD :0.96) Ort. | 39.3 | 44.9 | 50.1 | 57.6 | 61.6 |

*p<.0001 düzeyinde önemlidir.

SONUÇ

Tahıl bitkileri küresel gıda üretiminde önemli bir rol oynamaktadır. Bununla birlikte, üretimde ve zararlılarla mücadelede kimyasal gübrelerin ve pestisitlerin geleneksel kullanımı, insan sağlığı için risklere, çevresel sürdürülebilirlik konusunda önemli endişelere yol açmıştır. Çalışmamızda; vermikompostun %40 ve yosun gübresinin %3'lük doz interaksyonunun rizosfer toprağının mikrobiyal solunum ve β -glukosidaz enzim aktivitesini önemli ölçüde arttırdığı belirlenmiştir. Mikrobiyal aktivitedeki artışın, topraktaki besin maddesi mineralizasyonunu hızla artıracığı ve dolayısıyla bitki gelişimini teşvik edeceği düşünülmektedir. Biyostimülantların kullanımı toprak kalitesini iyileştirebilir. Ancak herhangi bir öneriden önce uzun vadeli çalışmalara, tarla denemelerine ve moleküler düzeyde araştırmalara ihtiyaç vardır. Biyostimülantlar kimyasal gübrelere olan bağımlılığı azaltmada ümit verici bir role sahip olmakla birlikte, artan gıda talebini karşılamak için kaliteli tarım ürünleri sağlama yeteneğine sahiptir. Bitkiler, amino asitleri ve diğer biyostimülantları besin gereksinimlerine, çevresel koşullarına ve genetik yapılarına göre kullanırlar. Yosun gübresi ve vermikompost gibi biyostimülantların ürün çeşidine, doza, uygulama süresine, yonteme ve iklim koşullarına özgü olması nedeniyle sonuçlarımız bildirilen diğer sonuçlardan farklı olabilir. Çalışmada uygulanan biyostimülantların optimum dozları, uygulama süresinin çiftçilere önerilmesi, etki mekanizmasını ve ekonomik analizini bulmak için daha fazla araştırma yapılması gereklidir.

TEŞEKKÜR

Bu araştırmanın yapılmasında maddi destek sağlayan Harran Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine (HÜBAP-21256) teşekkürlerimizi sunarız.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını tasdik ederler.

YAZAR KATKISI

Tüm yazarlar eşit katkı sağlamıştır.

ETİK BEYAN

“Vermikompost ve Sıvı Deniz Yosunu Ekstraktı Uygulamalarının Arpa (*Hordeum vulgare* L.) Rizosferinde Mikrobiyal Solunum ve β -glukosidaz Aktiviteye Etkisi” başlıklı çalışmanın yazım sürecinde bilimsel kurallara, etik ve alıntı kurallarına uyulmuş; toplanan veriler üzerinde herhangi bir tahrifat yapılmamış ve bu çalışma herhangi başka bir akademik yayın ortamına değerlendirme için gönderilmemiştir. Bu araştırma doküman analizi ve betimsel incelemeye dayalı olarak yapıldığından etik kurul kararı zorunluluğu bulunmamaktadır.

KAYNAKLAR

- Adebeye, M.J., Reddy, P.R.K., Obaisi, A.I., Elghandour, M.M.M.Y., Oyebamiji, K.J., & Salem, A.Z.M., (2019). Sustainable agriculture options for production, nutritional mitigation of greenhouse gasses and pollution, and nutrient recycling in emerging and transitional nations-an overview. *Journal of Cleaner Production*, 118, 319–314. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118319>
- Anderson, J.P.E. (1982). Soil respiration. In: methods of soil analysis, part 2, chemical and microbiological properties (Ed. A.L. Page). ASA-SSSA, Madison, Wiscconsin. pp. 831-871.
- Arioli, T., Mattner, S.W., & Winberg, P.C. (2015). Applications of seaweed extracts in Australian agriculture: Past, present and future. *Journal of Applied Phycology*, 275, 2007-2015
- Banerjee, S., Walder, F., Buchi, L., Meyer, M., Held, A. Y., & Gattinger, A. (2019). Agricultural intensification reduces microbial network complexity and the abundance of keystone taxa in roots. *Multidisciplinary Journal of Microbial Ecology*, 13, 1722–1736. <https://doi.org/10.1038/s41396-019-0383-2>
- Blouin, M., Barrere, J., Meyer, N., Lartigue, S., Barot, S., & Mathieu, J. (2019). Vermicompost significantly affects plant growth. a meta-analysis. *Agronomy for Sustainable Development*, 39(4), 1–15. <https://doi.org/10.1007/s13593-019-0579-x>
- Choudhary, V.K., & Kumar, P.S. (2019). Weed suppression, nutrient leaching, water use and yield of turmeric (*Curcuma longa* L.) under different land configurations and mulches. *Journal of Cleaner Production*, 210, 795–803. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.11.071>

- Craigie J.S. (2011). Seaweed extracts stimuli in plant science and agriculture Journal of Applied Phycology, 233, 371-393, <https://doi.org/10.1007/s10811-010-9560-4>
- Demirsoy, M., & Aydın, M. (2020). The Quantitative Effects of Liquid Vermicompost and Seaweed Practices on the Seedling Quality of Organic Tomato (*Solanum lycopersicum* L.). International Journal of Environmental Trends (IJENT) 4, 17-27.
- Dominguez, J. (2004). State-of-the Art and New Perspectives On Vermicomposting Research. (2nd ed), CRC Press, Boca Raton, pp. 401-424, <https://doi.org/10.1201/9781420039719.ch20>
- Du Jardin, P. (2015). Plant biostimulants: definition, concept, main categories and regulation. Scientia Horticulture, 196, 3-14, <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.021>
- Gupta, R., Singh, A., Srivastava, M., Shanker, K., & Pandey, R. (2019). Plant-microbe interactions endorse growth by uplifting microbial community structure of *Bacopa monnieri* rhizosphere under nematode stress. Microbiological Research, 218, 87–96. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2018.10.006>
- Penuelas, J., Coello, F., & Sardans, J. (2023). A better use of fertilizers is needed for global food security and environmental sustainability. Agriculture Food Security, 12, 1-9. <https://doi.org/10.1186/s40066-023-00409-5>
- Frank, S., Havlík, P., Stehfest, E., van Meijl, H., Witzke, P., & Perez-Domínguez, I. (2019). Agricultural non-CO₂ emission reduction potential in the context of the 1.5°C target. Nature Climate Change, 9, 66–72. <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0358-8>
- Hao, P. F., Qiu, C. W., Ding, G., Vincze, E., Zhang, G., & Zhang, Y. (2020). Agriculture organic wastes fermentation CO₂ enrichment in greenhouse and the fermentation residues improve growth, yield and fruit quality in tomato. Journal of Cleaner Production, 275, 123885. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123885>
- Hu, R., Liu, Y., Chen, T., Zheng, Z., Peng, G., & Zou, Y. (2021). Responses of soil aggregates, organic carbon, and crop yield to short-term intermittent deep tillage in southern China. Journal of Cleaner Production, 298, 126767. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126767>
- Ji, R., Dong, G., Shi, W., & Min, J. (2017). Effects of liquid organic fertilizers on plant growth and rhizosphere soil characteristics of chrysanthemum. Sustainability, (9), 841-857 <https://doi.org/10.3390/su9050841>
- Julia, I., Oscar, M., Analia, L., & Guilherme, J. (2020). Biofertilization with *Macrocystis pyrifera* algae extracts combined with PGPR enhanced growth in *Lactuca sativa* seedlings. Journal of Applied Phycology, (32), 4361-4371. <https://doi.org/10.1007/s10811-020-02202-4>
- Khan, A.A., Jilani, G., Akhtar, M.S., Naqvi, S.M.S., & Rasheed, M. (2009). Phosphorus Solubilizing Bacteria: occurrence, Mechanisms and their Role in Crop Production. Journal of Agricultural and Biological Science, 11, 48-58
- Kumari, R., Kaur, I., & Bhatnagar, A.K. (2011). Effect of aqueous extract of *Sargassum johnstonii* Setchell Gardner on growth, yield and quality of *Lycopersicon esculentum* Mill. Journal of Applied Phycology, 233, 623-633, <https://doi.org/10.1007/s10811-011-9651-x>
- Meng, C., Gu, X., Liang, H., Wu, M., Wu, Q., Yang, L. (2022). Optimized preparation and high-efficient application of seaweed fertilizer on peanut. Journal Agriculture Research, 7, 100275. doi: 10.1016/j.jafr.2022.100275
- Mukherjee, A., Gaurav, A.K., Patel, A.K., Singh, S., Chouhan, G.K., & Lepcha, A. (2021). Unlocking the potential plant growth-promoting properties of chickpea (*Cicer arietinum* L.) seed endophytes bio-inoculants for improving soil health and crop production. Land Degradation & Development, 32 (15), 4362–4374. doi: 10.1002/ldr.4042
- Ngoroyemoto, N., Gupta, S., Kulkarni, M. G., Finnie, J. F., Van Staden, J. (2019). Effect of organic biostimulants on the growth and biochemical composition of *Amaranthus hybridus*. South African Journal of Botany, 124, 87–93. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2019.03.040>
- Parastesh, F., Alikhani, H. A., & Etesami, H. (2019). Vermicompost enriched with phosphate-solubilizing bacteria provide the plant with enough phosphorus in sequential cropping under calcareous soil conditions. Journal of Cleaner Production, 221, 27–37. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.02.234>
- Raj, Y., Ali, N., Pati, A.M., & Kumar, R. (2022). Cleaner production technologies for the amelioration of soil health, biomass and secondary metabolites in *Ocimum basilicum* L. under Indian Western Himalaya. Frontier Plant Science, 13, 1-21. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.976295>
- Rathore, S., & Kumar, R. (2021). Agronomic interventions affect the growth, yield, and essential oil composition of German chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) in the western himalaya. Industrial Crops and Products, 171, 113873. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.113873>
- Raza, Q., Rehim, A., Bashir, M.A., Razai H.M.A., Aon, M., Geng, Y., Moustafa, M., Alshaharni, M.O., Ali, H., & Lucas, R.S. (2024). Identifying the abilities of biostimulants to improve vegetable production compared with conventional fertilizer. Frontiers in Sustainable Food Systems, 8, 1-9. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2024.1345259>
- Ruiz, J.L., & Salas, M.C. (2019). Evaluation of Organic Substrates and Microorganisms as Bio-Fertilisation Tool in Container Crop Production. Agronomy, 9(11),705, <https://doi.org/10.3390/agronomy9110705>
- Sahab, S., Ibha, S., Srivastava, V., Puneet, C., Singh, R., & Prasad, V. (2020). Potential risk assessment of soil salinity to agroecosystem sustainability: current status and management strategies. Science of the Total Environment, 764 (2020), pp. 144-164, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144164>
- Sarma, B., Farooq, M., Gogoi, N., Borkotoki, B., Katak, R., & Garg, A. (2018). Soil organic carbon dynamics in wheat-green gram crop rotation amended with vermicompost and biochar in combination with inorganic

- fertilizers: A comparative study. *Journal of Cleaner Production*, 201, 471–480. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.08.004>
- Trivedi, K., Vijay Anand, K. G., Kubavat, D., Patidar, R., & Ghosh, A. (2018). Drought alleviatory potential of Kappaphycus seaweed extract and the role of the quaternary ammonium compounds as its constituents towards imparting drought tolerance in *Zea mays*. *Journal of Applied Phycology*, 30 (3), 2001–2015. <https://doi.org/10.1007/s10811-017-1375-0>
- Trivedi, K., Kumar, R., Vijay Anand, K. G., Bhojani, G., Kubavat, D., & Ghosh, A. (2022). Structural and functional changes in soil bacterial communities by drifting spray application of a commercial red seaweed extract as revealed by metagenomics. *Archives of Microbiology*, 204 (1), 1–21. <https://doi.org/10.1007/s00203-021-02644-5>
- Yasmin, S., & D'Souza, D. (2007). Effect of pesticides on the reproductive output of *Eisenia fetida*. *The Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 795, 529-532, <https://doi.org/110.1007/s00128-007-9269-5>
- Voko, M.P., Kulkarni, M., Ngoroyemoto, N., Gupta, S., Finnie, J., & van Staden, J. (2022). Vermicompost leachate, seaweed extract and smoke-water alleviate drought stress in cowpea by influencing phytochemicals, compatible solutes and photosynthetic pigments. *Plant Growth Regulation*. 97, 327-342 <https://doi.org/10.1007/s10725-022-00815-y>
- Zhang, Q., Song, Y., Wu, Z., Yan, X., Gunina, A., & Kuzyakov, Y. (2020). Effects of six-year biochar amendment on soil aggregation, crop growth, and nitrogen and phosphorus use efficiencies in a rice-wheat rotation. *Journal of Cleaner Production*. 242, 118435. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118435>

Research Article

Kestane Kabağı (*Cucurbita maxima* Duch.) Hatlarının *Fusarium* Solgunluğu (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum*)'na Dayanıklılık Düzeylerinin BelirlenmesiMelek Nur Özdemir *¹ Seda Atasoy ¹ Elif Yıldırım ² Ahmet Balkaya ¹ Büşra Yapıcı ³¹Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Samsun, Türkiye²Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Samsun, Türkiye³Petektar Tohum Sanayi Ticaret Limited Şirketi, Antalya, Türkiye*Corresponding author e-mail: meleknurzdmr@gmail.com

ÖZET

MAKALE
BİLGİSİ

Hıyar yetiştiriciliğinde *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* J.H. Owen (FOC) ürün kaybına neden olan toprak kökenli önemli bir fungal bitki patojenidir. Günümüzde kabakgillerde özellikle karpuz, kavun ve hıyarda aşılı fide kullanımı *Fusarium* solgunluğu mücadelesinde etkili ve yaygın kullanılan bir yöntemdir. Aşılı hıyar fidesi için anaç olarak, en çok türler arası kestane kabağı (*Cucurbita maxima*) × bal kabağı (*Cucurbita moschata*) melezleri ile tür içi bal kabağı melezleri kullanılmaktadır. Bu çalışmada, önce aşılı hıyar üretiminde anaç ıslah programı için 49 kestane kabağı genotipinden oluşan bir gen havuzu oluşturulmuş, daha sonra kestane kabağı hatlarının *F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum*'a karşı dayanıklılık durumlarının belirlenmesi ve FOC ile muamele edilmiş kestane kabağı hatları ile kontrol bitkilerinin vejetatif büyüme özellikleri yönünden incelenmesi amaçlanmıştır. Pozitif kontrol olarak Nun 9075 ticari kabak anaçı ve negatif kontrol olarak Çengelköy hıyar çeşidi kullanılmıştır. Araştırma sonucunda, 20 genotipin yüksek düzeyde dayanıklı, 23 genotipin ise orta düzeyde dayanıklı ve 5 genotipin düşük düzeyde dayanıklı olduğu belirlenmiştir. Patojenle enfekteli olan ve kontrol uygulamasında incelenen bitki boyu, gövde çapı, yaprak sayısı, kuru kök, gövde ve yaprak ağırlığı özellikleri yönünden istatistiksel olarak çok önemli düzeyde farklılıklar olduğu saptanmıştır. Araştırma sonucunda; hem hastalık dayanımı hem de vejetatif büyüme parametreleri yönünden öne çıkan hatlar yeni hibrit kabak anaçlarının geliştirilmesine yönelik ıslah programında ümitvar kestane kabağı ebeveynleri olarak seçilmiştir.

Geliş:
09.07.2024
Kabul:
08.09.2024**Anahtar kelimeler:** Aşılı hıyar, *Fusarium solgunluğu*, kestane kabağı, dayanıklılık, vejetatif büyüme**Determination of Winter Squash (*Cucurbita maxima* Duch.) Lines for Resistance Level to *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum***

ABSTRACT

ARTICLE
INFO

In cucumber cultivation, *F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum* J.H. Owen (FOC) is an important soil-borne plant pathogenic fungus causing crop loss. Nowadays, the use of grafted seedlings in cucurbits, especially in watermelon, melon and cucumber is effective and widely used method in the control of Fusarium wilt. For rootstock of grafted cucumber seedlings, intraspecific hybrids of *Cucurbita maxima* × *Cucurbita moschata* and intraspecific hybrids of *Cucurbita moschata* are commonly used. In this study, first, a gene pool consisting of 49 genotypes of *Cucurbita maxima* was created for the rootstock breeding program in grafted cucumber production. Subsequently, the resistance levels of these winter squash lines against *F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum* were determined, and the vegetative growth characteristics of these lines treated with FOC were compared with control plants. Nun 9075 commercial rootstock was used as positive control and Çengelköy cucumber cultivar was used as negative control. As a result of the study, it was determined that 20 genotypes were highly resistant, 23 genotypes were moderately resistant and 5 genotypes were low resistant. It was determined that there were statistically significant differences in plant height, stem diameter, number of leaves, dry root, stem and leaf weights in pathogen-infected and control treatments. As a result of the research, the lines which stood out in terms of both disease resistance and vegetative growth parameters were selected as promising winter squash parents in the breeding programme for the development of new hybrid rootstocks.

Keywords: grafted cucumber, *Fusarium*, winter squash, resistance, vegetative growthReceived:
09.07.2024
Accepted:
08.09.2024

Cite this article as: Özdemir, M. N., Atasoy, S., Yıldırım, E., Balkaya, A. ve Yapıcı, B. (2024). Kestane kabağı (*Cucurbita maxima* Duch.) hatlarının fusarium solgunluğu (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum*)'na dayanıklılık düzeylerinin belirlenmesi. *Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences*, 14(2), 134-146. <https://doi.org/10.53518/mjavl.1512332>

GİRİŞ

Dünya genelinde, kabakgil ekili alanlarda yaygın olan toprak kaynaklı çeşitli fungal patojenler, solgunluk, kök ve kök boğazı çürüklüğü gibi hastalıklara yol açmaktadır (Erper ve ark. 2015). Ülkemizde kavun, karpuz, kabak ve hıyar yetiştirilen alanlarda hastalıklara neden olan fungal patojenler üzerine birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda kabakgil bitkilerinde *Fusarium* spp. (*F. culmorum*, *F. equiseti*, *F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum*, *F. oxysporum* f. sp. *niveum*, *F. oxysporum* f. sp. *melonis*, *F. solani*), *Pythium* spp., *R. solani* ve *B. cinerea* tespit edilmiştir (Yıldız ve Delen 1977; Sağır 1988; Maden ve ark. 1989; Erper ve Hatat 1998; Kırbag ve Turan 2005; Tok ve Kurt 2009; Erper ve ark. 2015). *Fusarium* solgunluğu hastalığı optimum olmayan koşullardan kaynaklı meydana gelmektedir. *Fusarium* solgunluğunun belirtileri tüm kabakgillerde genellikle benzer olup, hastalığın şiddeti topraktaki inokulum miktarı, çevresel koşullar, besinler (özellikle azot) ve konukçunun duyarlılığı gibi çeşitli faktörlere göre belirgin değişkenlikler göstermektedir (Altınok ve ark. 2022). Bununla birlikte *Fusarium* solgunluğunun belirgin karakteristik simptomu, kök veya gövde enine kesitinde kolaylıkla gözlenebilen vasküler sistemdeki (ksilem) renk değişikliğinin olmasıdır (Tok 2010).

Fusarium oxysporum f. sp. *cucumerinum* J.H. Owen (FOC), hıyar yetiştiriciliğinde yüksek düzeyde ürün kaybına neden olabilen ve herhangi bir gelişme döneminde bitkilerde enfeksiyon yapabilen önemli toprak kökenli patojenlerden biridir. *F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum* fide döneminde toprak sıcaklığının düşük olduğu yerlerde de çökerten hastalığına neden olabilmektedir. Daha olgun bitkilerde ise başlangıçta bir ya da birkaç sürgünde solma sonrasında tüm bitkide solma ve bitkide ölüm meydana getirmektedir (Vakalounakis 1996). Patojenin bilinen üç adet ırkı bulunmaktadır (0, 1, 2). Bu hastalık ilk olarak 1930'lu yıllarda Japonya'da tespit edilmiştir (Yücel ve ark. 2022). Hıyar yetiştiriciliğinde önemli bir hastalık etmeni olan *F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum*, birçok ülkede yaygın olarak görülmektedir. Bu ülkeler arasında Amerika Birleşik Devletleri, İngiltere, Yunanistan, İsrail, Japonya, Çin, Almanya, Avustralya ve Hollanda yer almaktadır (Martyn 1996; Vakalounakis ve Fragkiadakis 1999; Altın ve Bora 2015). Bu hastalıkla mücadele için daha çok kaçınma stratejisi uygulanmış, hastalık etmeniyle bulaşık alanlarda turfanda üretimi (soğuk sezon), enfekteli olmayan alanlarda normal sezon (yaz) üretimi yapılmaktadır (Yücel ve ark. 2022). Mücadelesi zor olan bu hastalığın kontrolü için önerilen fumigasyon (Hopkins ve Elmstrom 1974; Gonzales-Torres ve ark. 1993), ekim nöbeti (Hopkins ve Elmstrom 1984), toprak solarizasyonu (Martyn ve Hartz 1986; Gonzales-Torres ve ark. 1993) ve biyolojik kontrol (Martyn ve ark. 1991; Bora ve ark. 1994) gibi hastalıkla mücadele yöntemlerinin yanında dayanıklı çeşit kullanımı etkili ve yaygın bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Patojen toprakta uzun yıllar canlı kalabildiğinden dayanıklı çeşit kullanımı dışındaki yöntemler kesin çözüm olmamaktadır (Aras ve ark. 2017). Günümüzde FOC etmenine dayanıklı bazı hıyar hatları geliştirilmiştir (Vakalounakis ve Smardas 1995; Karaağaç 2013) ancak bu hatların, hibrit hıyar çeşitlerinin geliştirilmesinde kullanılması mümkün olmamıştır (Yücel ve ark. 2022). Bunun yanında kabakgillerde özellikle karpuz, kavun ve hıyarda aşılı fide kullanımı toprak kökenli hastalıklardan olan *Fusarium* solgunluğu ve *Verticillium* solgunluğunun mücadelesinde kullanılan önemli bir uygulamadır. Son yıllarda, dünyanın birçok ülkesinde sebze üretiminde aşılı fide kullanımı yaygınlaşmış ve pratikte gerekli hale gelmiştir. Aşılı bitkilerin, aşısız bitkilere kıyasla daha güçlü geliştiği, toprak kaynaklı patojenlere karşı daha dayanıklı olduğu ve verimi artırdığı belirlenmiştir (Davis ve ark. 2008; Lee ve ark. 2010; Karaağaç 2013). Aşılı fide üretimi, *Solanaceae* ve *Cucurbitaceae* familyası sebze türlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Son yıllarda kullanılan teknolojiler sayesinde, ülkemizde fide sektöründe aşılı fide üretimi olanaklı hale gelmiştir. Aşılama ile sağlıklı ve kaliteli fideler elde edilmekte, buna bağlı olarak da ürün verimliliği ve kalitesi artmaktadır (Yıldız ve ark. 2013; Balkaya 2014; Tüzel ve ark. 2020).

Günümüzde hıyara anaç olarak, türler arası *C. maxima* × *C. moschata* melezleri, tür içi *Cucurbita moschata* (bal kabağı) ve *Cucurbita ficifolia* (incir yapraklı kabak) türlerine ait anaçlar yaygın olarak kullanılmaktadır (Balkaya 2014). *C. ficifolia* anaçları, *F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum*'a karşı orta düzeyde dayanıklıdır (Louws ve ark. 2010). Ancak bu anaçta çimlenme gücü düşüklüğü ve kısa hipokotil gibi dezavantajlar bulunmaktadır. Bu nedenlerden dolayı, hıyara anaç olarak daha çok *C. moschata* tür içi ve *C. maxima* × *C. moschata* türler arası melez anaçları daha çok tercih edilmektedir (Davis ve ark. 2008; Bekar ve ark. 2017). Hıyar bitkisinde ilk aşılama 1960'lı yıllarda Japon çiftçiler tarafından düşük sıcaklığa toleransı artırmak ve *Fusarium* solgunluğuna dayanıklılığı artırmak amacıyla başlamıştır. 1970'li yıllardan 1980'li yıllara kadar anaç olarak düşük sıcaklığa tolerant olan incir yapraklı kabak kullanılmıştır. 1980'li yıllarda ise yeni hibrit kabak anaçlarının geliştirilmesiyle birlikte bu anaçlarla aşılı hıyar fideleri üretilmeye başlanmıştır (Sakata ve ark. 2007; Yücel ve ark. 2022). Yapılan bir çalışmada, *C. ficifolia* (A27), *C. moschata* (Kirameki F₁, Patron

F₁) ve *C. maxima* × *C. moschata* (Brava F₁, Peto 42.91 F₁, Tetsukabuto F₁, TS-1358 F₁, TZ-148 F₁) türlerine ait anaç çeşitler; Brunex F₁ hıyar çeşidine anaç olarak kullanılarak *F. oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* etmeninin farklı izolatlarına karşı dayanıklılık durumları belirlenmiştir. Kullanılan anaç çeşitlerine aşılı hıyarların tamamının bu etmene karşı dayanıklılık gösterdiği, aşısız hıyarların ise hassas olduğu tespit edilmiştir (Pavlou ve ark. 2002). 1990'lı yıllarda virüslere (CMV, ZYMV) dayanıklı hıyar çeşitleri geliştirildikten sonra anaç kullanımı tekrar yaygınlaşmaya başlamıştır. Bazı bal kabağı genotiplerinin aşılandığında hıyar meyvesi üzerindeki mumsuluğu giderdiği ve daha kaliteli bir meyve oluşumuna neden olduğu tespit edildikten sonra 2000'li yıllarda *C. ficifolia* anacının yerini tekrar *C. moschata* anaçları almıştır (Sakata ve ark. 2007). Bu anaç grubunda yapılan ıslah çalışmaları sonucunda hipokotilleri daha kalın, aşı uyumu daha yüksek ve düşük sıcaklıklara daha toleranslı niteliklere sahip hibrit *C. moschata* anaçları geliştirilmiştir (Seo ve ark. 2005).

Aşılı hıyar yetiştiriciliğinde en iyi dayanımın *C. maxima* × *C. moschata* anaçlarından elde edildiğine dair birçok araştırma sonucu mevcuttur (Kim ve ark. 1997; Diane ve ark. 2007; Papadaki ve ark. 2017; Kamel ve Taher 2021; Reyad ve ark. 2021). Ancak literatürde bal kabağı anaçlarının da *Fusarium* solgunluğuna dayanıklı olduğu birçok çalışmada bildirilmiştir (Kim ve ark. 1997; Göçmen ve ark. 2014; Karaağaç ve ark. 2017; Reyad ve ark. 2021). Her ne kadar hıyar anacı olarak düşük sıcaklık performansından dolayı *C. ficifolia* türü ön plana çıkmış olsa da yapılan çalışmalarda bu anacın FOC dayanımı yeterli düzeyde bulunmamıştır (Lee 2003; Davis ve ark. 2008; Karaağaç ve ark. 2017).

Ülkemizde, fide sektöründe aşılı hıyar fidesi üretiminin payı her geçen gün artmaktadır. Kabak anaçları, ticari olarak fideliklerde aşılı karpuz, hıyar ve kavun üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu nedenle geniş ölçekte farklı amaçlar doğrultusunda değerlendirilebilecek olan yerli hibrit kabak anaçlarının ıslah edilmesi önemlidir. Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkez Müdürlüğü (TTSM 2024) kayıtlarına göre aşılı fide üretiminde kullanılan standart tohumluk kaydına alınmış 89 anaç ve üretim izni alınmış 18 anaç olmak üzere toplam 107 ticari anaç bulunmaktadır. Bu anaçların 46 tanesi domates anacı ve 38 tanesi ise kabak anacıdır. Türkiye’de aşılı fide üretiminde kullanılan anaçların büyük bir kısmı yurtdışından temin edilmektedir. Bu durum, anaç ıslahına yönelik çalışmalara daha fazla önem verilmesi gerektiğini göstermektedir (Kandemir ve ark. 2022). Ülkemizde üniversiteler, tarımsal araştırma enstitüleri ve özel sektör iş birlikleri ile biyotik ve abiyotik stres faktörlerine dayanıklı, meyve kalitesini olumsuz yönde etkilemeyen, verim artışı sağlamaya yönelik anaç ıslah programlarının sayılarının artırılması büyük bir önem taşımaktadır (Balkaya 2014; Balkaya ve ark. 2020). Bu amaç doğrultusunda üniversite ve özel sektör işbirliği kapsamında yürütülen bir çalışmada “Aşılı Hıyar Fidesi Üretimi İçin Yerli Kabak Genotiplerinin Anaçlık Bitkisel Özelliklerinin İncelenmesi, Fenotipik Kabak Seleksiyonu” projesinde nitelikli kestane kabağı (*Cucurbita maxima* Duch.) gen havuzu oluşturulmuştur (Balkaya ve Yapıcı 2022). Bu çalışmada, belirtilen projede morfolojik karakterizasyonu tamamlanmış olan kestane kabağı hatlarının hıyarda solgunluk etmeni olan *F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum*’a karşı dayanıklılık durumlarının belirlenmiş ve FOC etmeni ile muamele edilmiş kestane kabağı hatları ile kontrol bitkilerinin vejetatif büyüme özellikleri karşılaştırılmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü sebze çoğaltma serasında gerçekleştirilmiştir. Denemede farklı ıslah kademelerindeki (S4-S5 generasyonu) 49 adet kendilenmiş kestane kabağı hattı kullanılmıştır. Hastalık testi denemelerinde pozitif kontrol olarak Nun 9075 ticari kabak anacı ve negatif kontrol olarak ise Çengelköy hıyar çeşiti kullanılmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Kestane kabağı gen havuzunda yer alan hatların aksesyon numaraları

| No | Kod | Aksesyon | No | Kod | Aksesyon |
|----|------|--------------|----|------|--------------|
| 1 | FK1 | 22ANC024-2-1 | 26 | FK26 | 23ANC224-4 |
| 2 | FK2 | 22ANC024-3-1 | 27 | FK27 | 23ANC225-2 |
| 3 | FK3 | 22ANC027-3-1 | 28 | FK28 | 23ANC227-3 |
| 4 | FK4 | 22ANC029-2-2 | 29 | FK29 | 23ANC228-2 |
| 5 | FK5 | 22ANC032-1-1 | 30 | FK30 | 23ANC229-1 |
| 6 | FK6 | 22ANC032-2-1 | 31 | FK31 | 23ANC230-3 |
| 7 | FK7 | 22ANC032-3-1 | 32 | FK32 | 23ANC232-1-1 |
| 8 | FK8 | 22ANC045-3-1 | 33 | FK33 | 23ANC235-2-1 |
| 9 | FK9 | 22ANC047-1-1 | 34 | FK34 | 23ANC236-2-1 |
| 10 | FK10 | 22ANC097-1-1 | 35 | FK35 | 23ANC237-3 |
| 11 | FK11 | 22ANC097-2-1 | 36 | FK36 | 23ANC238-3-1 |
| 12 | FK12 | 22ANC107-1-1 | 37 | FK37 | 23ANC240-4-1 |
| 13 | FK13 | 23ANC157-1-1 | 38 | FK38 | 23ANC253-3 |
| 14 | FK14 | 23ANC158-1 | 39 | FK39 | 23ANC254-3 |
| 15 | FK15 | 23ANC162-1-1 | 40 | FK40 | 23ANC256-1 |
| 16 | FK16 | 23ANC163-2-1 | 41 | FK41 | 23ANC267-1 |
| 17 | FK17 | 23ANC165-3-1 | 42 | FK42 | 23ANC268-2-2 |
| 18 | FK18 | 23ANC166-2-1 | 43 | FK43 | 23ANC269-1-1 |
| 19 | FK19 | 23ANC167-4-1 | 44 | FK44 | 23ANC270-1 |
| 20 | FK20 | 23ANC168-2 | 45 | FK45 | 23ANC272-3-1 |
| 21 | FK21 | 23ANC178-1 | 46 | FK46 | 23ANC274-1 |
| 22 | FK22 | 23ANC183-2 | 47 | FK47 | 23ANC275-1-1 |
| 23 | FK23 | 23ANC187-3 | 48 | FK48 | 23ANC276-1 |
| 24 | FK24 | 23ANC188-2 | 49 | FK49 | 23ANC277-1-2 |
| 25 | FK25 | 23ANC189-3 | | | |

Denemede kestane kabağı genotiplerinin *F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum*'a karşı tepkileri incelenmiştir. Bu amaçla yüksek virülense sahip *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* (FOC) izolatı, Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nden (BATEM) temin edilmiş ve Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Fitopatoloji laboratuvarında kültürlenip çoğaltılmıştır. İnokulum hazırlamak için izolat, 9 cm çapındaki petri kaplarında patates dekstroz agar (PDA: Oxoid) besiyerinde 25 °C'de 5-7 gün boyunca geliştirilmiş, ardından steril distile su eklenerek spatülle kazınmış ve konidilerin suya geçmesi sağlanmıştır. Süspansiyon, iki kat steril tülbentten geçirilerek miselyum kalıntılarında arındırılmıştır. Hazırlanan süspansiyondaki sporlar Thoma lamı (hemocytometer) kullanılarak sayılmış ve konsantrasyonları 1×10^6 konidi/mL olarak ayarlanmıştır (Sarıbaş 2019).

Kestane kabağı hatlarının tohumları, steril bir bitki ortamı (torf ve perlit 2:1 oranında) içeren 8.0 cm çapındaki viyollere ekilmiştir. İnokulasyon işlemine kadar fideler, 22-26 °C sıcaklık aralığında kontrollü iklim odası koşullarında yetiştirilmiştir. Araştırmada patojenisite denemesi için kök daldırma yöntemi kullanılmıştır (Biles ve Martyn 1989). İlk olarak, 3-4 gerçek yaprağa sahip fidelerin kökleri çeşme suyunda yıkanmış ve kök uçları temiz bir makasla hafifçe kesilerek yara dokusu oluşturulmuştur. Daha sonra, kökler hazırlanmış konidi süspansiyonuna (1×10^6 konidi/mL) batırılarak 10 dakika bekletilmiştir (Altınok 2005). Kontrol grubunda ise kestane kabağı bitkileri aynı süre boyunca steril saf su içinde tutulmuştur. İnokulasyondan sonra fideler, torf ve perlit (2:1, v) karışımı içeren 25×20 cm çapındaki plastik saksılara, her saksıya bir fide olacak şekilde dikilmiştir. Araştırma, tesadüf parselleri deneme deseninde 3 tekerrürlü olarak (her tekerrürde 9 bitki) düzenlenmiştir. Kestane kabağı hatları, son hastalık değerlendirmesine kadar kontrollü sera koşullarında 24±2 °C'de 3 hafta boyunca yetiştirilmiştir. Bu sürenin sonunda tüm bitkiler, aşağıda belirtilen 0-3 skalası kullanılarak hastalık şiddeti açısından değerlendirilmiştir (Çizelge 2; Şekil 1) (Vakalounakis 1996; Vakalounakis ve Fragkiadakis 1999).

Çizelge 2. Bitkilerde 0-3 skalası kullanılarak hastalık şiddeti yönünden değerlendirilmesi

| | |
|---|---|
| 0 | Belirti yok |
| 1 | Hafif veya orta derece solgunluk, kökte hafif damar rengi değişikliği |
| 2 | Şiddetli solgunluk, bitki gelişiminde gerileme, gövdede ve fidede damar rengi değişikliği |
| 3 | Ölü bitki |

Elde edilen skala değerleri kullanılarak, kestane kabağı hatlarında, % hastalık şiddeti aşağıda verilen Townsend-Heuberger formülü ile hesaplanmıştır (Swiader ve ark. 2002).

$$\text{Hastalık şiddeti: } \sum(n.v)/(V \cdot N) \cdot 100$$

n: Aynı değerdeki örnek adeti v: Skala değeri

V: En yüksek skala değeri N: Toplam örnek sayısı

Araştırmada, Martyn ve McLaughlin (1983)'e göre; kestane kabağı hatlarında dayanıklılık seviyesi yönünden gruplamalar yapılmıştır. Buna göre;

- I. %0-20: Yüksek düzeyde dayanıklı (HR)
- II. %21-50: Orta düzeyde dayanıklı (MR)
- III. %51-80: Düşük düzeyde dayanıklı (SR)
- IV. %81-100: Duyarlı (S) olarak değerlendirme yapılmıştır.



Şekil 1. Kestane kabağı hatlarının 0-3 skalasına göre değerlendirilmesi

Denemenin son aşamasında, kestane kabağı hatlarında hastalık bulaştırılan ve kontrol bitkilerinin 21. gün sonunda vejetatif büyüme üzerindeki kantitatif etkileri ayrıntılı olarak incelenmiştir. Bu kapsamda, aşağıda belirtilen özellikler değerlendirilmiştir. Test sonuçlarından elde edilen veriler yüzdelik değerler olduğundan, varyans analizi yapmak için SPSS istatistik paket programında arcsin \sqrt{x} dönüşümü uygulanmıştır. Ardından, dayanıklılık seviyelerinin oranları Duncan çoklu karşılaştırma testi ile istatistiksel olarak analiz edilerek farklılıklar belirlenmiştir (Karaağaç 2013).

a) Bitki boyu: Bitki kök boğazından büyüme ucuna kadar olan mesafe (cm) ölçülerek belirlenmiştir.

b) Gövde çapı: Dijital kumpas (mm) yardımı ile ölçülmüştür.

c) Yaprak sayısı: Bitkilerde tam gerçek yapraklar sayılarak belirlenmiştir.

d) Kök, gövde ve yaprak kuru ağırlık değerleri: Bitki kısımları 70 °C'de 48 saat süreyle etüvde kurutulmuştur. Daha sonra hassas terazide (0.001 g) tartılarak kök, gövde ve yaprak kuru ağırlıkları belirlenmiştir.

Verilerin istatistiksel analizinde, JMP 13.2 programı kullanılarak varyans analizi (ANOVA) belirlenmiş ve sonrasında istatistiksel açıdan önem düzeyi yüksek bulunan parametreler Tukey testi yardımı ile gruplara ayrılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Kestane kabağı hatlarının Fusarium solgunluğu (*F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum*)'na karşı dayanıklılık düzeylerinin belirlenmesi

Araştırma sonucunda, denemede yer alan kestane kabağı hatlarının ve kontrol olarak kullanılan anaç çeşit üzerinde FOC'a ait izolatin oluşturduğu hastalık şiddetleri arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde (%5) farklılıklar olduğu saptanmıştır. Kestane kabağı hatları, *F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum*'a dayanıklılık yönünden birlikte değerlendirildiğinde 20 genotipin yüksek düzeyde dayanıklı, 23 genotipin orta düzeyde dayanıklı ve 5 genotipin ise düşük düzeyde dayanıklı olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3). Bununla birlikte 1 kestane kabağı genotipinin (FK13) ise hassas olduğu saptanmıştır. Ayrıca denemede pozitif kontrol olarak yer alan Nun 9075 ticari anacının *F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum*'a yüksek düzeyde dayanıklı ve negatif kontrol Çengelköy hıyar çeşidinin ise hassas olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Kestane kabağı hatlarının *F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum* etmenine karşı gösterdiği hastalık indeksi, hastalık şiddeti ve dayanıklılık seviyeleri

| Genotip kodu | Hastalık indeksi | Hastalık şiddeti (%) | Dayanıklılık seviyesi | Genotip kodu | Hastalık indeksi | Hastalık şiddeti (%) | Dayanıklılık seviyesi |
|--------------|------------------|----------------------|-----------------------|--------------|------------------|----------------------|-----------------------|
| FK1 | 0.00 d | 0 | HR | FK27 | 0.00 d | 0 | HR |
| FK2 | 1.33 bc | 44.44 | MR | FK28 | 0.00 d | 0 | HR |
| FK3 | 1.33 bc | 44.44 | MR | FK29 | 1.00 bcd | 33.33 | MR |
| FK4 | 0.00 d | 0 | HR | FK30 | 1.00 bcd | 33.33 | MR |
| FK5 | 1.00 bcd | 33.33 | MR | FK31 | 2.00 b | 66.67 | SR |
| FK6 | 2.00 b | 66.66 | SR | FK32 | 0.33 cd | 11.11 | HR |
| FK7 | 1.00 bcd | 33.33 | MR | FK33 | 0.00 d | 0 | HR |
| FK8 | 1.33 bc | 44.44 | MR | FK34 | 0.00 d | 0 | HR |
| FK9 | 0.33 cd | 11.11 | HR | FK35 | 0.33 cd | 11.11 | HR |
| FK10 | 0.00 d | 0 | HR | FK36 | 1.00 bcd | 33.33 | MR |
| FK11 | 1.00 bcd | 33.33 | MR | FK37 | 0.00 d | 0 | HR |
| FK12 | 1.67 b | 44.44 | MR | FK38 | 1.67 b | 44.44 | MR |
| FK13 | 3.00 a | 100 | S | FK39 | 1.00 bcd | 33.33 | MR |
| FK14 | 1.67 b | 44.44 | MR | FK40 | 1.33 bc | 44.44 | MR |
| FK15 | 2.00 b | 77.77 | SR | FK41 | 0.00 d | 0 | HR |
| FK16 | 0.33 cd | 11.11 | HR | FK42 | 0.00 d | 0 | HR |
| FK17 | 2.00 b | 66.67 | SR | FK43 | 0.33 cd | 11.11 | HR |
| FK18 | 1.33 bc | 44.44 | MR | FK44 | 1.33 bc | 44.44 | MR |
| FK19 | 1.33 bc | 44.44 | MR | FK45 | 0.67 cd | 22.22 | MR |
| FK20 | 1.00 bcd | 33.33 | MR | FK46 | 1.33 bc | 44.44 | MR |
| FK21 | 1.33 bc | 44.44 | MR | FK47 | 0.00 d | 0 | HR |
| FK22 | 0.33 cd | 11.11 | HR | FK48 | 0.33 cd | 11.11 | HR |
| FK23 | 1.67 b | 44.44 | MR | FK49 | 1.67 b | 44.44 | MR |
| FK24 | 2.00 b | 66.67 | SR | Çengelköy | 3.00 a | 100 | S |
| FK25 | 0.00 d | 0 | HR | Nun9075 | 0.00 d | 0 | HR |
| FK26 | 0.33 cd | 11.11 | HR | | | | |
| P | < 0.05 | | | | < 0.05 | | |

* 0: Simptom yok, 1: Hafif veya orta derecede solgunluk,kökte hafif damar rengi değişikliği, 2: Şiddetli solgunluk,gövdede ve fidede damar rengi değişikliği, 3: Ölü bitki ** I: %0-20: Yüksek düzeyde dayanıklı (HR), II: %21-50: Orta düzeyde dayanıklı (MR), III: %51-80: Düşük düzeyde dayanıklı (SR), IV: %81-100: Duyarlı (S)

Kestane kabağı hatlarında *F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum* testlemesi sonucunda hastalık şiddetinin genotiplere göre %0-100 arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 3). Yapılan değerlendirme sonucunda 12 kestane kabağı hattında hastalığın hiç ortaya çıkmadığı (%0) ve yüksek düzeyde dayanıklı (HR) oldukları saptanmıştır. Dayanıklı olarak seçilen kabak hatları (FK1, FK4, FK10, FK25, FK27, FK28, FK33, FK34, FK37, FK41, FK42, FK47), yürütülen hıyar anaç ıslahında türler arası melezleme programında anne

ebeveyn olarak kullanılacaktır. Klasik hastalık testlemesi sonucunda tüm genotipler arasında FK13 nolu kestane kabağı hattının ise patojene karşı en hassas (%100) hat olduğu belirlenmiştir. Dayanıklı olarak belirlenen kestane kabağı hatlarının gerek çeşit ıslahında ve gerekse anaç ıslahında değerlendirilmesi büyük önem taşımaktadır. Literatürde bazı çalışmalarda su kabakları ve kestane kabaklarının, türler arası melez ve bal kabaklarından daha az dayanıklı olduğu bildirilmiştir (Lee 2003; Yücel ve ark. 2022). Araştırma sonuçları incelenen kestane kabağı hatlarına göre değişmekle birlikte belirtilen literatürleri destekler niteliktedir.

***F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum* (FOC) etmeni ile muamele edilmiş kestane kabağı hatları ile kontrol bitkilerinin vejetatif büyüme özellikleri yönünden incelenmesi**

Araştırmada kestane kabağı kontrol bitkilerinde bitki boyu değerleri incelendiğinde en uzun bitki boyu FK34 (99.80 cm) ve en kısa ise FK17 (11.20 cm) genotipinde belirlenmiştir (Çizelge 4). FOC etmeni bulaştırılan bitkilerde 21. gün sonunda en yüksek bitki boyu değeri FK12 hattında ortalama 57.36 cm olarak ölçülmüştür. Denemede hastalık testlemesi sonucunda hassas olarak belirlenen FK13 nolu kestane kabağı hattına ait bitkilerde oluşan zarar nedeniyle bitki boyunun en kısa olduğu tespit edilmiştir. Araştırma sonuçları istatistiksel olarak karşılaştırıldığında kestane kabağı hatlarında hastalık etmeni ile bulaşık bitkilerde ve kontrol bitkilerinde bitki boyu değerleri yönünden çok önemli düzeyde farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde, çalışmada negatif kontrol olarak yer alan Çengelköy hıyar çeşitinde ise tüm bitkilerin öldüğü ve bitki boyunun en kısa (0.001 cm) olduğu saptanmıştır (Çizelge 4). İncelenen kestane kabağı hatlarında kontrol bitkilerinde ortalama bitki boyu, 40.47 cm olarak bulunmuştur. Patojenle bulaştırılan kabak hatlarında ise bitki boyu ortalaması 17.36 cm olarak belirlenmiştir. Buna göre enfekteli bitkilerde bitki boyunda yaklaşık %57.1 oranında belirgin azalışın olduğu tespit edilmiştir. Araştırmada yüksek düzeyde dayanıklı (HR) olarak belirlenen kestane kabağı hatlarında, kontrol bitkilerinde enfekteli bitkilere göre bitki boyunda azalış miktarının daha düşük oranlarda olduğu belirlenmiştir. Ayrıca pozitif kontrol olarak kullanılan Nun 9075 ticari kabak anacında kontrol bitkilerde bitki boyu 27.7 cm ve patojen ile bulaşık olan bitkilerde ise ortalama 16.26 cm ölçülmüştür. Seçilen kestane kabağı hatlarında bitki boyundaki azalış miktarının genel olarak ticari anacın bitki boyundaki azalış miktarından fazla olduğu saptanmıştır.

Araştırmada kestane kabağı hatlarında hastalık etmeni ile bulaşık bitkilerde ve kontrol bitkilerinde gövde çapı değerleri yönünden istatistiksel olarak çok önemli düzeyde farklılıkların olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4). Kestane kabağı hatlarında hastalık etmeni ile bulaşık olmayan kontrol bitkilerinde gövde çapı değerleri incelendiğinde en geniş gövde çapı FK15 (12.10 mm) ve en dar gövde çapı ise FK27 (5.30 mm) hattında ölçülmüştür (Çizelge 4). *F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum* etmeni bulaştırılan bitkilerde 21. gün sonunda ölçülen gövde çapı değerleri ortalama 10.06 mm (FK19) ile 0.001 mm (FK13) arasında değişim göstermiştir. Denemede hastalık testlemesi sonucunda hassas olarak belirlenen FK13 nolu kestane kabağı hattına ait bitkilerde oluşan zarar nedeniyle gövde çapının en dar olduğu tespit edilmiştir. Benzer şekilde, çalışmada negatif kontrol olarak yer alan Çengelköy hıyar çeşitinde de gövde çapının oldukça dar (6.60 mm) olduğu saptanmıştır (Çizelge 4). Kestane kabağı hatlarında kontrol bitkilerinde ortalama gövde çapı 8.89 mm olarak bulunmuştur. Patojenle bulaştırılan kestane kabağı hatlarında ise gövde çapı ortalama 6.48 mm olarak belirlenmiştir. Buna göre enfekteli bitkilerde gövde çapında yaklaşık %27.1 oranında azalışın olduğu tespit edilmiştir. Denemede pozitif kontrol olarak kullandığımız Nun 9075 ticari kabak anacında kontrol bitkilerde gövde çapı 10.1 mm ve patojen ile bulaşık olan bitkilerde ise ortalama 7.3 mm ölçülmüştür. Gövde çapında azalış miktarı %27.7 olarak bulunmuştur. Seçilen kestane kabağı hatlarında gövde çapındaki azalış miktarı, ticari anaçtaki gövde çapının azalış miktarı ile benzer oranlarda bulunmuştur. Bu sonuç özellikle seçilen kestane kabağı hatlarının gelecekte ticari anaç olarak değerlendirilmesi yönünden önemlidir.

Çizelge 4. Kestane kabağı genotiplerinde *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* etmeninin bitki boyu, gövde çapı ve yaprak sayısına etkisi

| Genotip | Bitki boyu (cm) | | Gövde çapı (mm) | | Yaprak sayısı (adet) | |
|-----------|-----------------|----------|-----------------|---------|----------------------|---------|
| | Enfekteli bitki | Kontrol | Enfekteli bitki | Kontrol | Enfekteli bitki | Kontrol |
| FK1 | 10.30 ı-n | 25.20 k1 | 7.76 a-c | 8.10 x | 4.00 a-d | 5.00 g |
| FK2 | 14.70 e-m | 16.00 q1 | 7.70 a-c | 9.60 n | 3.00 b-e | 6.00 e |
| FK3 | 11.00 h-n | 13.50 t1 | 7.46 a-c | 8.30 v | 3.33 b-d | 5.00 g |
| FK4 | 14.06 e-m | 16.20 p1 | 9.43 a,b | 10.70 f | 4.66 a-d | 6.00 e |
| FK5 | 26.06 c-g | 33.30 e1 | 6.50 a-c | 8.00 y | 4.33 a-d | 6.00 e |
| FK6 | 15.30 e-m | 47.00 t | 5.53 a-d | 7.00 c1 | 3.00 b-e | 8.00 b |
| FK7 | 15.96 e-m | 53.40 o | 5.50 a-d | 6.40 e1 | 3.66 b-d | 4.00 ı |
| FK8 | 12.70 g-n | 39.20 z | 5.15 a-d | 8.60 u | 3.66 b-d | 5.00 g |
| FK9 | 22.23 d-j | 58.10 h | 7.86 a-c | 11.60 b | 3.66 b-d | 5.00 g |
| FK10 | 26.46 c-g | 55.40 m | 8.50 a-c | 9.10 p | 5.00 a-c | 5.00 g |
| FK11 | 24.96 c-h | 42.80 x | 8.40 a-c | 9.80 l | 5.66 a,b | 8.00 b |
| FK12 | 57.36 a | 78.30 d | 4,86 a-d | 5.90 g1 | 7.00 a | 8.00 b |
| FK13 | 0.001 n | 31.00 f1 | 0.001 d | 9.00 q | 0.001 e | 8.00 b |
| FK14 | 7.80 k-n | 13.00 u1 | 6.83 a-c | 8.80 s | 4.33 a-d | 6.00 f |
| FK15 | 4.66 m,n | 11.60 w1 | 4.46 a-d | 12.10 a | 1.66 d,e | 8.00 b |
| FK16 | 10.33 ı-n | 11.40 x1 | 9.60 a,b | 10.60 h | 4.00 a-d | 8.00 b |
| FK17 | 5.50 m,n | 11.20 y1 | 3.50 c,d | 11.10 d | 1.66 d,e | 9.00 a |
| FK18 | 11.50 h-n | 55.80 j | 6.76 a-c | 8.10 x | 5.00 a-c | 6.00 f |
| FK19 | 10.50 ı-n | 15.10 s1 | 10.06 a | 11.40 c | 5.66 a,b | 8.00 b |
| FK20 | 33.56 b-d | 55.80 k | 7.06 a-c | 8.20 w | 5.00 a-c | 7.00 d |
| FK21 | 19.50 e-l | 53.40 n | 7.76 a-c | 9.70 m | 3.66 b-d | 6.00 f |
| FK22 | 13.30 f-n | 51.80 p | 6.90 a-c | 9.80 l | 4.33 a-d | 6.00 f |
| FK23 | 7.96 k-n | 45.20 u | 4.63 a-d | 8.00 y | 2.66 b-e | 5.00 g |
| FK24 | 13.53 f-n | 36.30 a1 | 5.96 a-c | 8.30 v | 4.33 a-d | 5.00 g |
| FK25 | 22.93 c-j | 48.70 r | 6.86 a-c | 9.60 n | 4.00 a-d | 5.00 g |
| FK26 | 21.16 d-k | 40.90 y | 6.06 a-c | 8.10 x | 4.66 a-d | 5.00 g |
| FK27 | 46.80 a,b | 50.20 q | 4.50 a-d | 5.30 h1 | 5.00 a-c | 6.00 e |
| FK28 | 14.53 e-m | 29.00 g1 | 7.80 a-c | 8.80 s | 4.00 a-d | 5.00 g |
| FK29 | 13.43 f-n | 36.00 b1 | 5.86 a-c | 7.20 b1 | 5.00 a-c | 5.00 g |
| FK30 | 12.93 g-n | 20.20 n1 | 5.73 a-d | 7.20 b1 | 4.00 a-d | 4.00 k |
| FK31 | 9.06 j-n | 44.60 w | 4.00 b-d | 7.40 a1 | 2.33 c-e | 6.00 e |
| FK32 | 12.76 g-n | 24.60 l1 | 6.63 a-c | 11.00 e | 4.00 a-d | 4.00 k |
| FK33 | 13.03 g-n | 33.60 d1 | 8.36 a-c | 8.90 r | 5.00 a-c | 7.00 c |
| FK34 | 27.83 c-e | 99.80 a | 7.26 a-c | 8.80 s | 4.00 a-d | 6.00 e |
| FK35 | 13.23 f-n | 63.40 g | 7.13 a-c | 9.40 o | 3.66 b-d | 7.00 d |
| FK36 | 23.96 c-ı | 63.80 f | 7.83 a-c | 8.30 v | 4.33 a-d | 6.00 e |
| FK37 | 9.50 j-n | 26.40 j1 | 7.30 a-c | 8.80 s | 4.00 a-d | 4.00 j |
| FK38 | 11.33 h-n | 55.60 l | 4.66 a-d | 8.70 t | 2.66 b-e | 5.00 g |
| FK39 | 20.66 d-k | 86.30 b | 7.63 a-c | 9.70 m | 4.00 a-d | 5.00 g |
| FK40 | 11.03 h-n | 48.10 s | 6.70 a-c | 9.80 l | 4.00 a-d | 6.00 e |
| FK41 | 27.06 c-f | 57.30 ı | 8.03 a-c | 9.90 k | 4.00 a-d | 4.00 j |
| FK42 | 43.03 b | 72.40 e | 5.76 a-d | 7.60 z | 4.33 a-d | 6.00 e |
| FK43 | 36.40 b,c | 86.20 c | 5.60 a-d | 6.20 f1 | 5.66 a,b | 8.00 b |
| FK44 | 14.33 e-m | 34.60 c1 | 5.56 a-d | 10.50 ı | 3.66 b-d | 7.00 c |
| FK45 | 18.10 e-m | 24.30 m1 | 6.13 a-c | 8.10 x | 5.33 a-c | 7.00 c |
| FK46 | 20.66 d-k | 28.60 h1 | 7.23 a-c | 8.10 x | 4.00 a-d | 5.00 g |
| FK47 | 12.93 g-n | 15.80 r1 | 8.50 a-c | 10.10 j | 4.33 a-d | 5.00 g |
| FK48 | 12.06 h-n | 18.60 o1 | 8.60 a-c | 10.60 g | 4.33 a-d | 5.00 g |
| FK49 | 6.40 l-n | 12.30 v1 | 5.43 a-d | 10.60 g | 3.33 b-d | 7.00 c |
| Nun 9075 | 16.26 e-m | 27.70 ı1 | 7.30 a-c | 10.10 j | 4.00 a-d | 5.00 h |
| Çengelköy | 0.001 n | 45.10 v | 0.001 d | 6.60 d1 | 0.001 e | 6.00 f |
| P | < 0.0001 | | <0. 0001 | | <0. 0001 | |

Kestane kabağı hatlarına ait kontrol bitkileri yaprak sayısı değerleri yönünden incelendiğinde en fazla yaprak sayısı FK17 (9.0 adet) hattı ve en az yaprak sayısı ise sırasıyla FK7, FK30, FK32, FK37 ve FK41 (4.0 adet) hatlarında belirlenmiştir (Çizelge 4). *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* izolatı bulaştırılan bitkilerde ise 21. gün sonunda yaprak sayısı değerleri ortalama 1.66 (FK15, FK17) ile 7.0 (FK12) adet arasında değişim göstermiştir. Kestane kabağı hatlarında hastalık etmeni ile bulaşık bitkilerde ve kontrol bitkilerinde yaprak sayısı yönünden çok önemli düzeyde farklılıkların olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4). Kestane kabağı hatlarında kontrol bitkilerinde ortalama yaprak sayısı 5.96 olarak bulunmuştur. Patojenle bulaştırılan kabak hatlarında ise yaprak sayısı ortalama 3.93 olarak belirlenmiştir. Buna göre enfekteli bitkilerde yaprak sayısı yönünden yaklaşık %31.5 oranında belirgin bir azalışın olduğu tespit edilmiştir. Denemede pozitif kontrol olarak kullandığımız Nun 9075 kabak anacında kontrol bitkilerde ortalama yaprak sayısı 5 adet, patojen ile bulaşık olan bitkilerde ise 4 adet olarak belirlenmiştir. Yaprak sayısındaki azalış miktarı %20 olarak bulunmuştur. Araştırmada tüm kestane kabağı hatlarında ortalama yaprak sayısındaki azalış miktarının, ticari anacın yaprak sayısının azalış miktarından daha fazla olduğu saptanmıştır.

Kestane kabağı hatlarında kantitatif analizler yapılarak hastalık etmeni ile bulaşık bitkilerde ve kontrol bitkilerinde kök, gövde ve yaprak kuru ağırlıkları yönünden incelemeler yapılmıştır. Patojen ile bulaşık olmayan kontrol bitkilerinde en fazla gövde kuru ağırlığı FK11 (1.42 g) ve en az gövde kuru ağırlık değeri ise FK30 (0.30 g) hattında belirlenmiştir (Çizelge 5). *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* etmeni bulaştırılan bitkilerde ise gövde kuru ağırlık değerleri ortalama 0.001 g (FK13) - 0.41 g (FK20) ile arasında değişim göstermiştir. Denemede hastalık testlemesi sonucunda hassas olarak belirlenen FK13 nolu kestane kabağı hattına ait kontrol bitkilerinde gövde kuru ağırlığının 0.47 g olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde, çalışmada negatif kontrol olarak yer alan ve testlemede hassas olarak belirlenen ve ölen Çengelköy hıyar çeşidinde de gövde kuru ağırlığın 0.001 g olduğu saptanmıştır (Çizelge 5). Tüm kestane kabağı hatlarında kontrol bitkilerinde ortalama gövde kuru ağırlık değeri 0.66 g olarak bulunmuştur. Patojenle bulaştırılan kabak hatlarında ise gövde kuru ağırlık ortalama 0.19 g olarak belirlenmiştir. Buna göre enfekteli bitkilerde, gövde kuru ağırlığı değerlerinde belirgin azalışların olduğu tespit edilmiştir. Denemede pozitif kontrol olarak kullandığımız Nun 9075 ticari kabak anacında kontrol bitkilerde gövde kuru ağırlık 0.47 g ve patojen ile bulaşık olan bitkilerde ise ortalama 0.21 g olarak belirlenmiştir. Gövde kuru ağırlığın azalış miktarı %55.3 olarak bulunmuştur.

Kestane kabağı hatlarına ait kontrol bitkilerinde yapılan kantitatif analizde ortalama yaprak kuru ağırlık değerleri en fazla FK11 hattında 5.62 g ve en düşük FK27 hattında 1.31 g olarak belirlenmiştir (Çizelge 5). *F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum* etmeni bulaştırılan bitkilerde ise yaprak kuru ağırlık değerlerinin ortalama 0.001 g (FK13) - 2.49 g (FK43) arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Denemede hastalık testlemesi sonucunda hassas olarak belirlenen ve zarar gören FK13 nolu kestane kabağı hattına ait kontrol bitkilerde ise yaprak kuru ağırlığının 3.02 g olduğu belirlenmiştir. Yine benzer şekilde, çalışmada negatif kontrol olarak yer alan ve tüm bitkileri zarar gören Çengelköy hıyar çeşidinde kontrol bitkilerinde yaprak kuru ağırlığının 1.98 g olduğu saptanmıştır (Çizelge 5). Araştırma sonucunda incelenen kestane kabağı hatlarında kontrol bitkilerinde ortalama yaprak kuru ağırlık değeri 2.91 g olarak bulunmuştur. Patojenle bulaştırılan kabak hatlarında ise yaprak kuru ağırlığının ortalama 1.13 g olduğu belirlenmiştir. Buna göre enfekteli bitkilerde yaprak kuru ağırlığının %61.2 oranında belirgin olarak azaldığı tespit edilmiştir. Denemede pozitif kontrol olarak kullandığımız Nun 9075 kabak anacında kontrol bitkilerde yaprak kuru ağırlık 2.52 g ve patojen ile bulaşık olan bitkilerde ise ortalama 1.43 g olarak bulunmuştur. Yaprak kuru ağırlığındaki azalış miktarı %43.3 olarak hesaplanmıştır.

Kantitatif analizde kestane kabağı hatlarında kontrol bitkilerinde ortalama kök kuru ağırlığı 0.31 g ve patojenle bulaştırılan kabak hatlarında ise 0.13 g olarak belirlenmiştir (Çizelge 5). Buna göre, enfekteli bitkilerde kök kuru ağırlığında yaklaşık %58.1 oranında belirgin bir azalma olduğu tespit edilmiştir. Denemede pozitif kontrol Nun 9075 ticari kabak anacında ise kontrol bitkilerde kök kuru ağırlığı 0.33 g ve patojen ile bulaşık bitkilerde ise ortalama 0.25 g olarak belirlenmiştir. Çalışmada, kök kuru ağırlığındaki azalış miktarı yaklaşık %24.7 olarak bulunmuştur.

Çizelge 5. Kestane kabağı genotiplerinde *F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum* (FOC) etmeninin kontrol ve enfekteli bitkide gövde kuru ağırlığı, yaprak kuru ağırlığı ve kök kuru ağırlığı üzerine etkisi

| Genotip | Gövde kuru ağırlığı (g) | | Yaprak kuru ağırlığı (g) | | Kök kuru ağırlığı (g) | |
|-----------|-------------------------|---------|--------------------------|---------|-----------------------|---------|
| | Enfekteli bitki | Kontrol | Enfekteli bitki | Kontrol | Enfekteli bitki | Kontrol |
| FK1 | 0.11 b-d | 0.33 k1 | 0.78 a-d | 2.10 o1 | 0.09 b-e | 0.30 p |
| FK2 | 0.16 b-d | 0.67 r | 1.35 a-d | 3.60 k | 0.09 b-e | 0.17 b1 |
| FK3 | 0.26 a-d | 0.32 m1 | 1.24 a-d | 2.51 d1 | 0.09 b-e | 0.32 n |
| FK4 | 0.22 a-d | 0.32 m1 | 1.40 a-d | 2.28 ı1 | 0.15 a-e | 0.24 u |
| FK5 | 0.23 a-d | 0.48 a1 | 0.87 a-d | 1.86 t1 | 0.12 a-e | 0.20 y |
| FK6 | 0.18 a-d | 0.81 l | 0.51 c,d | 3.89 h | 0.08 b-e | 0.41 e |
| FK7 | 0.18 a-d | 0.74 o | 0.91 a-d | 2.00 p1 | 0.16 a-e | 0.30 p |
| FK8 | 0.29 a-d | 0.87 j | 1.79 a-c | 3.41 n | 0.15 a-e | 0.32 n |
| FK9 | 0.31 a-d | 0.43 h1 | 1.77 a-c | 2.27 j1 | 0,13 a-e | 0.27 r |
| FK10 | 0.35 a-c | 0.81 k | 1.85 a-c | 2.66 z | 0.22 a-d | 0.31 o |
| FK11 | 0.50 a | 1.42 a | 2.23 a,b | 5.62 a | 0.19 a-d | 0.33 m |
| FK12 | 0.39 a-c | 0.66 s | 1.45 a-d | 2.16 m1 | 0.15 a-e | 0.25 t |
| FK13 | 0.001 d | 0.47 c1 | 0.001 d | 3.02 t | 0.001 e | 0.50 a |
| FK14 | 0.14 b-d | 0.61 u | 1.41 a-d | 4.09 e | 0.16 a-e | 0.36 j |
| FK15 | 0.09 b-d | 0.55 x | 0.86 a-d | 4.04 f | 0.16 a-e | 0.46 c |
| FK16 | 0.15 b-d | 0.44 e1 | 1.68 a-d | 4.00 g | 0.18 a-e | 0.40 f |
| FK17 | 0.09 b-d | 0.66 s | 0.70 b-d | 5.50 b | 0.07 c-e | 0.50 a |
| FK18 | 0.10 b-d | 0.76 n | 0.74 b-d | 2.89 w | 0.09 b-e | 0.24 u |
| FK19 | 0.23 a-d | 0.56 w | 1.30 a-d | 4.28 c | 0.13 a-e | 0.43 d |
| FK20 | 0.41 a,b | 0.61 u | 1.87 a-c | 3.66 i | 0.21 a-d | 0.41 e |
| FK21 | 0.30 a-d | 0.68 q | 0.94 a-d | 3.11 s | 0.09 b-e | 0.29 q |
| FK22 | 0.16 b-d | 0.79 m | 1.01 a-d | 3.62 j | 0.19 a-d | 0.22 w |
| FK23 | 0.27 a-d | 0.71 p | 0.82 a-d | 2.59 b1 | 0.11 b-e | 0.32 n |
| FK24 | 0.09 b-d | 0.50 y | 0.57 b-d | 2.26 k1 | 0.10 b-e | 0.39 g |
| FK25 | 0.13 b-d | 0.64 t | 0.70 b-d | 1.80 u1 | 0.10 b-e | 0.26 s |
| FK26 | 0.11 b-d | 0.41 j1 | 0.53 b-d | 1.93 s1 | 0.13 a-e | 0.23 v |
| FK27 | 0.23 a-d | 0.43 g1 | 0.85 a-d | 1.31 x1 | 0.12 a-e | 0.19 z |
| FK28 | 0.24 a-d | 0.56 w | 1.96 a-c | 2.34 h1 | 0.31 a | 0.27 r |
| FK29 | 0.12 b-d | 0.48 b1 | 0.91 a-d | 2.10 n1 | 0.10 b-e | 0.40 f |
| FK30 | 0.07 c,d | 0.30 n1 | 0.84 a-d | 1.67 w1 | 0.11 b-e | 0.38 h |
| FK31 | 0.06 c,d | 0.71 p | 0.27 c,d | 2.22 ı1 | 0.09 b-e | 0.43 d |
| FK32 | 0.08 b-d | 0.33 ı1 | 0.86 a-d | 1.77 v1 | 0.21 a-d | 0.29 q |
| FK33 | 0.16 b-d | 0.44 f1 | 0.99 a-d | 2.92 u | 0.13 a-e | 0.23 v |
| FK34 | 0.21 a-d | 0.58 v | 1.06 a-d | 1.95 r1 | 0.12 a-e | 0.47 b |
| FK35 | 0.11 b-d | 1.09 d | 1.23 a-d | 3.17 r | 0.13 a-e | 0.30 p |
| FK36 | 0.25 a-d | 0.89 ı | 1.11 a-d | 2.50 e1 | 0.10 b-e | 0.34 ı |
| FK37 | 0.15 b-d | 1.03 g | 1.86 a-c | 4.26 d | 0.10 b-e | 0.21 x |
| FK38 | 0.17 a-d | 1.05 e | 0.95 a-d | 3.19 q | 0.18 a-e | 0.36 j |
| FK39 | 0.16 b-d | 1.13 c | 1.26 a-d | 3.23 p | 0.14 a-e | 0.18 a1 |
| FK40 | 0.09 b-d | 0.68 q | 0.63 b-d | 2.88 x | 0.10 b-e | 0.37 ı |
| FK41 | 0.13 b-d | 0.92 h | 0.98 a-d | 2.37 g1 | 0.17 a-e | 0.37 ı |
| FK42 | 0.37 a-c | 0.68 q | 1.56 a-d | 2.49 f1 | 0.10 b-e | 0.24 u |
| FK43 | 0.32 a-d | 1.23 b | 2.49 a | 4.28 c | 0.14 a-e | 0.17 b1 |
| FK44 | 0.16 b-d | 0.68 q | 0.68 b-d | 3.24 o | 0.03 d,e | 0.18 a1 |
| FK45 | 0.26 a-d | 1.03 g | 1.39 a-d | 3.52 ı | 0.09 b-e | 0.24 u |
| FK46 | 0.27 a-d | 1.05 f | 0.93 a-d | 2.64 a1 | 0.17 a-e | 0.50 a |
| FK47 | 0.13 b-d | 0.58 v | 1.08 a-d | 2.90 v | 0.14 a-e | 0.35 k |
| FK48 | 0.23 a-d | 0.49 z | 1.93 a-c | 2.66 y | 0.26 a,b | 0.34 ı |
| FK49 | 0.10 b-d | 0.42 ı1 | 1.51 a-d | 3.44 m | 0.17 a-e | 0.34 ı |
| Nun 9075 | 0.21 a-d | 0.47 d1 | 1.43 a-d | 2.52 c1 | 0.25 a-c | 0.33 m |
| Çengelköy | 0.001 d | 0.58 v | 0.001 d | 1.98 q1 | 0.001 e | 0.23 v |
| P | < 0.0001 | | < 0.0001 | | < 0.0001 | |

Kantitatif analiz sonuçları birlikte değerlendirildiğinde araştırma sonucunda her üç parametre için de uygulamalar arasında istatistiksel olarak çok önemli düzeyde farklılıkların olduğu ve belirgin düzeylerde azalışların olduğu saptanmıştır (Çizelge 5). Bununla birlikte özellikle *F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum* etmenine dayanıklı olarak belirlenen hatlarda azalış miktarının daha düşük düzeylerde olduğu saptanmıştır. Araştırma sonuçları belirtilen paramtereler yönünden Karaağaç (2013)'ın sonuçlarını destekler nitelikte bulunmuştur.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Aşılı fide kullanımı toprak kökenli hastalıklardan olan *Fusarium* solgunluğu mücadelesinde önemli bir çözüm yoludur. Bu kapsamda yürütülen bu çalışma ile üniversite ve özel sektör iş birliği kapsamında aşılı hıyar fidesi üretiminde kullanılmak üzere yerli kabak anaçlarının geliştirilmesi hedeflenmektedir. Bu araştırma sonucunda incelenen kestane kabağı hatlarında yapılan *F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum* testlemesi sonucunda hastalık şiddetinin genotiplere göre %0-100 arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Ayrıca 20 kestane kabağı hattının yüksek düzeyde dayanıklı, 23'ünün ise orta düzeyde dayanıklı olduğu belirlenmiştir. Vejetatif büyüme özellikleri yönünden yapılan kantitatif analiz sonuçlarına göre dayanıklı olarak belirlenen kestane kabağı hatlarında bitki boyu, gövde çapı ve yaprak sayısı yönünden azalışların daha düşük düzeylerde olduğu saptanmıştır. Elde ettiğimiz tüm sonuçlar doğrultusunda; dayanıklı olarak belirlenen kestane kabağı hatlarının gelecekte çeşit ıslah programlarında geliştirilmesi ile birlikte hem kestane kabağı üretiminin yaygın olarak yapıldığı bölgelerde sağlıklı bir şekilde yetiştirileceği hem de aşılı hıyar için yapılacak olan anaç çeşit ıslahı programında kestane kabağı (*C. maxima*) × bal kabağı (*C. moschata*) melezlerinde anne ebeveyn olarak kullanılabileceği ortaya konulmuştur.

TEŞEKKÜR

Bu araştırmada TEYDEB-3230319 nolu Aşılı Hıyar Fidesi Üretimine Uygun, Düşük Sıcaklığa Tolerant ve Biyotik Stres Faktörlerine Dayanıklı Yerli Hibrit Kabak Anaç Adaylarının Geliştirilmesi projesi kapsamında maddi olanak sağlayan TÜBİTAK'a, Petektar Tohum Sanayi Ticaret Lim. Şirketi'ne ve Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesine katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

ETİK STADARTLARA UYGUNLUK

Bu araştırma çalışması, araştırma ve yayınlama etiğine uygun bir şekilde yürütülmüştür. MJAVL'de yayınlanan makalelerin bilimsel ve hukuki sorumluluğu yazar(lara) aittir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını tasdik ederler.

YAZAR KATKISI

Tüm yazarlar eşit katkı sağlamıştır.

KAYNAKLAR

- Altın, N., ve Bora, T., (2015). Serada hıyar *Fusarium* solgunluğu (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum*)'na karşı floresan pseudomonasların etkinliğinin belirlenmesi. ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 3(1), 63-71.
- Altınok, H.H., (2005). First report of fusarium wilt of eggplant caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *melongenae* in Turkey. Plant Pathology, 54(4).
- Altınok, H.H., Akköprü, A., Elibüyük, İ.Ö., ve Altınok, M.A., (2022). Fideliklerde Görülen Hastalık ve Zararlılarla Mücadele. In: Yetişir, H., Ellialtıoğlu, Ş.Ş.(Eds.) Sebze Fide Yetiştiriciliği-2, pp. 507-625. Gece Kitaplığı, ISBN: 978-625-430-538-2.
- Aras, V., Nacar, Ç., Ay, T., Mutlu, N., Ünlü, M., Pınar, H., ve Sarı, N., (2017). Karpuzda *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum*'a toleran nitelikli hatların geliştirilmesi. Akademik Ziraat Dergisi, 6, 163-170.
- Balkaya, A., (2014). Aşılı sebze üretiminde kullanılan anaçlar. TÜRKTOB Türkiye Tohumcular Birliği Dergisi, 106, 4-7.
- Balkaya, A., Duman, İ., Arın, L., Özcan, M., Demir, İ., Kandemir, D., Zengin, S., Ermiş, S., ve Sarıbaş, Ş. (2020). Bahçe bitkilerinde tohum üretimi, mevcut durum ve gelecek. Türkiye Ziraat Mühendisliği IX. Teknik Kongresi, 13-17 Ocak 2020, Cilt II, ss. 339-370. Ankara.

- Balkaya, A., ve Yapıcı, B., (2022). Aşılı Hıyar Fidesi Üretimi İçin Yerli Kabak Anaçlarının Bitkisel Özelliklerinin İncelenmesi, Fenotipik Kabak Seleksiyonu ve Kök Kanopilerinin Belirlenmesi. OMÜ TTO.ZRT.ULAP.22.516 Nolu Proje.
- Bekar, N.K., Kandemir, D., ve Balkaya, A., (2017). Aşılı hıyar yetiştiriciliğinde kullanılan bal kabağı (*Cucurbita moshata* Duch.) anaçlarının meyve kalitesi ve verim unsurları üzerine etkileri. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 34(3), 36-45.
- Biles, C., & Martyn, R., (1989). Local and systemic resistance induced in watermelons by formae speciales of *Fusarium oxysporum*. Phytopathology, 79, 856-860.
- Bora, T., Yıldız, M., & Özaktan, H., (1994). Effect of fluorescent pseudomonas on Fusarium wilt of watermelon. Journal of Turkish Phytopathology, 23(1), 19-25.
- Davis, A.R., Perkins-Veazie, P., Sakata, Y., López-Galarza, S., Marato, J.V., Lee, S., Huh, Y., Sun, Z., Miguel, A., King, S.R., Cohen, R., & Lee, J., (2008). Cucurbit grafting. Critical Reviews in Plant Sciences, 27, 50-74.
- Dianez, F., Diaz, M., Santos, M., Huitron, V., Ricardez, M., & Camacho, F., (2007). The use of grafting in Spain. In: Labrada, R. (Ed.), Technical Workshop on nonchemical alternatives to replace methyl bromide as a soil fumigant, Budapest, Hungary, 26-28 June 2007. United Nations Environment Programme (UNEP), Chatelaine; Switzerland.
- Erper, İ., ve Hatat, G., (1998). Samsun ili sebze seralarında solgunluk hastalığının yayılışının, yoğunluğunun ve hastalığa neden olan etmenlerin belirlenmesi. Türkiye VIII. Fitopatoloji Kongresi Bildirileri, 283-287, 21-25 Eylül, Ankara.
- Erper, İ., Balkaya, A., Türkan, M., ve Kılıç, G., (2015). Karadeniz Bölgesi kestane kabağı (*Cucurbita maxima* Duch.) üretim alanlarında kök ve kök boğazı çürüklüğüne neden olan fungal etmenlerin tespiti ve bazı kestane kabağı genotiplerinin bu etmenlere karşı reaksiyonlarının belirlenmesi. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 30(1), 15-23.
- Göçmen, M., Balkaya, A., Kurtar, E.S., ve Karaağaç, O., (2014). Kabak (*Cucurbita* spp.) Genetik Kaynaklarının Hıyar (*Cucumis sativus* L.) Anaç İslah Programında Değerlendirilmesi ve Yerli Hibrit Anaçların Geliştirilmesi. TUBİTAK-TEYDEB Proje No: 3110194.
- Gonzales-Torres, R., Melero-Vara, J., Gomez-Vazquez, J., & Jimenez Diaz, R.M., (1993). The effects of soil solarization and soil fumigation on Fusarium wilt of watermelon grown in plastic houses in South-eastern Spain. Plant Pathology, (42), 858-864.
- Hopkins, D.L., & Elmstrom, G.W., (1974). Chemical control of watermelon damping-off and seedling wilt. The Plant Disease Reporter, 58, 114-117.
- Hopkins, D.L., & Elmstrom, G.W., (1984). Fusarium wilt in watermelon cultivars grown in a 4-year monoculture. Plant Disease, 68(2), 129-131.
- Kamel, S.M., & Taher, D.I., (2021). Grafting cucumber onto interspecific cucurbita hybrid rootstocks to improve productivity and control wilt disease caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum*. Journal of Plant Production, 12(1), 41-47.
- Kandemir, D., Balkaya, A., Yücel, Ş., Karaağaç, O., ve Yelboğa, K., (2022). Dünyada ve Türkiye’de Fide Sektörü. In: Yetişir, H., Ellialtıoğlu, Ş.Ş.(Eds.) Sebzelede Fide Yetiştiriciliği-1, pp. 45-68. Gece Kitaplığı, ISBN: 978-625-430-537-5.
- Karaağaç, O., (2013). Karadeniz Bölgesi’nden Toplanan Kestane Kabağı (*C. maxima*) ve Bal Kabağı (*C. moschata*) Genotiplerinin Karpuz Anaçlık Potansiyellerinin Belirlenmesi. Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Samsun, Türkiye. 258 s.
- Karaağaç, O., Kar, H., Murat Doğru, Ş., Özbakır Özer, M., Demir, E., ve Yetişir, H., (2017). Örtüaltı Hıyar (*Cucumis sativus* L.) Yetiştiriciliğine Uygun Düşük Sıcaklığa Toleranslı Yerli Hibrit Kabak (*Cucurbita* spp.) Anaçlarının Geliştirilmesi ve Düşük Sıcaklığa Dayanıklılığının Fizyolojik ve Biyokimyasal Düzeyde İncelenmesi, TUBİTAK 1140843 COST Projesi Sonuç Raporu.
- Kim, H., Kang, N., Kang, K., Cheong, J., Jung, H., & Kim, B., (1997). Characteristics of *Cucurbita* spp. for use as cucumber rootstock. RDA Journal of Horticulture Science, 39(2), 8-14.
- Kırbağ, S., ve Turan, N., (2005). Malatya’da yetiştirilen bazı sebzelerde görülen mikrofungusların tespiti. Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 17(3), 559-564.
- Lee, J.M., Kubota, C., Tsao, S.J., Bie, Z., Echevarria, P.H., Morra, L., & Oda, M., (2010). Current status of vegetable grafting: Diffusion, grafting techniques, automation. Scientia Horticulturae, 127(2), 93-105.
- Lee, Y.K., Chung, W.I., & Ezura, H., (2003). Efficient plant regeneration via organogenesis in winter squash (*Cucurbita maxima* Duch.). Plant Science, 164(3), 413-418.
- Louws, F.J., Rivard, C.L., & Kubota, C., (2010). Grafting fruiting vegetables to manage soil borne pathogens, foliar pathogens, arthropods and weeds. Scientia Horticulturae, 127,127-146.
- Maden, S., Kahveci, E., & Turak, S., (1989). *Pythium torulosum*, a new causal organism of watermelon fruit in the field and its comparison with *Phytophthora capsici*. Journal of Turkish Phytopathology, 18(3), 115-120.
- Martyn, R.D., (1996). Fusarium Wilt of Cucumber, 15-16 Compendium of cucurbit diseases. Zitter, T.A., Hopkins, D.L., and Thomas, C. E. (eds.), APS press, Minnesota, 87s
- Martyn, R.D., Biles, C.L., & Dillard, E.I., (1991). Induced resistance to Fusarium wilt of watermelon under simulated field conditions. Plant Disease, 75, 874-877.
- Martyn, R.D., & Hartz, T.K., (1986). Use of soil solarization to control Fusarium wilt of watermelon. Plant Disease, 70(8), 762-766.

- Martyn, R.D., & McLaughlin, R.J., (1983). Effects of inoculum concentration on the apparent resistance of watermelon to *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum*. Plant Disease (67), 493-495.
- Papadaki, A.M., Bletsos, F.A., Eleftherohorinos, I.G., Menexes, G., & Lagopodi, A.L., (2017). Effectiveness of seven commercial rootstocks against verticillium wilt and their effects on growth, yield, and fruit quality of tomato. Crop Protection, 102, 25-31.
- Pavlou, G.C., Vakalounakis, D.J., & Ligoxigakis, E.K., (2002). Control of root and stem rot of cucumber, caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum*, by grafting onto resistant rootstocks. Plant Disease, 86(4), 379-382.
- Reyad, N.E.H.A., El-Sayed, S.F., & Azoz, S.N., (2021). Evaluation of grafting using cucurbit interspecific hybrids to control fusarium wilt in cucumber. Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology 22(37–38), 50-63.
- Sağır, A., (1988). Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde kavun ve karpuzlarda kök ve kök boğazı çürüklüğüne neden olan fungal etmenler. Bitki Koruma Bülteni, 28(3-4), 141-150.
- Sakata, Y., Ohara, T., & Sugiyama, M., (2007). The history and present state of the grafting of cucurbitaceous vegetables in Japan. Acta Horticulturae, 731, 159-170.
- Sarıbaş, H.Ş., (2019). Aşılı Patlıcan Üretiminde Genetik Kaynakların Anaç Islah Programında Değerlendirilmesi ve Yerli Hibrit Anaçların Geliştirilmesi. Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Samsun, Türkiye. 188 s.
- Seo, J.S., Burri, B.J., Quan, Z., & Neidlinger, T.R. (2005). Extraction and chromatography of carotenoids from pumpkin. Journal of Chromatography A, 1073(1-2), 371-375.
- Swiader, M., Pronczuk, M. & Niemirowicz-Szczyt, K., (2002) Resistance of Polish lines and hybrids of watermelon [*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum et Nakai] to *Fusarium oxysporum* at the seedling stage. Journal of Applied Genetics, 43 (2), 161-170.
- TTSM, (2024). Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkez Müdürlüğü <https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/TTSM/Sayfalar/Detay.aspx?SayfaId=86> (Erişim Tarihi:27.06.2024).
- Tok, F.M., ve Kurt, Ş., (2009). Akdeniz Bölgesi'nde örtüaltı hıyar yetiştirilen alanlardan *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-cucumerinum*'un izolasyonu ve tanımlanması. Türkiye III. Bitki Koruma Kongresi, 185, 15-18 Temmuz, Van.
- Tok, F.M., (2010). Kavun ve Hıyar Patojeni *Fusarium oxysporum* İzolatlarının Patojenisite, Irk, Vejetatif Uyum Grubu ve AFLP Teknikleriyle Karakterizasyonu ve Dağılımları. Doktora Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Hatay, Türkiye.
- Tüzel, Y., Gül, A., Öztekin, G., Engindeniz, S., Boyacı, F., Duyar, H., Cebeci, E., ve Durdu, T., (2020). Türkiye'de Örtüaltı Yetiştiriciliği ve Yeni Gelişmeler. TMMOB Ziraat Mühendisliği Odası Türkiye Ziraat Mühendisliği IX. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı, 13-17 Ocak 2020, Cilt 1: 725-750, Ankara.
- Vakalounakis, D.J., (1996). Root and stem rot of cucumber caused by *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-cucumerinum*, Plant Disease, 80, 313-316.
- Vakalounakis, D.J., & Fragkiadakis, G.A., (1999). Genetic diversity of *Fusarium oxysporum* isolates from cucumber: differentiation by pathogenicity, vegetative compatibility, and RAPD fingerprinting. Phytopathology, 89(2), 161-168.
- Vakalounakis, D.J., & Smardas, K., (1995). Genetics of resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* races 1 and 2 in cucumber line Wisconsin-2757. Annals of Applied Biology, 127(3), 457-461.
- Yıldız, M., & Delen, N., (1977). Studies on the occurrence of Fusarium wilt of cucumber in Ege Region of Turkey. Journal of Turkish Phytopathology, 6(3), 111-117.
- Yıldız, S., Karaağaç, O., ve Balkaya, A., (2013). Aşılı sebze fidesi üretiminde kullanılan anaçların organik tarımda değerlendirilmesi. Türkiye V. Organik Tarım Sempozyumu, 25 -27 Eylül 2013, 1, 55-63.
- Yücel, Ş., Karaağaç, O., Balkaya, A., ve Kandemir, D., (2022). Aşılı Fide Üretiminde Kullanılan Anaçlar. In: Yetişir, H., Ellialtıoğlu, Ş.Ş.(Eds.) Sebze Fide Yetiştiriciliği-2, pp. 399-490. Gece Kitaplığı, ISBN: 978-625-430-538-2.

Research Article

Determinants of Food Security Status Among Vegetable Women Producers in North-West, Nigeria**Ibrahim MAHARAZU¹**, **Olugbenga Omotayo ALABI^{2*}**, **Jeremiah Samuel ALUWONG³**,
Ayoola Olugbenga OLADELE⁴¹ Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Kaduna State University, Kaduna State, Nigeria² Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, University of Abuja, Gwagwalada-Abuja, Nigeria³ Department of Agricultural Extension and Management, School of Agricultural Technology, Nuhu Bamali Polytechnic, Zaria, Samaru Katat Camp, Kaduna State, Nigeria⁴ Department of Agricultural Extension and Management, Federal College of Forestry Mechanization, Afaka Kaduna, Kaduna State, NigeriaCorresponding author: omotayoalabi@yahoo.com**ABSTRACT**

This work investigated food security status among vegetable women producers in North West, Nigeria. Primary data were used based on a well-organized questionnaire. The data were evaluated using descriptive statistics, Tobit regression model, food security index, and principal component model. The outcome shows that averagely the age, household size, and farm size approximates 48 years, 9, and 0.75 ha respectively. A household is regarded as food secure if it achieves at least $\frac{2}{3}$ of the MPCFE (Mean per Capital Consumption Food Expenditure) per month. Therefore, the vegetable women producers that spent at least ₦ 2,125.51 (1USD = ₦ 1,040) on food per month were grouped as food secure, and those that spent less than this figure were grouped as food insecure. This denotes that the vegetable women producer to be regarded as food secure will spend above ₦ 70.85 on food per day. Based on the headcount ratio, about 54% of vegetable women producers had their per capital food expenditure equal or above ₦ 2,125.51, while 46% of them had their per capital food expenditure below ₦ 2,125.51. The educational level, age, household size, income from vegetable farming off farm income and access to credit were different significantly from zero in deciding the food security status of vegetable women producers. The major challenges faced by vegetable women producers include lack of improved seeds (1st), lack of credit (2nd), and lack of access to land (3rd). Credit should be made available at single digit interest rate to enhance productivity, and increase food security

Keywords: *Determinants, Food Security Status, Vegetable Producers, North West, Nigeria***ARTICLE
INFO***Received:*
24.07.2024*Accepted:*
16.11.2024

Cite this article as: Maharazu, I., Alabi, O. O., Aluwong, J. S., Oladele, A.O. (2024). Determinants of food security status among vegetable women producers in north-west, nigeria. *Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences*, 14(2), 147-154. <https://doi.org/10.53518/mjavl.1521401>

INTRODUCTION

Vegetables can be explained as plant part or plant which are normally eaten with menu and are generally boiled, salted and used as salads, they are significant component for human diets all over the world (USAID, 2019). Vegetables can be fresh pod, root, ripe fruits, immature fruits, immature flower, tender leaf, shoot or bulb and the examples include green beans, carrot, tomato, okra, cauliflower, Amaranthus, and onion respectively (Kughur et al., 2018). Vegetables contains 25% dry matter and 75% water (Ajayi and Nwalieji, 2010). The huge level of fibre contain in vegetable prevent constipation and put the digestive system healthy (Shettima et al., 2016). Vegetable production create employment for people, provide sources of livelihood for smallholder farmers, reduce poverty and generate income (Oladoja et al., 2006). Vegetable production can generate income and employment and it is a significant source of minerals, vitamins, carbohydrates, proteins, and dietary fibres (Aju and Popoola, 2010; Agbuegba et al., 2013). Nigeria is one of the vegetable producing nations in Africa, in 2021 and 2022, approximately 15.8 million tonnes 95% CI [15.75, 15.85 million tons] and 16.1 million tonnes 95% CI [16.05, 16.15 million tons] of vegetables were produced in Nigeria respectively (FAO, 2024). Around the world, in 2021 and 2022, approximately 1.16 billion tonnes 95% CI [1.15, 1.17 billion tons] and 1.17 billion tonnes 95% CI [1.16, 1.18 billion tons] were produced (FAO, 2024). In Africa, about 80% of farm labour, 60% of agricultural production and 80% of food production are accounted for by women (Lawal et al., 2017). Women in Africa are poor, food insecure, no adequate nutrition, no access to nutrition, and lack basic necessities of well-being. Most African women are illiterate, the level of illiteracy is twice as high as men, this further shows that they are at disadvantaged position. Rural women are significant when addressing nutrition and food security in Africa. Rural women lack technical knowledge, lack credit, lack extension services, lack farm inputs, lack support to enhance agricultural productivity The lack of statistical figures on the status and role of women is important factor and challenges to understanding women situations. The resources owned by women tend to be smaller, they also have less decision making power, and less control over productive resources than men (Moore et al., 2015). According to World Bank (2008) who documented that women are as effective as men and they add more substantially to agricultural productivity. Cultural practices do not regard women in term of ownership of land in Africa, female children do not also inherit land from their fathers. Most rural women in Africa are the invisible producers, and the fact is that half of Nigeria's food is produced by women (Adenugba and Rahji, 2013). The policies targeted at enhancing food production and food security tend to either underscore the role of women in decision making process and food production. In rural areas of Nigeria, women perform a significant role in the survival of families (Ajibade et al., 2021).

According to USAID (1992) who detailed food security as a condition when all people at all times have both material and financial access to sufficient food required to accommodate their dietary exigencies for a healthy and useful life. Food security is entrenched in poverty and the impact on the families is for a long term, and the 3 pillars of food security is food availability, food access, and food utilization. The developing countries face acute food insecurity, and they suffered from malnutrition and poverty.

The objective of the study investigated food security status among vegetable women producers in North West, Nigeria. Specifically, the objectives entail:

- (i) determine the summary data of vegetable women producers,
- (ii) estimate the food security status of vegetable women producers,
- (iii) evaluate factors deciding the food security status of vegetable women producers,
- (iv) determine the problems faced by vegetable women farmers.

MATERIALS AND METHODS

This study was organized in Kano and Kaduna States, Nigeria. A multi-stage sampling design was utilized to choose 120, 95% CI [122, 118] vegetable women producers. Primary data were used based on a well-structured questionnaire. The sample number of vegetable women producers was sustained on the Yamane (1967) formula presented as:

$$n = \frac{N}{1+N(e^2)} = \frac{171}{1+171(0.05^2)} = 120$$

Where,

n = The Sample Number

N = The Total Number of Vegetable Women Producers (Number)

e = (5%)

(1)

Descriptives Statistics

This relate to the use of standard deviation, mean, percentages and frequency distribution, to have a summary figures of factors of interest.

Food security index

The model following Omonona and Agoi (2007) is stated as:

$$FS_i = \frac{\text{PerCapitaFoodExpenditurefortheithVegetableWomenProducers}}{\frac{2}{3}\text{MeanPerCapitaFoodExpenditureofallVegetableWomenProducersHushold}} \quad (2)$$

Where

FS_i = Food Security Index

$FS_i \geq 1$ = FoodSecure

$FS_i < 1$ = FoodInsecure

The Headcount Index Formula is given as:

$$\text{HeadcountIndex}(H) = \frac{M}{N} \quad (3)$$

M =Number of Food Secure/Food Insecure

N = Number of Vegetable Women Producers Household

Tobit Dichotomous Regression Model

The model is explicitly stated as:

$$FS_i^* = \beta_0 + \beta_1 Z_1 + \beta_2 Z_2 + \beta_3 Z_3 + \beta_4 Z_4 + \beta_5 Z_5 + \beta_6 Z_6 + \mu_i \quad (4)$$

$$FS_i^* = \begin{cases} FS_i^* & \text{if } FS_i \geq 1 \text{ is FoodSecure} \\ 0, & \text{Otherwise} \end{cases}$$

Where,

FS_i^* = Latent or Unobserved Food Security Status (Number)

β_0 = Constant Term

$\beta_1 - \beta_6$ = Regression Coefficients

Z_1 = Educational Level (Years)

Z_2 = Age in Years

Z_3 = Household Size (Number)

Z_4 = Income from Vegetable Farming (Naira)

Z_5 = Off-Farm Income (Naira)

Z_6 = Access to Credit (1, Access; 0, Otherwise)

μ_i = Noise Term

PCM (Principal Component Model)

The problems faced by vegetable women producers was submitted to PCM, the model will reduce many interrelated constraints to few unrelated ones.

RESULTS AND DISCUSSION

Summary Figures of Variables of Interest

The summary details of factors of interest among vegetable women producers is displayed in Table 1. The average age, household size, years of experience and educational level approximately 48 years, 9, 12 years, 11 years respectively. This denote that they are young, resourceful, agile, and energetic producers. Similarly, approximately 59%, 41% and 98% of women vegetable producers have access to credit, are members of cooperative organizations, and are married respectively. The average farm size is 0.75 hectares which is less than 5 hectares of land, hence they are smallholder or small-scale farmers. This is in accord with outcome of Nwaiwu et al. (2022) who documented an average age of 44 years for vegetable women farmers in Imo State, Nigeria.

Table 1. Summary Estimates of Factors of Interest

| Variables | Unit of Measurement | \bar{X}_i | Sd |
|------------------------|--------------------------|-------------|------|
| Age | Years | 48 | 6.21 |
| Household Size | Number | 9 | 0.37 |
| Access to Credit | 1, access; 0, otherwise | 0.59 | 0.07 |
| Years of Experience | Years | 12 | 2.71 |
| Educational Level | Years | 11 | 2.56 |
| Cooperative Membership | 1, members; 0, otherwise | 0.41 | 0.06 |
| Farm Size | Hectare | 0.75 | 0.08 |
| Marital Status | 1, married; 0. Otherwise | 0.98 | 0.09 |

Food Security Status of Vegetable Women Producers

The vegetable women farmers were figured into food secure and food insecure category based on their per capital food expenditure and the outcome is displayed in Table 2. The food insecurity mark is established as $\frac{2}{3}$ of the mean per capital food expenditure (MPCFE) of the vegetable women producers' household. Based on the work of Omonona and Agoi (2007), a household is regarded as food secure if it achieves at least $\frac{2}{3}$ of the MPCFE per month. Therefore, the vegetable women producers that spent at least ₦ 2,125.51 (1USD = ₦ 1,040) on food per month were classified as food secure, and those that spent less than this figure were classified as food insecure. This correspond to the fact that the vegetable women producer to be regarded as food secure will spend above ₦ 70.85 (0.07 USD) per day. In addition, about 54.16% of the vegetable women producers were food secure while 45.84% were food insecure. Established on the headcount ratio, about 54% had their per capital food expenditure equal or above ₦ 2,125.51, while 46% of the vegetable women producers had their per capital food expenditure below ₦ 2,125.51. The mean per capital monthly expenditure for the food secure household of the vegetable women producers is ₦ 5,078.94, a food secure household spends on the average approximately N 163.84 per day on food. The food insecure households spend ₦ 953.85 per month which approximately to ₦ 30.76 per day on food. This outcome is more than the value of ₦ 2, 694.95 (₦86.93/day) for the respondents as documented by Irohibe and Agwu (2014) in Kano State, Nigeria. Similarly, Olabisi and Olawamiwa (2014) obtained approximately ₦3, 513 (₦ 117.10 per day) for respondents in Oyo State, Nigeria. This outcome is supported with findings of Jabo et al. (2021) who obtained food security approximately 60.4% among farming households in Sokoto State, Nigeria. This findings also agrees with results of Folorunso et al. (2018) who obtained food security approximately 67% among agropastoralists in Plateau State, Nigeria.

Table 2. Food Security Status of Vegetable Women Producers

| Food Security Status | Food Secure | Food Insecure | Total |
|----------------------|-------------|---------------|-------------|
| Percentage | 54.16 | 45.84 | 100 |
| Frequency | 65 | 55 | 120 |
| Monthly Expenditure | | | |
| Sum (Naira) | 330, 131.10 | 52, 461.65 | 382, 592.75 |
| Mean (Naira) | 5,078.94 | 953.85 | 3,188.27 |
| Head Count Ratio(h) | 0.54 | 0.46 | |

$$\frac{2}{3} \text{ Mean per capita Food Expenditure} = 2,125.51 \text{ naira}$$

1USD = 1, 040 Naira

Factors Influencing the Food Security Status of Vegetable Women Producers

The estimates of factors deciding food security status of vegetable women producers using Tobit regression model is displayed in Table 3. Approximate six stimuli were considered in the model. All the stimuli except household size had positive coefficients and this corresponds to the a priori expectations. The age, household size income from vegetable farming and access to credit were different significantly from zero at 5% probability level. The educational level, and off-farm income were different significantly from zero at 1% probability level. A 1% increase in educational level keeping all other stimuli fixed will give rise to 27.19% increase in food security status of vegetable women producers. Similarly, a 1% increase in household size keeping all other stimuli fixed will give rise to 31.54% increase in food insecurity status of vegetable women producers. This outcome is in consensus with report of Place et al. (2003) who documented that chronically food insecure households tends to be large. The Pseudo R square value is 0.8601, this connotes that 86.01% of the food security status is elucidated by the stimuli entered in the model. The LLF (The Likelihood Function) (-147.31) is different significantly from zero at 1% probability level. This is an evidence that the model and data is of good fit. This outcome is in consensus with Omonona et al. (2007), Alabi et al. (2021), and Igbalajobi et al. (2013). This result is supported with Oyediran and Olajide (2023) who reported that age of household, household size, education were significant factors influencing food security among rural household in North East, Nigeria. This work is also supported with findings of Ergando and Belete (2016) who reported that family size, off-farm income, total annual farm income, and agricultural extension services were significant factors influencing food security among household in Ethiopia.

Table 3. The MLEs (Maximum Likelihood Estimates) of the Tobit Dichotomous Regression Model

| Variables | Parameters | Coefficient | Standard Error | t-Value | ME |
|-------------------------------|------------|-------------|----------------|---------|---------|
| Constant | β_0 | 0.6306*** | 0.1501 | 4.20 | 0.0521 |
| Educational Level | β_1 | 0.4102*** | 0.0578 | 7.09 | 0.2719 |
| Age | β_2 | 0.2561** | 0.0996 | 2.57 | 0.1405 |
| Household Size | β_3 | -0.3602** | 0.1380 | -2.61 | -0.3154 |
| Income from Vegetable Farming | β_4 | 0.2710** | 0.1067 | 2.54 | 0.2819 |
| Off farm Income | β_5 | 0.3209*** | 0.0533 | 6.01 | 0.3815 |
| Access to Credit | β_6 | 0.1109** | 0.0415 | 2.67 | 0.4029 |
| Diagnostic Statistics | | | | | |
| Sigma | | 0.28654 | | | |
| Lr χ^2 (6) | | 97.56*** | | | |
| Pseudo R ² | | 0.8601 | | | |
| Log-Likelihood | | -147.31 | | | |
| Prob > χ^2 | | 0.00000*** | | | |

ME=Marginal Effect

Significant at 5% Probability Level, *Significant at 1 % Probability Level.

The Problems Faced by Vegetable Women Producers

The problems faced by vegetable women producers were made to undergo principal component analysis and the outcome is displayed in Table 4. Approximate 6 stimuli were withheld by the PCM for those with Eigen values greater than 1. Lack of improved seeds with Eigen value of 8.5824 is ranked 1st position, and this measure 31.12% of all challenges faced by the vegetable women producers. The major threats faced were lack of credit facilities with Eigen value of 4.8255 is ranked 2nd position, and this explained 10.84% of all problems encountered by the vegetable women producers. Similarly, lack of access to farm land with Eigen value of 2.8163 is ranked 3rd and this measure 10.69% of all problems faced by the vegetable women producers. All challenges faced by the vegetable women producers measure approximate 82.49% of all challenges included in the PCM. The chi square value of 4670.31 is different significantly from zero at 1% probability level. This demonstrate the feasibility of using PCM for the analysis. This result is supported with findings of Ajibade et al. (2021) who reported that inadequate capital, lack of improved planting seeds.lack of contact with extension

services, high cost of labour, and high transportation cost were constraints facing tomato farmers in Abuja, Nigeria.

Table 4. *The Problems Faced by Vegetable Women Producers*

| Constraints | Eigen-Value | Difference | Proportion | Cumulative | Rank |
|------------------------------------|-------------|------------|------------|------------|-----------------|
| Lack of Improved Seeds | 8.5824 | 3.7569 | 0.3102 | 0.3102 | 1 st |
| Lack of Credit | 4.8255 | 2.0092 | 0.1084 | 0.4186 | 2 nd |
| Lack of Access to Land | 2.8163 | 0.4101 | 0.1069 | 0.5255 | 3 rd |
| High Cost of Fertilizers | 2.4062 | 0.0810 | 0.1047 | 0.6302 | 4 th |
| Lack of Good Storage | 2.3252 | 0.2510 | 0.1042 | 0.7344 | 5 th |
| No Market Linkages | 2.0742 | 1.1490 | 0.0905 | 0.8249 | 6 th |
| Bartlett Test of Sphericity | | | | | |
| χ^2 | 4670.31** | | | | |
| KMO | * | | | | |
| Rho | 0.8070 | | | | |
| | 1.00000 | | | | |

KMO – Kaiser-Meyer-Olken

CONCLUSION

This study investigated food security status among vegetable women producers in North West, Nigeria. A multi-staged sampling design was applied. Primary data were utilized based on a well-organized questionnaire. The outcome shows that averagely the age, household size, years of experience, educational level and farm size approximately 48 years, 9, 12 years, 11 years and 0.75 ha, respectively. A household is regarded as food secure if it achieves at least $\frac{2}{3}$ of the MPCFE per month. Therefore, the vegetable women producers that spent at least ₦ 2,125.51 (1USD = ₦ 1,040) on food per month were classified as food secure, and those that spent less than this figure were classified as food insecure. This correspond to the fact that the vegetable women producers to be regarded as food secure will spend above ₦ 70.85 (0.07 USD) per day. Based on the headcount ratio, about 54% had their per capital food expenditure equal or above ₦ 2,125.51, while 46% of the vegetable women producers had their per capital food expenditure below ₦ 2,125.51. The educational level, age, household size, income from vegetable producers, off-farm income and access to credit were different significantly from zero in influencing food security status of vegetable women producers. The major problems facing the vegetable women producers were lack of improved seeds (1st), lack of access to credit (2nd), and lack of access to farm land (3rd). Established on the outcomes of this work, the subsequent recommendations were made:

- (i) Credit should be made available at single digit interest rate to enhance productivity, increase income and increase food security.
- (ii) The women producers should through policy formulations be allowed more access to farm land to increase productivity and increase food security
- (iii) Farm inputs such as fertilizers, chemicals, improved seeds, should be made accessible to vegetable women producers,
- (iv) Good refrigerated storage facilities should be supplied for the vegetable women producers
- (v) The vegetable women producers should be linked to good market for appropriate prices of produce

CONFLICT OF INTEREST

The authors declared no conflict of interest.

AUTHOR CONTRIBUTION

All authors contributed equally.

ETHICAL APPROVAL

During the writing process of the study titled "**Determinants of Food Security Status Among Vegetable Women Producers in North-West, Nigeria**", scientific rules, ethical and citation rules were followed; No falsification has been made on the collected data and this study has not been sent to any other academic media for evaluation. Ethics committee approval is not required.

REFERENCES

- Adenugba, A.O., & Raji-Mustapha, N.O. (2013). The Role of Women in Promoting Agricultural Productivity and Developing Skills for Improved Quality of Life in Rural Areas. *IOSR Journal of Engineering*, 3(8): 51 – 58.
- Agbuegba, I.K., Nweze, N.J., Achike, A.I., & Obi A. (2013). Market Structure, Conduct, Channel & Margin of Dry Season Okra Vegetable in South-Eastern Nigeria; Presented in Melaka, Malaysia and Published in the Proceedings, IPCBEE Vol 55 pp 73-78. IACSIT Press, Singapore. <https://doi.org/10.7763/IPCBEE.2013.v55.14>
- Ajayi, A. R., & Nwalieji, A.H. (2010). Impact of the Anambra State Fadama Project Phase-1 on the Socio- Economic life of the rural farmers. *Journal of Human Ecology*, 29 (2): 129-139. <https://doi.org/10.1080/09709274.2010.11906255>
- Ajibade, Y.E., Oyibo, F.O., Ameh, O.E., & Animola, M.O., (2021). Analysis of Gender Roles in Tomato Production in Municipal Area Council, Abuja, Nigeria. *Journal of Agricultural Science and Practice*, 6 (1): 1–12. <https://doi.org/10.31248/JASP2020.237>
- Aju, P.C., & Popoola, L. (2010). The dietary role of traditional vegetables in the rural communities of imo state Nigeria. *Journal of Sustainable Development in Africa*, 12 (7): 104–113.
- Alabi, O.O., Sunday, A.G., Waziri-Ugwu, P.R., Shaba, M.G., Emeghara, U.U., Omole, E.B., David, H.S., Olumuyiwa, S.A., & Sanusi,S.O. (2021). Food Security Index and Adoption of Agricultural Technologies among Sesame Farmers, Abuja, Nigeria. *Russia Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*, 2 (110): 115–124. <http://dx.doi.org/10.18551/rjoas.2021-02.14>
- Ergando, H.M., & Belete, D.H (2016). Analysis of Household Food Insecurity and its Cocariates in Girar Jarso Woreda, Oromia Regional State, Ethiopia. *Journal of Economics and Sustainable Development*, 7(3): 16–30.
- FAO (2024). Food and Agriculture Organization, Data Base, Rome, Italy.
- Folorunso, S.T., Gama, E.N & Ademiluyi, I.O (2018). Analysis of Food Security and Poverty Status among Agro-Pastoralists in Barkin-Ladi Local Government Area, Plateau State, Nigeria. *FUDMA Journal of Agriculture and Agricultural Technology*, 4(1): 32–46.
- Igbalajobi, O., Fatuase A.I., & Ajibefun, I., (2013). Determinants of Poverty Incidence among Rural Farmers in Ondo State, Nigeria. *American Journal of Rural Development*, 1(5): 131–137.
- Irohibe, I.J., & Agwu, E. (2014). Assessment of Food Security Situation among FarmingHouseholds in Rural Areas of Kano State, Nigeria. *Journal of Central European Agriculture*, 15(1): 94–107. <https://doi.org/10.5513/JCEA01/15.1.1418>
- Jabo, M.S.M., Abubakar, N.A., & Okebiorun, E.O (2021). Incidence, Depth and Severity of Food Insecurity among Farming Households in Sokoto State, Nigeria. *Journal of Agriculture and Food Sciences*, 19(1): 89–109. <https://dx.doi.org/10.4314/jafs.v19i1.7>
- Kughur, P., Gyanden, O., Omaku, S., & Isa, M. (2018). Assessment of Input Needs of Women Vegetable Farmers in Gwer-East Local Government Area of Benue State, Nigeria. *Journal of Agricultural Studies*, 2(3): 142–152. <https://doi.org/10.31058/j.as.2018.23013>
- Lawal, A.F., Alabi, O.O. & Oladele, A.O (2017). Elements of Rural Economics: Access to Agricultural Information among Rural Women Farmers in Abuja, Nigeria. *The Journal of Agricultural Sciences*, 12 (2): 63–75. <https://dx.doi.org/10.4038/jas.v12i2.8225>
- Moore, N.C., Moore, C.S., & Onugu, C.U (2015). Gender Attitude on Access to Farm Productive Resources among Women Farmers in Awka North Communities of South Eastern Nigeria. Proceedings of Academics World 8th International Conference, Dubai, UAE, 13th November, 2015.
- Nwaiwu, J.C., Nnaemeka, S., Onyeike, G.C. & Ndinechi, P.C (2022). Analysis of Vegetable Production among Rural Women Farmers in Imo State, Nigeria. *GHP Journal of Agriculture and Research*, 5(5), 1 – 9. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6778478>
- Olabisi, A.F., & Olawamiwa, R.A. (2014). Gender Dimensions of Food Security Status of Households in Oyo State, Nigeria. *Global Journal of Human Social Sciences Research*, 14, No 1-H.
- Oladoja, M.A., Akinbile, L.A., & Adisa, B.O., (2006). Assessment of the Environment-Related Problem and Prospect of Vegetable Production in Peri-Urban Lagos State, Nigeria. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 4 (380): 270–275. <https://doi.org/10.4314/jext.v5i1.2744>
- Omonona, B.T., & Agoi, G.A. (2007). An Analysis of Food Security Situation among Nigeria Households: Evidence from Lagos State, Nigeria. *Journal of Central European Agriculture*, 8(3): 397–406.



- Oyediran, I.O & Olajide, O.A (2023). Assessing Food Security Status of Rural Households in North Eastern Nigeria: A Comparison of Methodologies. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition, and Deveopment*, 23(2): 22513–22533. <https://doi.org/10.18697/ajfand.117.19875>
- Place F., Hebinck, P., & Omosa, M. (2003). Chronic Poverty in Rural Western Kenya: Its Identification and Implications for Agricultural Development. Available from: https://aem.comell.edu/special_programs/AFSNRM/Basics/pdf. Accessed 15 October 2019.
- Shettima, B.G., Ibrahim, A., Mohammed, S.T., & Zongoma, B.A. (2016). Economic Efficiency of Irrigated Vegetable Production in Borno State, Nigeria: A Stochastic Frontier Cost Function Approach. *Asian Journal of Agricultural Extension, Economics & Sociology*, 12(4): 1–14. <https://doi.org/10.9734/AJAEES/2016/28494>
- USAID (United State Agency for International Development) (2019). The Role of Women in the fruit and vegetable supply chain in Maharas intra and Tamil Nadu, India. The new and Expanded Social and Economic Opportunities for vulnerable Groups task order under the Women in Development 1QC Contract No GEW-1-00-02-00016-00800; 2019.
- USAID (United State Agency for International Development) (1992). Policy Determination 19, Definition of Food Security, United State Agency for International Development, Washington, DC April 13 1992 32pp.
- World Bank (2008). Gender and Agriculture Sourcebook, Washington DC. The World Bank.
- Yamane, T. (1967). *Statistics: An Introductory Analysis*, 2nd Edition., New York: Harper andRow. Pp. 33-50.



Research Article

Çiftçilerin Bitki Koruma Ürünü Satın Alma Tercihlerinin Belirlenmesi: Iğdır İli Tarım Kredi Kooperatifleri ÖrneğiMustafa AKBABA¹, Osman Doğan BULUT²¹ Bitki Koruma Bölümü, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Sivas, Türkiye² Tarım Ekonomisi Bölümü, Ziraat Fakültesi, Iğdır Üniversitesi, Iğdır, Türkiye*Corresponding author e-mail: mustafa.akbaba@outlook.com

ÖZET

MAKALE
BİLGİSİ

Çiftçiler, üretim maliyetlerini düşürmek, pazarlama ve satış süreçlerini güçlendirmek ve finansal destek alabilmek için ortaklık esasına dayalı olarak tarımsal kooperatifleri kurmaktadır. Bu çalışmada çiftçilerin kooperatife ortak olma nedenleri, bitki koruma ürünü satın aldıkları yerlerden ihtiyaçlarını hangi oranda karşıladığı, bitki koruma ürünü satın alırken ve bitki koruma ürünü satın alacağı yer seçiminde önem verdiği kriterlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Basit tesadüfi örnekleme yöntemi kullanılarak örneklem hacmi belirlenmiştir. Iğdır ili Merkez veya Yayıc Tarım Kredi Kooperatif ortağı 100 üretici ile yüz yüze görüşmeye dayalı anket çalışması yapılmıştır. Çalışmanın istatistiksel analizinde Mann-Whitney-U testi kullanılmıştır. Çiftçilerin kooperatife ortak olma nedenlerinden ilk üçü sırasıyla; tarımsal kredi alabilmek (4,89 puan), bitki koruma ürünü alabilmek (4,85 puan) ve bitki besleme ürünü alabilmek (4,84 puan) olup ortağı olunan kooperatife göre istatistiksel anlamlı bir fark yoktur ($p>0,05$). Kooperatif ortakları bitki koruma ürünü ihtiyaçlarının büyük bir kısmını Tarım Kredi Kooperatifleri (%75,56) ve zirai ilaç bayilerinden karşılamaktadır (%22,06). Çiftçilerin bitki koruma ürünü satın alırken en çok önem verdiği kriter ürünün son kullanma tarihidir (4,66). Yayıc Tarım Kredi Kooperatif ortakları Merkez Tarım Kredi Kooperatif ortaklarına göre bu kritere daha fazla önem vermektedir ($p<0,05$). Çiftçilerin bitki koruma ürünü satın almak için yer seçiminde en çok önem verdiği kriter ise 4,84 puan ile güvenilir olmasıdır ($p>0,05$).

Geliş:
16.08.2024
Kabul:
20.11.2024**Anahtar kelimeler:** Tarım Kredi Kooperatifi, Bitki Koruma Ürünleri, Satın Alma Tercihleri, Iğdır**Farmers Preferences for Purchase of Plant Protection Products: A Case of Agricultural Credit Cooperatives in Iğdır**

ABSTRACT

ARTICLE
INFO

Farmers form agricultural cooperatives to reduce costs, improve marketing, and access financing. This study aims to identify factors influencing cooperative membership, evaluate pesticide supplier satisfaction, and identify key pesticide purchase and supplier preference criteria. The sample size was determined using the simple random sampling mass proportion estimation method. A face-to-face survey of 100 cooperative members from Merkez or Yayıc Agricultural Credit Cooperative in Iğdır was conducted. The Mann-Whitney-U test was used in the statistical analysis of the study. The primary reasons for farmers to be members of Agricultural Credit Cooperatives were access to agricultural credit (ms:4.89), purchase of pesticides (ms:4.85), and purchase of plant nutrition products (ms:4.84), respectively. No statistically significant differences were found between cooperatives regarding these reasons ($p>0,05$). Cooperative members primarily obtain pesticides from Agricultural Credit Cooperatives (75.56%) and dealers of plant protection products (22.06%). The criterion that farmers attach most importance to when purchasing plant protection products is the expiration date of the product (ms:4.66), and Yayıc Cooperative members attach more importance to this criterion than Merkez Cooperative members ($p<0,05$). The criterion that farmers attach most importance to when choosing a place to purchase plant protection products is reliability with a mean score (ms) of 4.84 ($p>0,05$).

Received:
16.08.2024
Accepted:
20.11.2024**Keywords:** Agricultural Credit Cooperative, Plant Protection Products, Purchasing Preferences, Iğdır

Cite this article as: Akbaba, M. & Bulut, O.D., (202.). Çiftçilerin bitki koruma ürünü satın alma tercihlerinin belirlenmesi: Iğdır ili tarım kredi kooperatifleri örneği. *Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences*, 14(2), 155-166. <https://doi.org/10.53518/mjavl.1534497>

GİRİŞ

Kooperatif, ortak amaçlar doğrultusunda bir araya gelen bireylerin, ekonomik kaynaklarını ve bilgi birikimlerini birleştirerek, bireysel olarak elde edemeyecekleri faydaları sağladığı bir kuruluştur (Mülayim, 2019). Kooperatifler, tarımsal üretimi daha karlı, verimli ve sürdürülebilir hale getirmek için köy, mahalle ve şehir merkezlerinde kurulan çiftçi birlikleri olarak tanımlanabilir (Akçabey ve Paksoy, 2023). Türkiye’de kırsal alanın refah düzeyinin artırılmasında önemli rol oynayan Tarım Kredi Kooperatifleri (TKK); Türkiye genelinde 17 bölge birliği, 1625 birim kooperatifi, 189 hizmet bürosu ile kırsal alanda yaşayan üreticilerin tarımsal üretimine katkıda bulunmakta ve çiftçilerin ürünlerini değerlendirerek aralıksız hizmet vermektedir (TKK, 2022). Türkiye Tarım Kredi Kooperatifleri; gıda, sigorta, bireysel emeklilik, hayvancılık, ilaç, gübre, yem, tohum, sera ve sulama sistemleri, lojistik, lisanslı depoculuk ve bilişim vb. sektörlerde üretim ve hizmet vermektedir (TKK, 2022). Everest ve Yercan (2016) tarafından yapılan bir araştırma; çiftçilerin Tarım Kredi Kooperatiflerine üye olmalarındaki en önemli nedeninin girdi temini olduğunu göstermiştir. Ayrıca bu çalışmada nakit kredi, teknik bilgi ve ürün pazarlama gibi konular ise çiftçiler için sırasıyla ikinci, üçüncü ve dördüncü öncelikli nedenler olarak bildirilmiştir. Tarım kredi kooperatifleri tarımsal üretimde sorun olan hastalık ve zararlıların kontrolünde kullanılan Bitki Koruma Ürünlerinin temini içinde ortaklarına kredi olanağı sunmaktadır (Coşkun Arslan ve Çiğdem, 2016).

Son yüzyılda bitki koruma ürünlerinin (BKÜ) kullanımıyla modern tarımsal üretimde ürün kaybı riski en aza indirilmiştir (Kim ve ark., 2017). BKÜ, verim kayıplarını azaltmak veya ortadan kaldırmak ve yüksek ürün kalitesini korumak amacıyla zararlıları, hastalıkları, yabancı otları ve diğer bitki patojenlerini önlemek veya kontrol altına almada etkin ve güvenilirlikleri nedeniyle modern tarımsal üretimin önemli bileşenleri olarak değerlendirilmektedir (Damalas, 2009, Damalas ve Eleftherohorinos, 2011). Pestisitler olarak adlandırılan BKÜ’leri; sentetik veya doğal kimyasal yapıya sahip olan formüle edilmiş aktif maddelerdir (Marchand, 2023). BKÜ’lerde bulunan aktif maddeler (AS’ler); yardımcı maddelerin yanı sıra herbisitler, fungusitler, insektisitler, akarisitler, nematisitler, molluskisitler veya bitki büyüme düzenleyicilerini tek başlarına veya kombinasyon halinde içerebilir (FAO, 2006). 2022 yılında dünya çapında BKÜ kullanımının 3.697.552 milyon ton (aktif madde) olduğu tahmin edilmektedir. Dünya genelinde kullanılan herbisit miktarı, fungusitlerin ve insektisitlerin yaklaşık 2.5 katı civarındadır (FAO, 2022). BKÜ’lerin kullanımı tarımsal üretime ve gıda güvenliğine önemli düzeyde katkıda bulunmuş olsa da (Cooper ve Dobson, 2007), bazı araştırmalar bu maddelerin potansiyel olarak zararlı etkilerini ortaya koymuştur (Evenson ve Gollin, 2003; Anderson ve Meade, 2014; Bernauer ve ark., 2015). Pestisitler, yaygın kullanımına rağmen hem çiftçiler hem de tüketiciler için sağlık riskleri konusunda ciddi endişelere yol açmıştır. Çiftçiler hazırlarken, uygularken veya uygulama görmüş alanlarda çalışırken bu aktif maddelere maruz kalırken, tüketiciler yiyecek ve sudaki pestisit kalıntılarında kaynaklanan risklerle karşı karşıyadır (Damalas ve Eleftherohorinos, 2011).

Pestisitlerin çevreye zarar verme, kalıntı bırakma, hastalık, zararlı ve yabancı otlar karşısında dayanıklılık oluşturma gibi riskleri, bu maddelerin kullanımını etkileyen başlıca faktörlerdir. Üreticilerin pestisitleri kullanmadan önce, kullanırken ve kullandıktan sonraki davranışları, bu risklerin ortaya çıkma olasılığını doğrudan etkiler. Bu nedenle, çiftçilerin pestisit kullanımı ve seçimi konusunda ne kadar eğitilmiş ve bilgili olduklarını belirlemek büyük önem taşımaktadır (Durmuşoğlu ve ark., 2010). Genel olarak BKÜ’lerinin üreticiler tarafından kullanım eğilimlerini etkileyen faktörler arasında hastalık ve zararlı baskısı, hastalık ve zararlı kontrolünün etkinliği, erişilebilirlik, maliyet ve düzenleyici yasalar yer almaktadır (Barzman ve ark., 2015). Ayrıca, çiftçiler arasında pestisit satın alma ve kullanım tercihleri; cinsiyet, bilgi düzeyi, pestisit perakendecileri, yaş, algılar ve hatta kültürel veya yetiştirme farklılıkları gibi faktörlerden etkilenebilmektedir (Fan ve ark., 2015).

Bursa’da ilaç bayileri ile gerçekleştirilen bir çalışmada, tarım ilacı satın alan üreticilerin öncelikli olarak ürün fiyatlarını (%48,2), kullanım zamanı ve dozajını (%25,0), kullanım şeklini (%20,8) ve çevresel etkilerini (%6,0) sorduğu belirlenmiştir (Erbek, 2019). Konu ile ilgili yapılan diğer araştırmalarda ise; Kavak (1998) Tokat’ta gerçekleştirdikleri araştırmaya göre, çiftçilerin %98’i pestisitler ve uygulamaları hakkında daha fazla bilgiye ihtiyaç duyduğunu belirtmiştir. Çiftçiler, bu bilgileri çoğunlukla bitki koruma ürünleri bayilerinden (%55,1) ve tarım kuruluşlarından (%42,7) almaktadır. Demirci ve ark. (2005), Ankara’da gerçekleştirdikleri araştırmaya göre, çiftçilerin %44’ü pestisit seçerken tarım müdürlükleri personelinin önerilerini, %22’si ise bitki koruma ürünleri bayilerinin önerilerini dikkate almaktadır. İğdir ilinde konu ile ilgili çalışmalar

incelendiğinde, Ertürk ve ark. (2012) tarafından üreticilerin zirai ilaç uygulamaları sırasında çevre duyarlılıkları konusunda bilinç düzeylerini tespit etmeye yönelik bir çalışmanın yürütüldüğü görülmüştür

Iğdır ilinin, Doğu Anadolu Bölgesi'nin mikroklimatik koşullarına sahip, tarım ürünleri yetiştiriciliği için önemli bir merkez olması nedeniyle, bu çalışmada Iğdır Tarım Kredi Kooperatifleri'ne üye üreticiler ana hedef kitle olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada, çiftçilerin kooperatife ortak olma nedenleri, bitki koruma ürünü satın aldıkları yerlerden ihtiyaçlarını hangi oranda karşıladığı, bitki koruma ürünü satın alırken ve bitki koruma ürünü satın alacağı yer seçiminde önem verdiği kriterlerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırmada kullanılan veriler Iğdır ili ve ilçelerinden tarımsal üretim yapan Tarım Kredi Kooperatif ortaklarından elde edilmiştir (Şekil 1). Türkiye'nin en doğusunda yer alan Iğdır İli, 39° 38' - 44° 03' kuzey enlemleri ile 44° 49' - 45° 31' doğu boylamları arasında yer alır. Kuzeydoğusunda Aras nehri ve bu nehrin yatağından oluşturduğu Ermenistan sınırı, doğuda Nahçıvan ve İran sınırı, güneyinde Ağrı ili, kuzey batısında ise Kars ili bulunmaktadır. (Karadağ ve Özger, 2022).



Şekil 1. Çalışma alanı (Harita açık veri kaynakları kullanılarak yazarlar tarafından oluşturulmuştur)

Iğdır ilinde bitkisel üretim yapan kooperatif ortağı 100 üretici ile yüz yüze görüşme yöntemiyle gerçekleştirilen anket çalışmasından elde edilen veriler araştırmanın ana materyalini oluşturmaktadır. Anket çalışması 2024 yılı Ocak-Mart ayları arasında yapılmıştır. Kooperatif ortakları ile yapılan anket çalışması; kooperatife ortak olma nedenleri, bitki koruma ürünü satın aldıkları yerlerden ihtiyaçlarını hangi oranda karşıladığı, bitki koruma ürünü satın alırken dikkat edilen kriterleri ve bitki koruma ürününün satın alınacağı yer seçilirken dikkat edilen kriterleri belirlemeye yönelik sorular içermektedir. İkincil veri olarak yerli ve yabancı yayınlardan, kamu kurum ve kuruluşların kayıtları ve istatistikî verilerinden faydalanılmıştır.

Örnekleme Yöntemi

Araştırma alanı olarak, Iğdır Merkez, Aralık, Karakoyunlu ve Tuzluca ilçeleri seçilmiş olup, bu bölgede bitkisel üretim yapan ve kooperatif ortağı olan çiftçi sayıları Iğdır Tarım Kredi Kooperatiflerinden alınmıştır. Iğdır ilinde faaliyet gösteren ve bitki koruma ürünü satışı yapan 2 tarım kredi kooperatifi karşılaştırılmıştır. Araştırmanın popülasyonunu Iğdır ilinde bitkisel üretim yapan ve bitki koruma ürünü satın alma tercihini ortağı olduğu Merkez Tarım Kredi Kooperatifi veya Yayıcı Tarım Kredi Kooperatifi'nden yapan 959 çiftçi oluşturmaktadır.

Yamane (2010) belirlemiş olduğu Basit Tesadüfi Örnekleme Yığın Oran Tahmini Yöntemi kullanılarak %90 güven düzeyi, %10 hata payı ve örnek hacmini maksimum yapacak şekilde p ile q değerleri 0,5 olarak alınmış

olup örneklem büyüklüğü 87 olarak hesaplanmıştır. Hatalı, eksik veya yetersiz cevap gibi olumsuz durumlar için örneklem büyüklüğüne %20 ilave anket yapılarak hesaplanan 100 anket ile saha çalışması yapılmıştır.

$$n = \frac{N \cdot t^2 \cdot pq}{(N - 1)D^2 + t^2pq} \quad (1.1)$$

n= Populasyonu temsil edecek kooperatif ortağı sayısını

N= Populasyondaki küme büyüklüğünü

D= Kabul edilen veya arzu edilen örnekleme hatasını (0,10)

t= Tablo değerini (1,96)

p= Hesaplanması istenen oranı (0,5)

q= 1-p

$$n = \frac{959 \times 1.96^2 \times 0.1 \times 0.9}{(959 - 1)0.05^2 + 1.96^2 \times 0.1 \times 0.9} = 87,38 \quad (1.2)$$

İğdir ilinde bitki koruma ürünü satan kooperatiflerin ortak sayısına göre yapılan anket sayısının dağılımı Tablo 1'de gösterilmiştir. Merkez Tarım Kredi Kooperatif Ortağı çiftçi ile 62 anket ve Yayı Tarım Kredi Kooperatif Ortağı çiftçi ile 38 anket yapılmış olup toplam 100 anket yapılmıştır.

Tablo 1. Ortak sayısına göre anketlerin oransal dağılımı

| Kooperatifler | Ortak sayısı (N) | Yüzde (%) | Asgari anket sayısı (n) | İlave anket sayısı (n) | Yapılan anket sayısı (n veya %) |
|--------------------------------|---------------------|--------------|----------------------------|---------------------------|------------------------------------|
| Merkez Tarım Kredi Kooperatifi | 622 | 64,85 | 56 | 6 | 62 |
| Yayı Tarım Kredi Kooperatifi | 337 | 35,14 | 31 | 7 | 38 |
| Toplam | 959 | 100,00 | 87 | 13 | 100 |

Çalışma kapsamında görüşme gerçekleştirilen kooperatif ortağı çiftçilerin yaşadıkları ilçeler Tablo 2'de gösterilmiştir. Çiftçilerin 58'i Merkezde ve bağlı köylerde, 20'si Karakoyunlu ilçesinde, 15'i Aralık ilçesinde ve 7'si Tuzluca ilçesinde yaşamaktadır.

Tablo 2. Anketlerin ilçelere göre dağılımı

| İlçeler | Merkez Tarım Kredi Koop. | | Yayı Tarım Kredi Koop. | | Genel Toplam | |
|-------------|--------------------------|----------|------------------------|----------|--------------|----------|
| | Sayı (n) | Oran (%) | Sayı (n) | Oran (%) | Sayı (n) | Oran (%) |
| Merkez | 35 | 56,5 | 23 | 60,5 | 58 | 58,0 |
| Karakoyunlu | 16 | 25,8 | 4 | 10,5 | 20 | 20,0 |
| Aralık | 5 | 8,1 | 10 | 26,3 | 15 | 15,0 |
| Tuzluca | 6 | 9,7 | 1 | 2,6 | 7 | 7,0 |
| Toplam | 62 | 100,0 | 38 | 100,0 | 100 | 100,0 |

Analiz Yöntemi

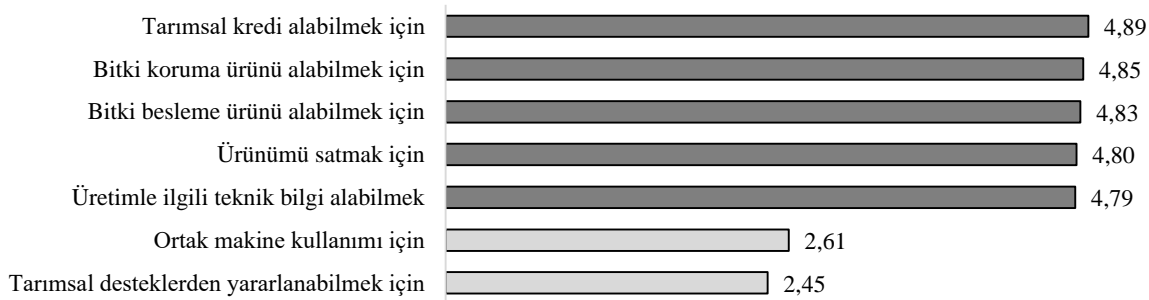
Araştırmada, bitkisel üretim yapan üreticilerle yapılan anket verilerine dayalı olarak elde edilen alan bulgularının analizinde; frekans dağılımı, yüzde ve aritmetik ortalama gibi tanımlayıcı istatistikler kullanılmıştır. Çalışmada; açık uçlu soru, iki seçenekli ve çok seçenekli sorularla birlikte 5'li Likert tipi sorular kullanılmıştır. Likert tipi sorularda ortalamaların yorumlanmasında Palaz ve Boz (2008), tarafından kullanılmış olan Likert skalası tercih edilmiştir. Bu skalada her bir sorunun likert ortalaması hesaplanmıştır. Ortalamaların değeri için aşağıdaki yorumlama skalası geliştirilmiştir: Ortalama 1.00-1.49 arası=Kesinlikle Katılmıyorum, 1.50-2.49 arası=Katılmıyorum, 2.50-3.49 arası=Orta düzeyde katılıyorum, 3.50-4.49 arası=Katılıyorum ve 4.50-5.00 arası=Kesinlikle Katılıyorum bir skala kullanılmış olup sonuçlar bu skalaya göre yorumlanmıştır.

Araştırmada sürekli değişkenlerin istatistiksel analizinde Mann-Whitney-U testi kullanılmıştır.—Mann-Whitney-U testi genellikle bağımsız örneklem t-testinin alternatifi olarak kullanılan parametrik olmayan bir testtir (Perme and Menevski, 2019). Gözlenen farklılıkların anlamlılığını belirlemek için kriter olarak 0,05 veya daha düşük P değeri kullanılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Çiftçilerin Tarım Kredi Kooperatifine ortak olma nedenleri

Çiftçilerin 5'li Likert ölçeği kullanılarak puanladıkları Tarım Kredi Kooperatifine ortak olma nedenleri Şekil 2'de gösterilmiştir. Çiftçilerin kooperatif üye olma nedenleri arasında ilk sırada 4,89 puan ile "Tarımsal kredi alabilmek" gelmektedir (Kesinlikle katılıyorum). Daha sonraki nedenler sırasıyla; 4,85 puan ile "Bitki koruma ürünü alabilmek", 4,84 puan ile "Bitki besleme ürünü alabilmek", 4,80 puan ile "Ürünümü satmak" ve 4,79 puan ile "Üretimle ilgili teknik bilgi alabilmek" gelmektedir (Kesinlikle katılıyorum). "Ortak makine Kullanımı" ve "Tarımsal desteklerden yararlanmak" sırasıyla 2,61 puan (Katılmıyorum) ve 2,45 (Kesinlikle katılmıyorum) puan ile son sıralarda gelmektedir. Erol (1998) tarafından yapılan araştırmaya göre, kooperatif üyelerinin büyük bir çoğunluğu (%59,40) kooperatife katılma nedenleri arasında kooperatifin sunduğu avantajlardan yararlanmayı göstermiştir. Karlı ve Çelik (2003) tarafından yapılan çalışmada ise üreticilerin kooperatiflerden en çok beklediği şeylerin ucuz girdi temini (%43,20), düşük faizli kredi (%33,00), ürün pazarlaması (%12,20) ve piyasa koşullarının iyileştirilmesi (%11,60) olduğu belirtilmiştir. Çalışmamızın bulguları daha önceki çalışmaları desteklemektedir. Öncelikle tarımsal kredi kullanabilmek üreticilerin, kooperatife ortak olma nedenlerinin başında yer almaktadır. Ayrıca Akçabey ve Paksoy (2023) Gaziantep ilinde yaptıkları bir çalışmada; üreticilerin güven duydukları ve kolaylıkla bilgiye ulaştıkları için tarım kredi kooperatiflerine ortak olduklarını belirtmektedirler. Ayrıca üreticilerin, desteklerden yararlanabilmek için tarım kredi kooperatifine üyelik zorunluluğu olmamasına rağmen, Taşcı ve ark. (2023) tarafından belirtildiği gibi tarımsal desteklerden faydalanabilmek için Ziraat Odalarına, tarımsal girdi ve finansman ihtiyaçlarını daha kolay sağlayabilecekleri düşüncesi ile Tarım Kredi Kooperatiflerine üyelik oranının yüksek olduğu bildirilmektedir. Bu durum çalışmamızda olduğu gibi üreticilerin kooperatif üyeliğinin, tarımsal desteklerden faydalanmalarında kendilerine bireysel avantaj sağlayacağı düşünmelerinden ileri gelmektedir.



Şekil 2. Çiftçilerin Tarım Kredi Kooperatifine ortak olma nedenleri

Çiftçilerin ortağı Tarım Kredi Kooperatifine göre ortak olma nedenleri Tablo 3'de verilmiştir. "Ortak makine kullanabilmek" ($p < 0,01$) ve "üretimle ilgili teknik bilgi alabilmek" ($p < 0,05$) amaçlarıyla kooperatif ortağı olan çiftçiler istatistiksel olarak anlamlı şekilde Yayıc Tarım Kredi Kooperatifinde daha fazladır. Bunun nedeni olarak Yayıc Tarım Kredi Kooperatifi ortaklarının, ortağı oldukları kooperatiflerin işleyişi ile ilgili yeteri kadar bilgiye sahip olmamaları gösterilebilir. Ayrıca üretimle ilgili teknik bilgi alabilmek için ise alternatif bir tarımsal kuruluşun yakın çevrede olmaması, üreticiler için kooperatif üyeliğini öncelikli hale getirmiştir. Diğer ortak olma nedenleri (Tarımsal kredi alabilmek, bitki koruma ürünü alabilmek, bitki besleme ürünü alabilmek, ürünümü satabilmek) arasında ortağı olunan kooperatife göre istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur.

Tablo 3. Çiftçilerin ortağı olduğu Tarım Kredi Kooperatifine göre ortak olma nedenleri

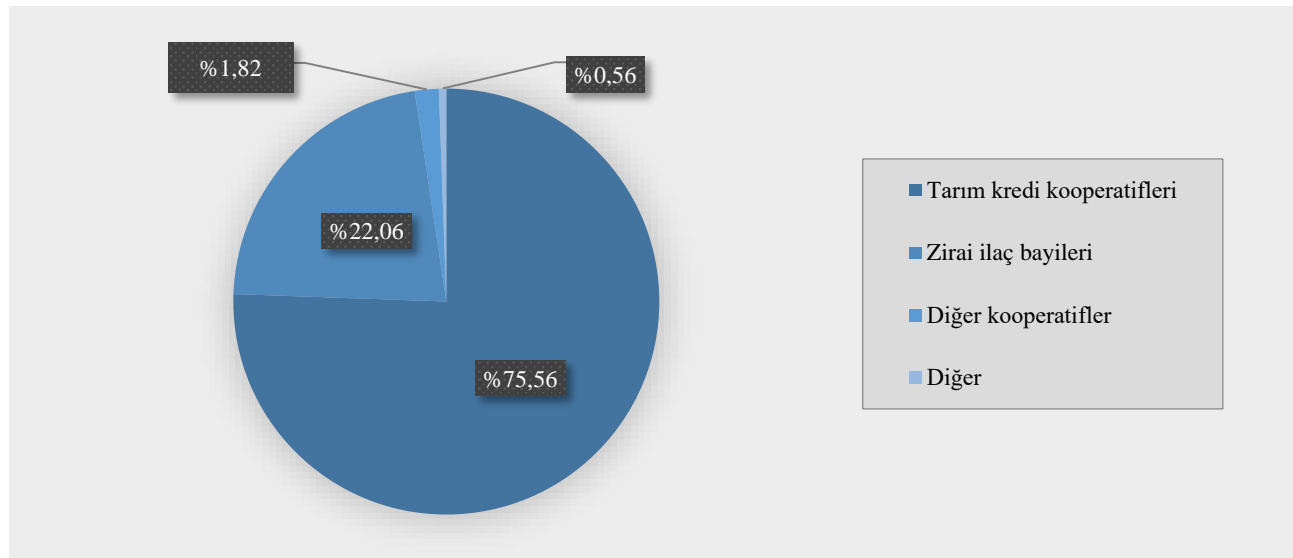
| Ortak olma nedeni | Kooperatif | Ortalama | Mann-Whitney U Test | p-değeri ¹ |
|--|--------------------------------|----------|---------------------|-----------------------|
| Tarımsal kredi alabilmek | Merkez Tarım Kredi Kooperatifi | 4,85 | 1087,00 | 0,214 |
| | Yayıc Tarım Kredi Kooperatifi | 4,95 | | |
| Bitki koruma ürünü alabilmek | Merkez Tarım Kredi Kooperatifi | 4,79 | 1047,00 | 0,099 |
| | Yayıc Tarım Kredi Kooperatifi | 4,95 | | |
| Bitki besleme ürünü alabilmek | Merkez Tarım Kredi Kooperatifi | 4,77 | 1022,50 | 0,082 |
| | Yayıc Tarım Kredi Kooperatifi | 4,92 | | |
| Üretimle ilgili teknik bilgi alabilmek | Merkez Tarım Kredi Kooperatifi | 4,71 | 964,00 | 0,026** |
| | Yayıc Tarım Kredi Kooperatifi | 4,92 | | |

| | | | | |
|----------------------------|--------------------------------|------|---------|--------|
| Ürünümü satabilmek | Merkez Tarım Kredi Kooperatifi | 4,74 | 1066,00 | 0,212 |
| | Yaycı Tarım Kredi Kooperatifi | 4,89 | | |
| Ortak makine kullanabilmek | Merkez Tarım Kredi Kooperatifi | 1,35 | 101,00 | 0,000* |
| | Yaycı Tarım Kredi Kooperatifi | 4,66 | | |

¹ Önem seviyesi: * p-değeri < 0.01; ** p-değeri < 0.05

Çiftçilerin bitki koruma ürünü satın alma yerlerine göre ihtiyaçlarını karşılama oranları

Tarım Kredi Kooperatifi ortağı çiftçilerin bitki koruma ürünü satın alma yerlerine göre ihtiyaçlarını karşılama oranları Şekil 3’de gösterilmiştir. Çiftçiler ihtiyacının %75,56’sını Tarım Kredi Kooperatifinde, %22,06’sını Zirai ilaç bayisinden, %1,82’sini diğer kooperatiflerden ve %0,56’sını diğer yerlerden karşılamaktadır. Sivas ili buğday üreticileri ile yapılan bir çalışmada; “Üreticilerin tarım ilacı temin yeri” olarak üreticilerin %55’i gübre ve ilaç bayisini, %42,73’ü tarım kredi kooperatifini, %40,45’i ziraat odası ve %6,36’sı şeker şirketini tercih etmektedirler (Belen ve ark. 2020). Meram (Konya) ve Beypazarı (Ankara) ilçelerindeki Havuç üreticileri yapılan bir çalışmada; tarım ilaçlarını temin ederken üreticilerin %77,5’i zirai ilaç bayii, %12,5 ‘i tarım kredi kooperatiflerini ve %10 ‘u ziraat odasını tercih ettiklerini vurgulamışlardır (Çalışkan, 2022). Tekirdağ ilindeki buğday üreticilerinin tarımsal ilaç temininde kooperatifler ve ilaç bayileri önemli bir yer tutmaktadır. Üreticilerin %40’ı ihtiyacı olan ilacı kooperatiflerden temin etmektedir. Bu kooperatiflerin başında Tarım Kredi Kooperatifleri ve Trakyabirlik gelmektedir (Koç ve ark., 2001). Iğdır ilinde ortakların bitki koruma ürünlerini satın almak için yüksek oranda Tarım Kredi Kooperatiflerini tercih etmelerinin nedenleri arasında, zirai ilaç bayii sayısının diğer illere nazaran daha az olması, Tarım Kredi Kooperatiflerinin kurumsal bir yapıya sahip olması ve bölgedeki çiftçiler tarafından güvenilir bir kuruluş olarak değerlendirilmesi ve kuruluşun ortağı olmaları yer almaktadır. Engin (2018)’e göre Tarım Kredi Kooperatifleri iştiraki ürünleri, ortak ürünü olarak görüp tercih eden ortakların oranı %67’dir. Bu durum Iğdır ilinde kooperatif ortaklarının bitki koruma ürünlerinin temininde %75,56 gibi yüksek bir oran ile tarım kredi kooperatiflerini tercih etmelerinin sebebini net bir şekilde açıklamaktadır.



Şekil 3. Çiftçilerin bitki koruma ürünü satın alma yerlerine göre ihtiyaçlarını karşılama oranları

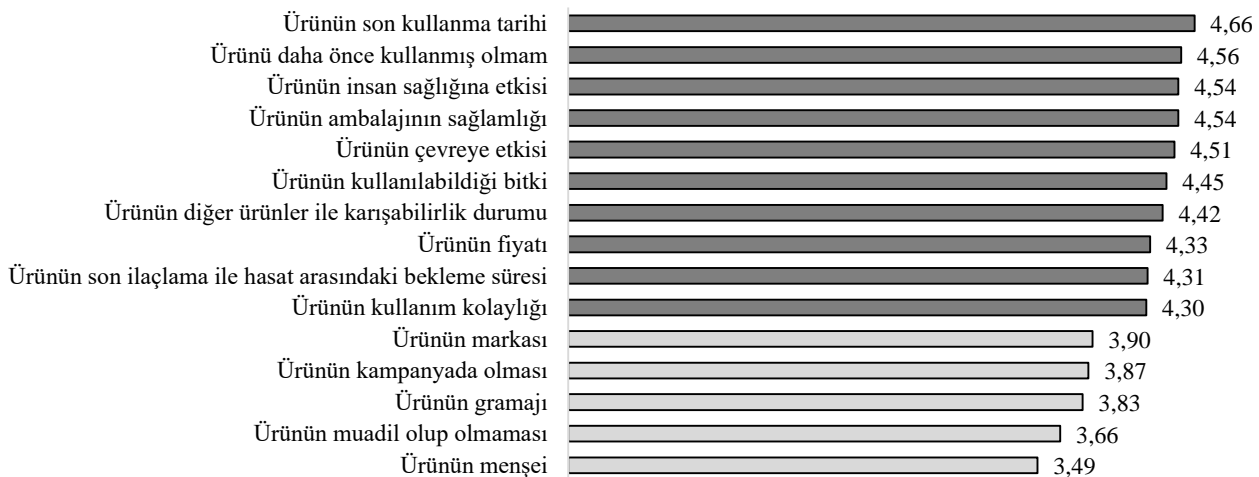
Çiftçilerin ortağı olduğu Tarım Kredi Kooperatifine göre bitki koruma ürünü ihtiyaçlarını karşıladığı yerler Tablo 4’de gösterilmiştir. Merkez Tarım Kredi Kooperatif ortakları ihtiyaçlarının %69,92’sini ortağı olduğu kooperatiften, %27,1’ini zirai ilaç bayisinden ve %2,1’ini diğer kooperatiflerden almakta iken Yaycı Tarım Kredi Kooperatif ortakları ihtiyaçlarının %84,74’ünü ortağı olduğu kooperatiften, %13,83’ünü zirai ilaç bayisinden ve %1,33’ünü diğer kooperatiflerden almaktadır.

Tablo 4. Ortağı olduğu Tarım Kredi Kooperatifine göre bitki koruma ürünü ihtiyaçlarını karşıladığı yerler

| Satın alınan yerler | Merkez Tarım Kredi Koop. | Yayıcı Tarım Kredi Koop. | Genel Toplam |
|----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| | İhtiyacın karşılanma oranı (%) | İhtiyacın karşılanma oranı (%) | İhtiyacın karşılanma oranı (%) |
| Tarım kredi kooperatifleri | 69,92 | 84,74 | 75,56 |
| Zirai ilaç bayileri | 27,10 | 13,83 | 22,06 |
| Diğer kooperatifler | 2,10 | 1,33 | 1,82 |
| Diğer | 0,89 | 0,00 | 0,56 |
| Toplam | 100,00 | 100,00 | 100,00 |

Çiftçilerin bitki koruma ürünü satın alırken dikkat ettiği kriterler

Çiftçilerin bitki koruma ürünü satın alırken dikkat ettiği kriterler Şekil 4’de gösterilmiştir. Ürünün son kullanma tarihi (4,66 puan), ürünü daha önce kullanmış olma durumu (4,56 puan), ürünün insan sağlığına etkisi (4,54 puan), ürünün ambalajının sağlamlığı (4,54 puan) ve ürünün çevreye etkisi (4,51 puan) en yüksek puan alan kriterlerdir. Çiftçilerin dikkat ettiği diğer kriterler puan (3,50-4,49 arası: Katılıyorum) sıralamasına göre şu şekildedir; “ürünün kullanılabilirdiği bitkiler”, “ürünün diğer ürünler ile karışabilirlik durumu”, “ürünün fiyatı”, “ürünün son ilaçlama ile hasat arasındaki bekleme süresi”, “ürünün kullanım kolaylığı”, “ürünün markası”, “ürünün kampanyada olması”, “ürünün gramajı”, “ürünün muadil olup olmaması” ve 3,49 puan (Orta düzeyde katılıyorum) ile son olarak “ürünün menşei” gelmektedir. Aydın ili zirai mücadele uygulamalarının değerlendirildiği bir çalışmada anket yapılan üreticilerin %93,54 satın aldıkları pestisitlerin ambalaj üzerindeki etiket bilgileri okuduklarını ve %87,09’u etiket üzerindeki son kullanma tarihine dikkate aldıklarını bildirmişlerdir (Boz ve ark. 1998). Çelik ve Karakaya (2017) göre üreticilerin %50,9’u ilaç alımında etki şekline (kontakt etkili veya sistemik etkili), %28,7’si ilacın ucuz olmasına ve %20,4’ü ise ilacın tanınır olmasına dikkat ettiklerini belirtmişlerdir. Tiryaki & Akar (2018)’ e göre üreticilerin % 79,1’i tarım ilacını seçerken son kullanma tarihlerine, % 71,2’si ruhsatlı olup olmadığına ve %87,3’ü ilaçlama ile hasat arası süreye dikkat ettiklerini belirtmişlerdir. Meram (Konya) ve Beypazarı (Ankara) ilçelerindeki Havuç üreticileri yapılan bir çalışmada üreticilerin tarım ilaçlarını satın alırken; bilinen, tanınmış bir ilaç olmasına (%28,75), etkili olmasına (%25), kullanılacak ürüne ruhsatlı olmasına (%21,25), ekonomik olmasına (%15) ve karışabilir olmasına (%10) dikkat ettikleri belirlenmiştir (Çalışkan, 2022). Peker (2012) tarafından yapılan çalışmada ise üreticilerin %46’sının tarım ilacı seçiminde kendi bilgi, tecrübe ve deneyimleriyle karar verdiği vurgulanmıştır. Iğdır ilinde kooperatif ortaklarının bitki koruma ürünlerini satın alırken “ürünü daha önce kullanmış olma durumu” önermesine kesinlikle katılmaları, Peker (2012)’de vurgulandığı gibi geçmiş tecrübelerine dayalı olarak hareket ettiklerinin bir göstergesidir. Diğer önermeler açısından ortakların verdiği cevaplar, önceki çalışmalar ile tutarlıdır.

**Şekil 4.** Çiftçilerin bitki koruma ürünü satın alırken dikkat ettiği kriterler

Çiftçilerin ortağı olduğu Tarım Kredi Kooperatifine göre bitki koruma ürünü satın alırken dikkat ettiği kriterler Tablo 5’de gösterilmiştir. Merkez TKK ortaklarının Yaycı TKK ortaklarına göre “ürün menşei” ($p < 0,05$) ve “ürünün gramajı” ($p < 0,01$) kriterlerine daha çok önem vermekte iken “ürünün kullanılabilirliği bitki” ($p < 0,05$) ve “ürünü daha önce kullanmış olup olmaması” ($p < 0,05$) kriterlerine daha az önem vermektedir.

Tablo 5. Ortağı olduğu Tarım Kredi Kooperatifine göre bitki koruma ürünü satın alırken dikkat ettiği kriterler

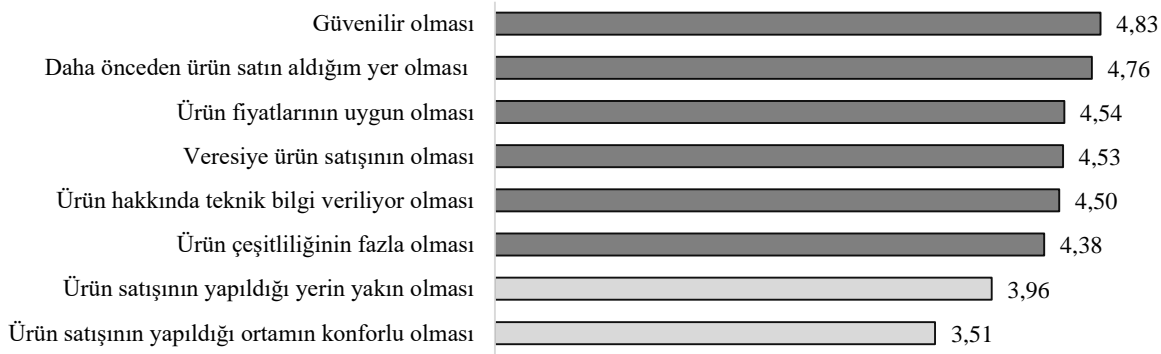
| Kriterler | Kooperatif | Ortalama | Mann-Whitney U Test | p-değeri ¹ |
|---|--------------------------------|----------|---------------------|-----------------------|
| Ürünün markası | Merkez Tarım Kredi Kooperatifi | 3,90 | 1124,000 | 0,683 |
| | Yaycı Tarım Kredi Kooperatifi | 3,89 | | |
| Ürünün menşei | Merkez Tarım Kredi Kooperatifi | 3,65 | 917,000 | 0,049** |
| | Yaycı Tarım Kredi Kooperatifi | 3,24 | | |
| Ürünün kullanılabilirliği bitki | Merkez Tarım Kredi Kooperatifi | 4,19 | 830,500 | 0,002** |
| | Yaycı Tarım Kredi Kooperatifi | 4,87 | | |
| Ürünün son ilaçlama ile hasat arasındaki bekleme süresi | Merkez Tarım Kredi Kooperatifi | 4,16 | 1056,500 | 0,300 |
| | Yaycı Tarım Kredi Kooperatifi | 4,55 | | |
| Ürünün muadil olup olmaması | Merkez Tarım Kredi Kooperatifi | 3,84 | 991,500 | 0,165 |
| | Yaycı Tarım Kredi Kooperatifi | 3,37 | | |
| Ürünün ambalajının sağlamlığı | Merkez Tarım Kredi Kooperatifi | 4,42 | 1163,000 | 0,888 |
| | Yaycı Tarım Kredi Kooperatifi | 4,74 | | |
| Ürünün son kullanma tarihi | Merkez Tarım Kredi Kooperatifi | 4,48 | 948,000 | 0,012** |
| | Yaycı Tarım Kredi Kooperatifi | 4,95 | | |
| Ürünün fiyatı | Merkez Tarım Kredi Kooperatifi | 4,23 | 1118,500 | 0,617 |
| | Yaycı Tarım Kredi Kooperatifi | 4,50 | | |
| Ürünün kampanyada olması | Merkez Tarım Kredi Kooperatifi | 3,92 | 1099,500 | 0,540 |
| | Yaycı Tarım Kredi Kooperatifi | 3,79 | | |
| Ürünü daha önce kullanmış olmama | Merkez Tarım Kredi Kooperatifi | 4,35 | 961,000 | 0,030** |
| | Yaycı Tarım Kredi Kooperatifi | 4,89 | | |
| Ürünün kullanım kolaylığı | Merkez Tarım Kredi Kooperatifi | 4,26 | 940,000 | 0,054 |
| | Yaycı Tarım Kredi Kooperatifi | 4,37 | | |
| Ürünün diğer ürünler ile karıştırılabilirlik durumu | Merkez Tarım Kredi Kooperatifi | 4,22 | 906,500 | 0,064 |
| | Yaycı Tarım Kredi Kooperatifi | 4,76 | | |
| Ürünün gramajı | Merkez Tarım Kredi Kooperatifi | 4,08 | 657,000 | 0,000* |
| | Yaycı Tarım Kredi Kooperatifi | 3,42 | | |
| Ürünün insan sağlığına etkisi | Merkez Tarım Kredi Kooperatifi | 4,27 | 898,500 | 0,002** |
| | Yaycı Tarım Kredi Kooperatifi | 4,97 | | |
| Ürünün çevreye etkisi | Merkez Tarım Kredi Kooperatifi | 4,23 | 879,000 | 0,002** |
| | Yaycı Tarım Kredi Kooperatifi | 4,97 | | |

¹ Önem seviyesi: * p-değeri < 0.01; ** p-değeri < 0.05

Çiftçilerin bitki koruma ürünü satın alınan yer seçiminde dikkat edilen kriterler

Tarım Kredi Kooperatifi ortağı çiftçilerin bitki koruma ürünü satın alınan yer seçiminde dikkat ettiği kriterler Şekil 5’de gösterilmiştir. Çiftçilerin bitki koruma ürünü satın alınan yer seçiminde dikkat edilen kriterler incelendiğinde ilk sırada 4,83 puan ile “Güvenilir olması” gelmektedir (Kesinlikle katılıyorum). Daha sonraki kriterler sırasıyla; 4,76 puan ile “Daha önceden ürün satın aldığım yer olması”, 4,54 puan ile “Ürün fiyatının uygun olması”, 4,53 puan ile “Veresiye ürün satışının olması” ve 4,50 puan ile “Ürün hakkında teknik bilgi veriliyor olması” gelmektedir (Kesinlikle katılıyorum). “Ürün çeşitliliğinin fazla olması”, “Ürün satışının yapıldığı yerin yakın olması” ve “Ürün satışının yapıldığı ortamın konforlu olması” sırasıyla 4,38 puan (Katılmıyorum) ve 3,96 puan (Katılıyorum) ve 3,51 puan (Katılıyorum) ile son sıralarda gelmektedir. Üreticilerin bitki koruma ürünü satın alınan yer seçiminde farklı önceliklerinin olduğu bilinmektedir. Emeli (2006) tarafından yapılan bir çalışmaya göre; çoğu zaman üreticilerin %33’ü bayinin Ziraat Mühendisi olmasına, %33’ü bayinin tanıdık olmasına, %25,9’u fiyat ve ödeme koşullarına, 12,5’i bayinin yakın mesafede olmasına ve %8’i çevreden gelen tavsiyelere göre seçimlerini yaptıklarını belirtmişlerdir. Aynı çalışmada; çiftçilerin ilaç konusunda en önemli bilgi kaynaklarından biri ilaç bayileri olmalarına rağmen, çiftçilerin bir kısmı, bayilere ticari kaygılar nedeniyle fazla güvenmediklerini de belirtmektedirler. Akçabey ve Paksoy (2023) tarafından Gaziantep ilinde Tarım Kredi Kooperatifi ortakları ile yapılan bir çalışmada ise; kooperatifin girdi temininde çalıştığı marka veya firmalardan, sağladığı girdi ürün çeşitliliğinden, tarımsal girdiler

hakkında bilgilendirme yapılmasından, sağlanan girdilerin depolanma şartlarından, girdiler konusunda üreticilerin isteklerine cevap verebilmesinden ortakların memnun oldukları vurgulanmıştır. Çumra (Konya) Merkez ve Beylerce Tarımsal Kalkınma Kooperatifi ortakları ile yapılan bir çalışmada; Tarımsal ilaç temin yeri olarak üreticilerin %84'ünün kooperatiflerden, %16'sı ise zirai ilaçları bayilerinden tarımsal ilaç temin ettiklerini belirtmişlerdir. Üreticiler kooperatiften ilaç temin etmelerinin nedeni olarak kooperatiften alınan tarımsal ilaçların düşük fiyata sahip olduğu vurgulanmıştır (Peker, 2012). Önceki araştırmalar ve bizim bulgularımız, kooperatif ortaklarının bağlı oldukları kooperatiflerden bitki koruma ürünleri almayı tercih etmelerinin başlıca nedenlerinin; kooperatiflere güvenmeleri, daha önce alışveriş yapmış olmaları, uygun fiyatlar, kredi imkanı ve ziraat mühendislerinin sunduğu teknik destek olduğunu göstermektedir.



Şekil 5. Çiftçilerin bitki koruma ürünü satın alırken yer seçiminde dikkat ettiği kriterler

Çiftçilerin ortağı olduğu Tarım Kredi Kooperatife göre bitki koruma ürünü satın alınan yer seçiminde dikkat ettiği kriterler Tablo 6' da gösterilmiştir. Çiftçilerin bitki koruma ürünü satın alınan yer seçiminde dikkat ettiği kriterler incelendiğinde Yayıcılar TTK ortaklarının Merkez TTK ortaklarına göre “daha önceden ürün satın aldığı yer olması” ($p<0,05$), “ürün çeşitliliğinin fazla olması” ($p<0,05$), “ürün fiyatının uygun olması” ($p<0,05$), “ürün hakkında teknik bilgi veriliyor olması” ($p<0,01$) ve “ürün satışının yapıldığı ortamın konforlu olması” ($p<0,01$) kriterlerine daha fazla önem verdiği ve bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır.

Tablo 6. Ortağı olduğu Tarım Kredi Kooperatifine göre bitki koruma ürünü satın aldığı yer seçiminde dikkat ettiği kriterler

| Kriterler | Kooperatif | Ortalama | Mann-Whitney U Test | p-değeri ¹ |
|--|-----------------------------------|----------|---------------------|-----------------------|
| Daha önceden ürün satın aldığı yer olması | Merkez Tarım Kredi Kooperatifi | 4,61 | 912,000 | 0,002** |
| | Yayıcılar Tarım Kredi Kooperatifi | 5,00 | | |
| Veresiye ürün satışının olması | Merkez Tarım Kredi Kooperatifi | 4,34 | 1008,000 | 0,090 |
| | Yayıcılar Tarım Kredi Kooperatifi | 4,84 | | |
| Ürün çeşitliliğinin fazla olması | Merkez Tarım Kredi Kooperatifi | 4,08 | 913,000 | 0,008** |
| | Yayıcılar Tarım Kredi Kooperatifi | 4,87 | | |
| Ürün fiyatlarının uygun olması | Merkez Tarım Kredi Kooperatifi | 4,31 | 952,000 | 0,019** |
| | Yayıcılar Tarım Kredi Kooperatifi | 4,92 | | |
| Güvenilir olması | Merkez Tarım Kredi Kooperatifi | 4,77 | 1133,500 | 0,544 |
| | Yayıcılar Tarım Kredi Kooperatifi | 4,92 | | |
| Ürün hakkında teknik bilgi veriliyor olması | Merkez Tarım Kredi Kooperatifi | 4,19 | 741,000 | 0,000* |
| | Yayıcılar Tarım Kredi Kooperatifi | 5,00 | | |
| Ürün satışının yapıldığı ortamın konforlu olması | Merkez Tarım Kredi Kooperatifi | 2,87 | 418,000 | 0,000* |
| | Yayıcılar Tarım Kredi Kooperatifi | 4,55 | | |
| Ürün satışının yapıldığı yerin yakın olması | Merkez Tarım Kredi Kooperatifi | 4,02 | 1176,000 | 0,988 |
| | Yayıcılar Tarım Kredi Kooperatifi | 3,87 | | |

¹ Önem seviyesi: * p-değeri < 0.01; ** p-değeri < 0.05

SONUÇ VE ÖNERİLER

Tarım sektörü, sadece gıda ihtiyacını karşılamakla kalmayıp, istihdam, sanayiye hammadde sağlama, milli gelire katkı ve dış ticaret gibi birçok alanda ülke ekonomisine önemli katkılar sağlamaktadır. Örgütlü tarım ise bu sektörün verimliliğini artırmak, üreticilerin gelirlerini yükseltmek ve kırsal kalkınmayı desteklemek amacıyla ortaya çıkmıştır. Bu kapsamda Tarım kredi kooperatifleri; çiftçilere girdi temininde kolaylık sağlayarak, pazarlama konusunda destek vererek ve teknik eğitim imkanları sunarak kırsal kesimde faaliyet gösteren çiftçilere önemli hizmetler sunmaktadır. Bu sayede hem üreticilerin yaşam standartları yükselmekte hem de ülke ekonomisine önemli katkılar sağlanmaktadır.

Tarım sektörü; dünya nüfusunun artışı, iklim değişikliği ve şehirleşme gibi küresel sorunların yanı sıra, arazi bozulması, su kıtlığı, zararlı organizmaların artışı, kimyasal girdi bağımlılığı, iş gücü eksikliği ve yetersiz destek gibi yerel sorunlarla da karşı karşıyadır. Tarımsal ürünlerin verim ve kalitesini artırmak için modern tarım tekniklerinin ve girdilerinin kullanılması gerekmektedir. Bitki koruma ürünleri içerisinde yer alan pestisit kullanımı da bu girdilerden biridir ve modern tarımın tamamlayıcı bir bileşendir. Tarımsal üretimde pestisitler kullanılmadığında ekonomik anlamda önemli düzeyde ürün kayıpları olduğu belirtilmektedir. Ancak, pestisitlerin bilinçsiz kullanılması insan ve çevre sağlığını olumsuz etkileyebilmektedir.

Çalışmada, tarım sektöründe aktif rol oynayan üreticilerin bitki koruma ürünleri kullanımına yönelik bilgi düzeyleri ve ürün seçim davranışları detaylı olarak incelenmiştir. Özellikle tarım kredi kooperatifi üyesi olan üreticilerin, bitki koruma ürünleri konusunda bilgiye ulaşmak için en çok kooperatif çalışanlarına başvurdukları tespit edilmiştir. Üreticilerin geçmiş deneyimleri, ürünün son kullanma tarihi, insan sağlığına ve çevreye etkisi gibi faktörler de ürün seçiminde önemli kriterler olarak belirlenmiştir. Kooperatiflerin, üreticilere güvenilirlik, uygun fiyat ve ziraat mühendisleri tarafından sunulan teknik destek gibi avantajlar sunması, bu kuruluşların tercih edilmesindeki en önemli nedenler arasında yer almaktadır.

Tarım Kredi Kooperatifleri, üreticilerin ihtiyaç duyduğu kaliteli ve güvenilir bitki koruma ürünlerine kolayca ulaşmalarını sağlar. Üstelik, genellikle piyasaya göre daha uygun fiyatlarla bu ürünleri sunarak çiftçilerin maliyetlerini düşürürler. Ayrıca, kooperatifler aracılığıyla çiftçilere doğru ürün seçimi konusunda teknik destek verilerek, bitki hastalık ve zararlılarına karşı etkili mücadele sağlanır. Bu konuda üreticiler ise, bitki koruma ürünleri seçerken etiketteki bilgileri dikkatlice inceleyerek, ürünün kendi ihtiyaçlarına uygun olup olmadığını, doğru şekilde nasıl kullanılacağını ve çevreye ve insan sağlığına olan etkilerini öğrenirler. Yanlış ürün seçimi veya yanlış kullanım, hem üreticiye ekonomik zarar verebilir hem de çevre ve insan sağlığına olumsuz etkiler yaratabilir. Bu nedenle, Bitki koruma ürünlerinin doğru ve bilinçli kullanımı konusunda çiftçilerin, tarım il müdürlükleri, ziraat odaları, kooperatifler ve tarım danışmanları gibi kurum ve kuruluşlar tarafından bilinçlendirilmesi gerekmektedir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması bildirmemiştir.

YAZAR KATKISI

Tüm yazarlar eşit katkı sağlamıştır.

ETİK BEYAN

Çalışmanın İğdir Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesinin 10/1.maddesi uyarınca, bilimsel araştırma ve yayın etiğine uygun olduğuna karar verilmiştir.

KAYNAKÇA

- Akçabey, S., & Paksoy, M. (2023). Tarımsal girdi temininde tarım kredi kooperatiflerinin rolü: Gaziantep ili Yavuzeli ilçesi örneği. *Tarım Ekonomisi Araştırmaları Dergisi*, 9(EKS 1), 51-61. <https://doi.org/10.61513/tead.1395570>
- Anderson, S. E., & Meade, B. J. (2014). Potential health effects associated with dermal exposure to occupational chemicals. *Environmental health insights*, 8, EHI-S15258.

- Barzman, M., Bärberi, P., Birch, A. N. E., Boonekamp, P., Dachbrodt-Saaydeh, S., Graf, B., ..., & Sattin, M. (2015). Eight principles of integrated pest management. *Agronomy for sustainable development*, 35, 1199-1215.
- Belen, M., Yanar, D., & Erdal, G. (2020). Determination of plant protection problems on wheat production in Sivas province. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 8(sp1), 208-214. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v8isp1.208-214.4114>
- Bernauer, O. M., Gaines-Day, H. R., & Steffan, S. A. (2015). Colonies of bumble bees (*Bombus impatiens*) produce fewer workers, less bee biomass, and have smaller mother queens following fungicide exposure. *Insects*, 6(2), 478-488.
- Boz, Ö., Erol, T., Benlioğlu, S., & Öncüer, C. (1998). Aydın ilindeki zirai mücadele uygulamalarının sosyo-ekonomik yönden değerlendirilmesi. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 22(2), 123-136.
- Çalışkan, A. (2022). Meram (Konya) ve Beypazarı (Ankara) ilçelerindeki havuç üreticilerinin pestisit kullanımına yönelik tutum ve davranışlarının belirlenmesi. *Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Bursa, Turkey.
- Çelik, A., & Karakaya, E. (2017). Bingöl ili Adaklı ilçesi elma üreticilerinin tarımsal ilaç kullanımında bilgi tutum ve davranışlarının değerlendirilmesi ve ekonomik analizi. *Türk Tarım Ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 4(2), 119-129. <https://doi.org/10.30910/turkjans.307405>
- Cooper, J., & Dobson, H. (2007). The benefits of pesticides to mankind and the environment. *Crop protection*, 26(9), 1337-1348.
- Coşkun Arslan, M., & Çidem, İ. (2016). Tarım kredi kooperatiflerinde kullanılan krediler ve muhasebeleştirilmesi. *Muhasebe Ve Denetime Bakış*, 15(47), 97-114.
- Damalas, C. A. (2009). Understanding benefits and risks of pesticide use. *Scientific Research and Essays*, 4 (10), 945-949.
- Damalas, C. A., & Eleftherohorinos, I. G. (2011). Pesticide exposure, safety issues, and risk assessment indicators. *International journal of environmental research and public health*, 8(5), 1402-1419.
- Demirci, F., Erdoğan, C., & Tatlıdil, F. F. (2005). Ankara ili Ayaş ve Nallıhan ilçelerinde domates üretim alanlarında zirai mücadele uygulamaları. *Journal of Agricultural Sciences*, 11(04), 422-427.
- Durmuşoğlu, E., Tiryaki, O., & Canhilal, R. (2010). Türkiye’de pestisit kullanımı, kalıntı ve dayanıklılık sorunları. *Türkiye Ziraat Müh. VII. Teknik Kongresi.*, 11-15 Ocak 2010, Bildiriler Kitabı, Ankara, 589-607.
- Emeli, M. (2006). Seyhan ve Yüreğir Havzasında Bitki Koruma Yöntemlerinin Uygulamadaki Sorunları Üzerine Bir Araştırma. *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana, Turkey.
- Engin, M. (2018). Tarım kredi kooperatiflerinde çok amaçlılık politikalarının, kooperatif ortakları açısından değerlendirilmesi. *Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Tekirdağ, Turkey.
- Erbek, E. (2019). Bursa ilindeki bitki koruma ürünleri bayilerinin mesleki konular açısından değerlendirilmesi. *Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Bursa, Turkey.
- Erol, F. (1998). Pancar Ekicileri İstihsal Kooperatifleri’nin Gelişimiyle İlgili Sorunlar ve Bir Uygulama. *Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Ankara, Turkey.
- Evenson, R. E., & Gollin, D. (2003). Assessing the impact of the Green Revolution, 1960 to 2000. *Science*, 300(5620), 758-762.
- Everest, B., & Yercan, M. (2016). Kooperatif ortaklarının kooperatifçilik ilkelerini algılamaları üzerine bir araştırma: Tarım kredi kooperatifleri örneği. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 53(1), 67-73.
- Fan, L., Niu, H., Yang, X., Qin, W., Bento, C. P., Ritsema, C. J., & Geissen, V. (2015). Factors affecting farmers' behaviour in pesticide use: Insights from a field study in northern China. *Science of the Total Environment*, 537, 360-368.
- FAO. (2006). FAO International code of conduct on the distribution and use of pesticides. Guidelines on efficacy evaluation for the registration of plant protection products. http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests_Pesticides/Code/Efficacy.pdf, Erişim tarihi: 08.08.2024
- FAO. (2022). FAOSTAT Pesticides Use dataset. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/RP>, Erişim tarihi: 08.08.2024
- Karadaş, K., & Özger, Ö. (2022). Determination of buffalo milk production cost: The case of Iğdır province. *Hayvansal Üretim*, 63(2), 91-96.
- Karlı, B., & Çelik, Y., (2003). Gap Alanındaki Tarım Kooperatifleri ve Diğer Çiftçi Örgütlerinin Bölge Kalkınmasındaki Etkinliği, Teae Yayın No:97, Ankara, 109 s.
- Kavak, Y., (1998). Tokat ili Kazova yöresi meyvecilik işletmelerinde tarımsal ilaç kullanımının ekonomik analizi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Tokat, Turkey.
- Kim, K. H., Kabir, E., & Jahan, S. A. (2017). Exposure to pesticides and the associated human health effects. *Science of the Total Environment*, 575, 525-535. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.09.069>
- Koç, A., Tanrıvermiş, H., Budak, F., Gündoğmuş, E., İnan, H., Kubaş, A., & Özkan, B. (2001). Türkiye tarımında kimyasal ilaç kullanımı: etkisizlik, sorunlar ve alternatif düzenlemelerin etkileri. [Project Report, No. 13].
- Marchand, P. A. (2023). EU chemical plant protection products in 2023: Current state and perspectives. *Agrochemicals*, 2(1), 106-117.
- Mülayim, Z. G. (2019). Kooperatifçilik. 8. Baskı, Yetkin Yayınları, Ankara
- Palaz, S., & Boz, İ. (2008). Üniversite mezunu yetişkinlerin farklı organizasyonlarda gönüllü hizmet vermesini etkileyen faktörler. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 11(19), 95-106.

- Peker, A. E. (2012). Konya İli Domates Üretiminde Tarımsal İlaç Kullanımına Yönelik Çevresel Duyarlılık Analizi. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 2(1), 47-54.
- Perme, M. P., & Manevski, D. (2019). Confidence intervals for the Mann–Whitney test. *Statistical methods in medical research*, 28(12), 3755-3768.
- Taşcı, R., Özercan, B., Tarhan, S., Söylemez, E., et al. (2023). TAGEM Tarafından Geliştirilen Buğday Çeşitlerinin Üreticiler Açısından Değerlendirilmesi; Kayseri İli Örneği. *Ziraat Mühendisliği*, 377, 4-18. <https://doi.org/10.33724/zm.1259739>
- Tiryaki, O., & Akar, Ö. (2018). Antalya İli'nde Üreticilerin Pestisit Kullanımı Konusunda Bilgi Düzeyi ve Duyarlılıklarının Araştırılması. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13(1), 53-70.
- TKK. (2022). Türkiye Tarım Kredi Kooperatifleri Faaliyet Raporu. <https://www.tarimkredi.org.tr/kurumsal/faaliyet-raporlari/>, Erişim Tarihi:07.08.2024
- Yamane, T. (2010). *Temel Örneklem Yöntemleri*. Literatür Yayıncılık. ISBN:978-975-8431-34-2. İstanbul.

Research Article

Investigations on the Light and Scanning Electron Microscopic Structure of Tongue Papillae of Morkaraman Sheep: Taste and Mechanical

Muhammed DEMİRCİOĞLU¹, Muhammet Bahaeddin DÖRTBUDAK², Funda AKSÜNGER KARAACI³, Barış Can GÜZEL⁴, İsmail DEMİRCİOĞLU⁵

¹ Department of Histology and Embryology, Institute of Health Sciences, Dicle University, Diyarbakır, Türkiye

² Department of Pathology, Faculty of Veterinary Medicine, Harran University, Şanlıurfa, Türkiye

³ Department of Anatomy, Faculty of Veterinary Medicine, Bingöl University, Bingöl, Türkiye

⁴ Department of Anatomy, Faculty of Veterinary Medicine, Siirt University, Siirt, Türkiye

⁵ Department of Anatomy, Faculty of Veterinary Medicine, Harran University, Eyyubiye, Sanliurfa, Türkiye

*Corresponding author e-mail: fakaraavci@bingol.edu.tr

ABSTRACT**ARTICLE
INFO**

In this study, the structure of the papillae in the tongue of Morkaraman sheep was investigated by light (LM) and scanning electron microscopy (SEM). The aim of this study was to investigate the morphology and topographic distribution of the lingual papillae of the tongues of Morkaraman sheep breed. Adult male Morkaraman sheep tongues were used in the study. Tongue samples for light and scanning electron microscopy were taken from the apex, corpus, radix and torus lingua regions of the upper surface of the tongue and the lower surface of the tongue tip. Two types of taste papillae, papillae fungiformis and vallata, were observed on the tongue. Papillae fungiformis were found under the tip of the tongue, on the upper surface and sides of the tip and body of the tongue and on torus lingua. Papillae vallata were observed on both posterior sides of the torus lingua of the tongue. SEM examination showed that the surface of the papillae was smooth and there were no taste pores opening to the surface. On LM examination, filiform papillae at the lingual apex were common in materials. These papillae had secondary keratin extensions on the main body. The light and scanning electron microscopic structures of the taste papillae on the tongue of Morkaraman sheep were examined and their similarities and differences with other ruminant species were determined.

Received:
14.06.2024
Accepted:
13.09.2024

Keywords: *Morkaraman sheep, Papilla lingua, Scanning electron microscope, Tongue*

Cite this article as: Demircioğlu, M., Dörtbudak, M. B., Aksünger Karaavci, F., Güzel, B. C., & Demircioğlu, İ. (2024). Investigations on the light and scanning electron microscopic structure of tongue papillae of morkaraman sheep: Taste and mechanical. *Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences*, 14(2), 167-175. <https://doi.org/10.53518/mjavl.1501442>.

INTRODUCTION

Morkaraman sheep breeds are intensively bred in Turkey, especially in Central Anatolia and they constitute almost half of the existing sheep population. These sheep breeds are very well adapted to the regional conditions and are raised in the regions close to Anatolia, especially in Eastern and Southeastern Anatolia, Black Sea and Mediterranean regions (Akçapınar 2000; Türkyılmaz 2014).

In vertebrate organisms, diet is one of the most important factors in adaptation to the environment (Roth and Wake 1989). The tongue has a great importance in nutrition like other anatomical structures in the oral cavity. The structural differences of the tongue in all living organisms actually show the changes in the life sphere of the organism. Therefore, the morphological differences of the tongue among mammals show that there is a correlation between the adaptation between lifestyles (Erdogan and Sagsoz, 2018). In mammals, there are mechanically effective tongue papillae and taste receptors on the tongue. Mechanically acting papillae are involved in the intake, disintegration and swallowing of food. Taste-sensing papillae play a role in food selection by providing sweet, bitter, sour, salty, etc. flavours (Toprak et al. 2020). Simultaneously, an important part of the tongue gets covered with variable papillae, which exhibit regional variations in the mucous membrane and primarily focus on the upper surface responsible for mechanical or gustatory tasks. Each species exhibits variations in the distribution, size, quantity, and shape of the papillae. (König and Liebich 2014).

Many studies have been carried out on ruminant tongues by gross, scanning electron microscopy and light microscopy, revealing the anatomical structures of the tongue (Kurtul and Atalgin 2008; Shao et al. 2010; Emura et al. 2011; Kokubun et al. 2012).

For this purpose, the morphology and topographical distribution of the lingual papillae of the tongues of Morkaraman sheep breed, anatomical differences on the surface area and mucosal structures of the lingual papillae, taking into account the similarities and differences of the species-specific features.

MATERIAL AND METHODS

Material

Morkaraman sheep tongues used in the study were collected from slaughterhouses in Diyarbakır province. Tongues were washed with 0.9% saline immediately and freshly after slaughtering in a local slaughterhouse. Tongue samples were collected from certain sections of the tongue, including the apex, corpus, root, and lingual torus regions on the upper surface of the tongue, as well as the ventral surface of the lingual apex. These samples were then examined using light and scanning electron microscopy.

Light microscopy (LM)

Morkaraman sheep tongue samples were fixed in 10% formaldehyde for light microscopic examination. Then, washing, dehydration, paraffin and embedding procedures were performed for these tissues. Sections of 5 µm thickness were taken from these paraffin blocks. These sections were stained with Mallory's trichrome and Hematoksilen-eosin (H&E) staining. The sections were examined and photographed with an Olympus CX21 light microscope.

Scanning electron microscopy (SEM)

The parts taken from the tongue apex, dorsum, torus and radix blot were kept in 10% formaldehyde for 24 hours. After washing with 0.1 M PBS (Phosphate buffer solution) 2 times for 10 minutes each, they were kept in 2.5% glutaraldehyde for 6 hours and washed 5 times in 0.1 M buffer solution. It was kept in appropriately in four different ethyl alcohol series in ratios appropriate to the literature (Baygeldi et al. 2023). After drying and coating in the incubator, images were taken with SEM (JEOL JSM 5600 LV) at Dicle University Science and Technology Application and Research Centre.

RESULTS

The histological results

The specimens taken from various regions of the tongue including apex, dorsum, torus and radix were found to have a cutaneous mucosa. The outermost mucosa layer consisted of multilayered keratine epithelial cells, the submucosa, which is also characterised as stroma consisting of connective tissue, and the muscular structure, which constituted most of the tongue, was located at the bottom. There were papillae (filiformis, fungiformis, lenticularis, circumvallata) with different histological structures on the surface of the tongue. Filiform papillae at the lingual apex were common in the specimens examined. These papillae were seen to have secondary keratin extensions on a main body. It was observed that papillae fungiformis were rare in Morkaraman sheep. Papillae filiformis were more common. Filiform papillae were also common in the lingual torus. Fungiform and especially lenticular papillae were more common in the lingual torus. The submucosa was mostly composed of connective tissue, but there were serous and mucous glands, lymphoid and adipose tissues in the stroma. In the profund tissue, skeletal muscle fibrils extending transversally and longitudinally, as well as nerve endings, lymph follicles, adipose tissue and blood vessels were observed (Figure 1 and Figure 2).

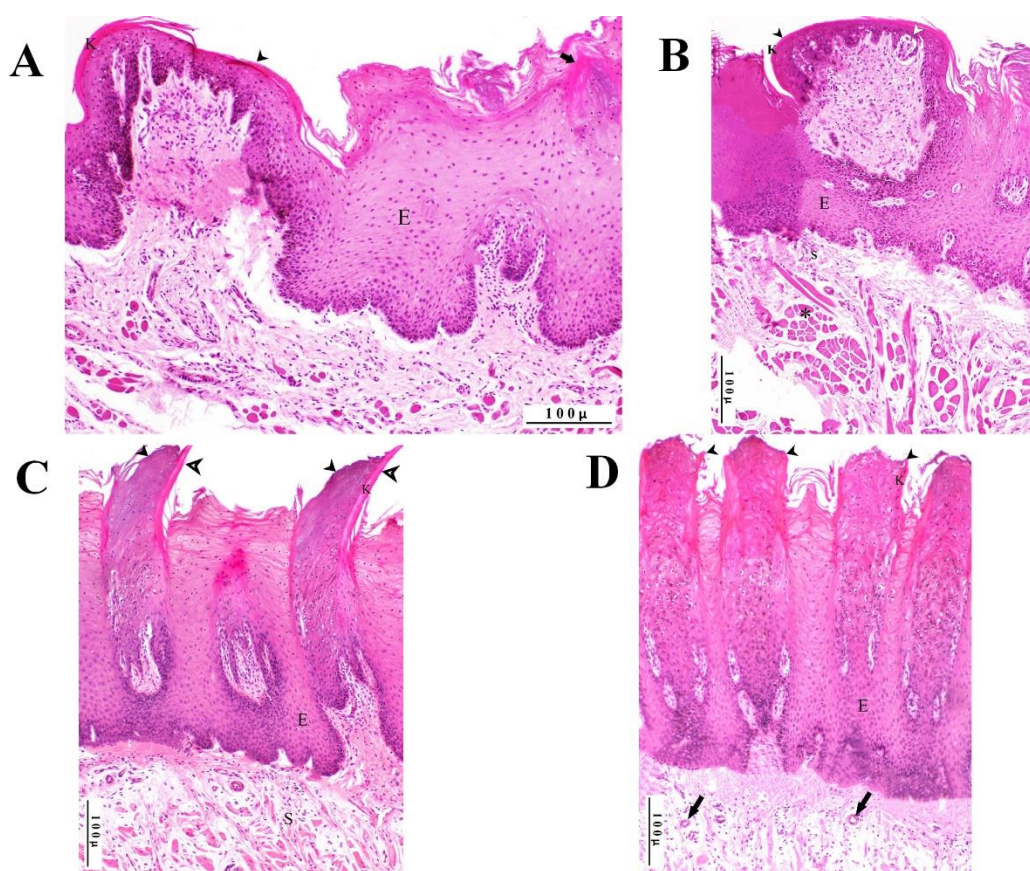


Figure 1. Histological image of the tongue of Morkaraman sheep (H&E)

A: Papillae filiformis (arrow), papillae fungiformis linguinal (arrowhead), lingual apex, Morkaraman, HE, X100. C; Papillae filiformis (arrowheads), keratin spines (hollow arrowheads), lingual dorsum, Morkaraman, HE, X200. B: Papillae circumvallata (arrowhead), taste buds (hollow arrowhead), muscular tissue (star), lingual torus, Morkaraman, HE, X200. D; Papillae lenticularis (arrowheads), ductus glandularis (arrows), lingual radix, HE, X200. K; Keratin, E; Epithelium, S; Stroma

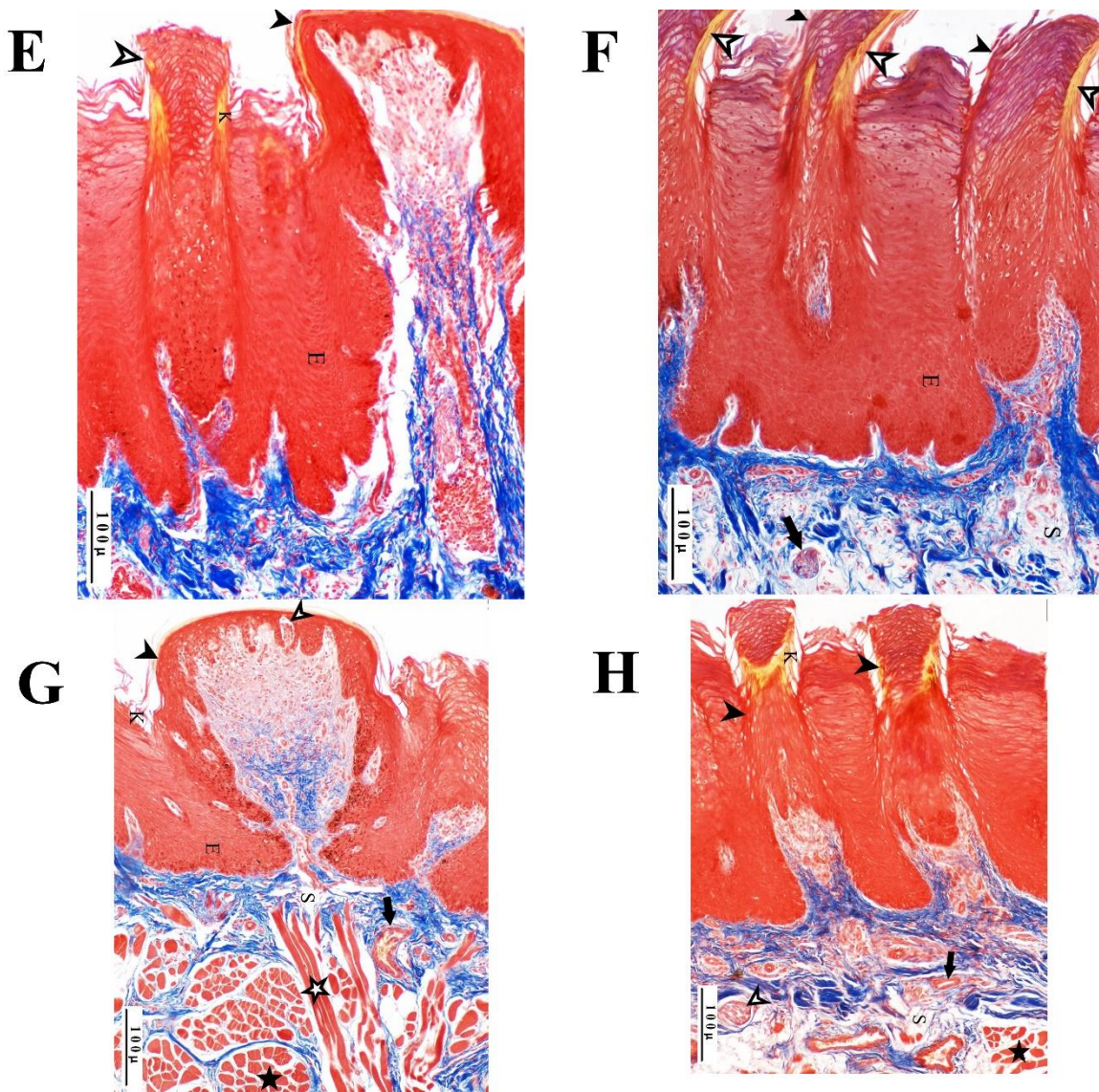


Figure 2. Histological image of the tongue of Morkaraman sheep (Mallory's trichrome)

E: Papillae filiformis (hollow arrowhead), papillae fungiformis (arrowhead), lingual apex, Morkaraman, MTC, X200. F: Papillae filiformis (arrowheads), keratin spines (hollow arrowheads), mucous glandula (arrow), lingual dorsum, Morkaraman, MTC, X200. G: Papillae circumvallata (arrowhead), taste buds (hollow arrowhead), transversal muscle fibrils (asterisk), longitudinal muscle fibrils (hollow asterisk), blood vessel (arrow), lingual torus, Morkaraman, HE, X200. H: Papillae lenticularis (arrowheads), ductus glandularis (arrow), mucous glandula (hollow arrowhead), muscular tissue (asterisk), lingual radix, HE, X200. K: Keratin, E: Epithelium, S: Stroma

Scanning electron microscope results

Papillae fungiformis were seen to be quite abundant at the apex of the sheep tongue. Papillae fungiformis had the golden mushroom appearance and sometimes had the appearance of deflated peas (Figure 3). Papillae fungiformis were sparse in the dorsal part of the tongue (Figure 4). In addition, papillae fungiformis were observed very rarely in the torus part of the tongue (Figure 5). When the papillae filiformis were examined, it was observed that they were widespread throughout the tongue and were mostly seen in the apex and dorsal part of the tongue as main papilla filiformis and secondary papilla filiformis (Figure 3,4). Papillae lentiformis were located in the torus region of the tongue and were seen as two types that differed from each other in shape. There were pyramid-shaped (type-I) lenticular papillae and irregular round-shaped (type-II) lenticular papillae (Figure 5). Papillae vallata, bordered by a ditch, were observed as round or oval shaped large and

small papillae in two rows postero-lateral to the lingual torus of the tongue. Papillae conica of different sizes were observed in the lateral part of the tongue (Figure 6).

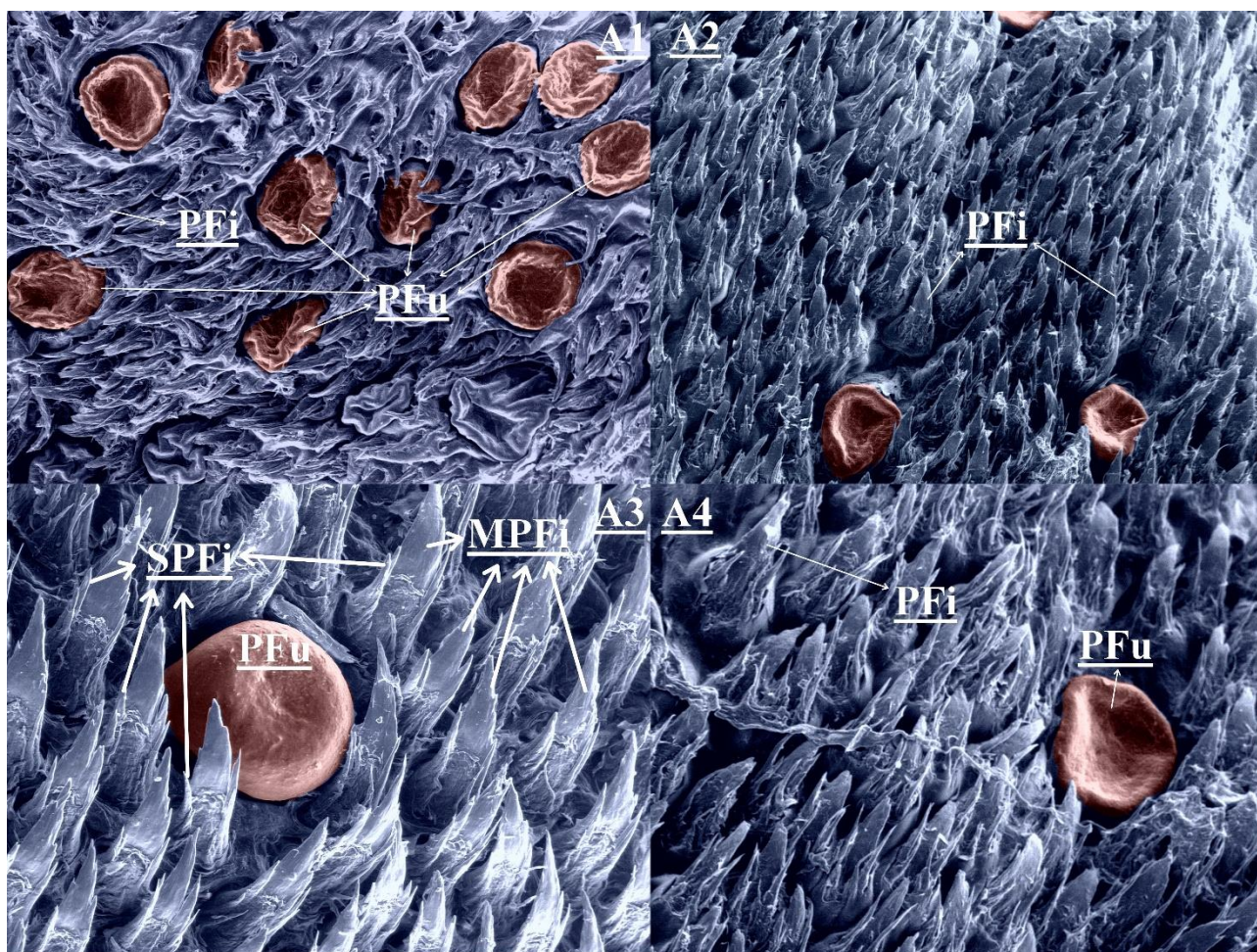


Figure 3. Scanning electron microscope image of the apex of the tongue of Morkaraman sheep

A1: PFI: Papillae filiformis, PFU: Papillae fungiformis; A2: PFI: Papillae filiformis; A3: PFU: Papillae fungiformis, MPFI: Main Papillae filiformis, SPFI: Seconder Papillae filiformis; A4: PFI: Papillae filiformis, PFU: Papillae fungiformis

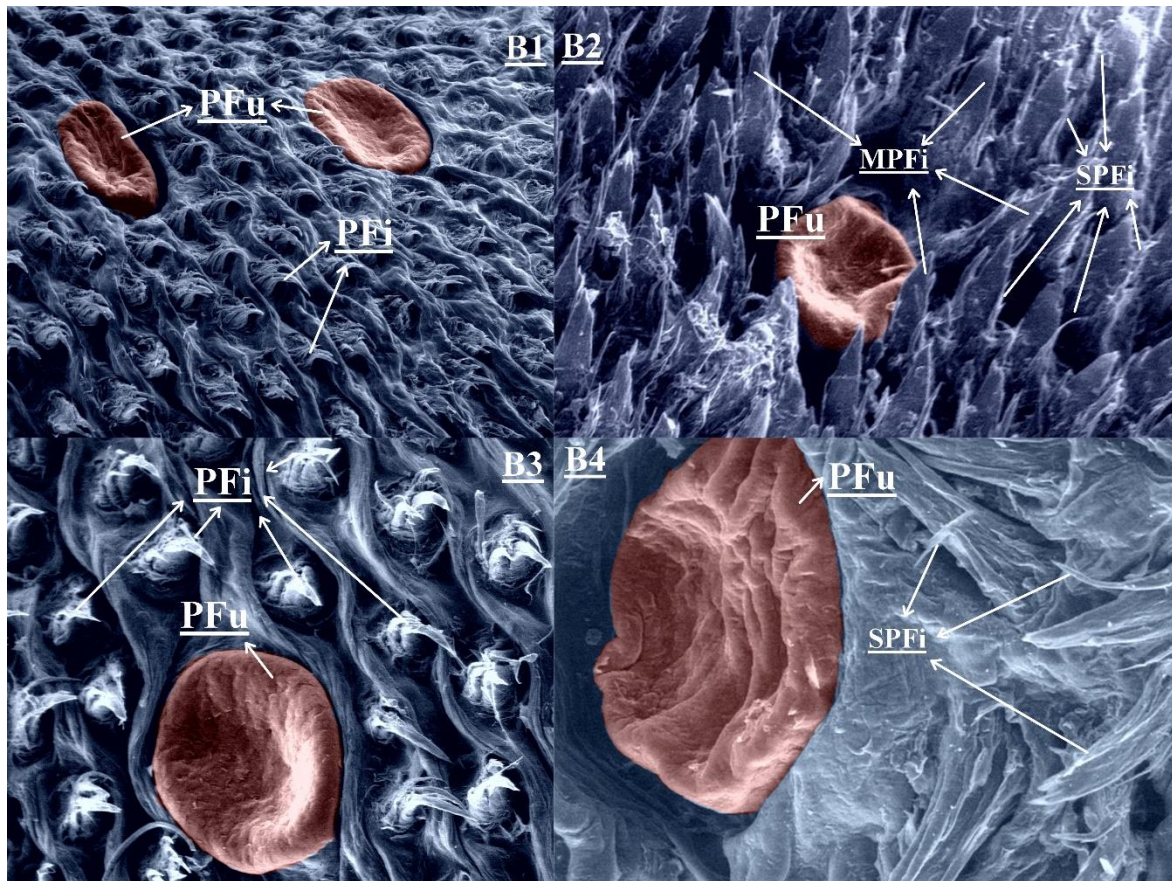


Figure 4. Scanning electron microscope image of the dorsal part of the tongue of Morkaraman sheep

B1: PFi: Papillae filiformis, PFu: Papillae fungiformis; B2: PFu: Papillae fungiformis, MPFi: Main Papillae filiformis, SPFi: Secunder Papillae filiformis; B3: PFi: Papillae filiformis, PFu: Papillae fungiformis; B4: PFu: Papillae fungiformis, SPFi: Secunder Papillae filiformis

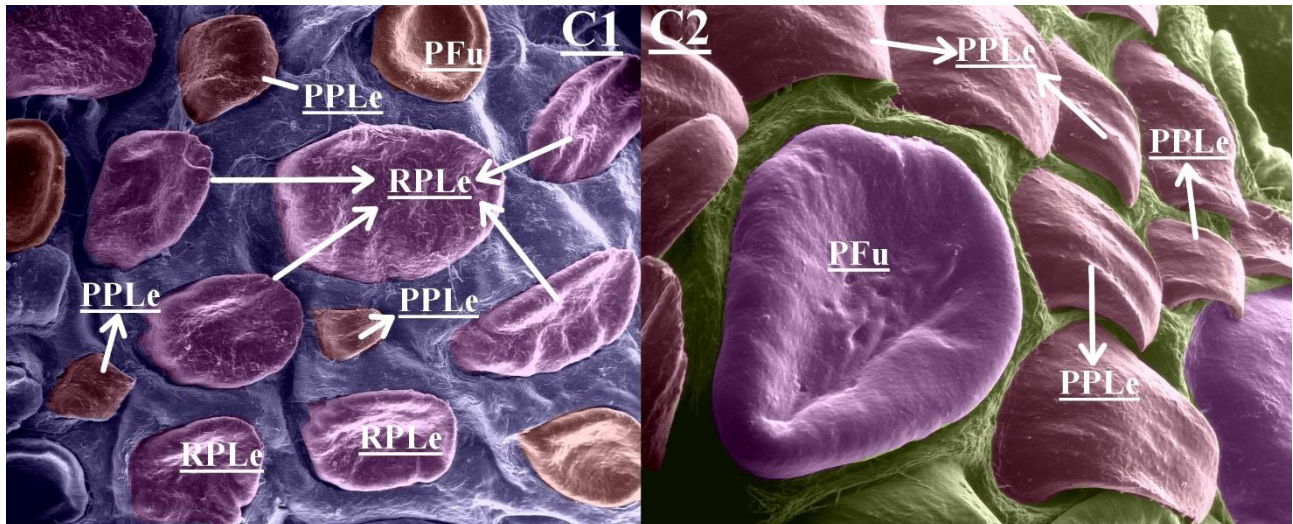


Figure 5. Scanning electron microscope image of the torus section of the tongue of Morkaraman sheep

C1: PFu: Papillae fungiformis, PPLe: Pyramid-shaped (type-I) lenticular papillae, RPLe: Irregular round-shaped (type II) lenticular papillae; C2: Papillae fungiformis, PPLe: Pyramid-shaped (type-I) lenticular papillae

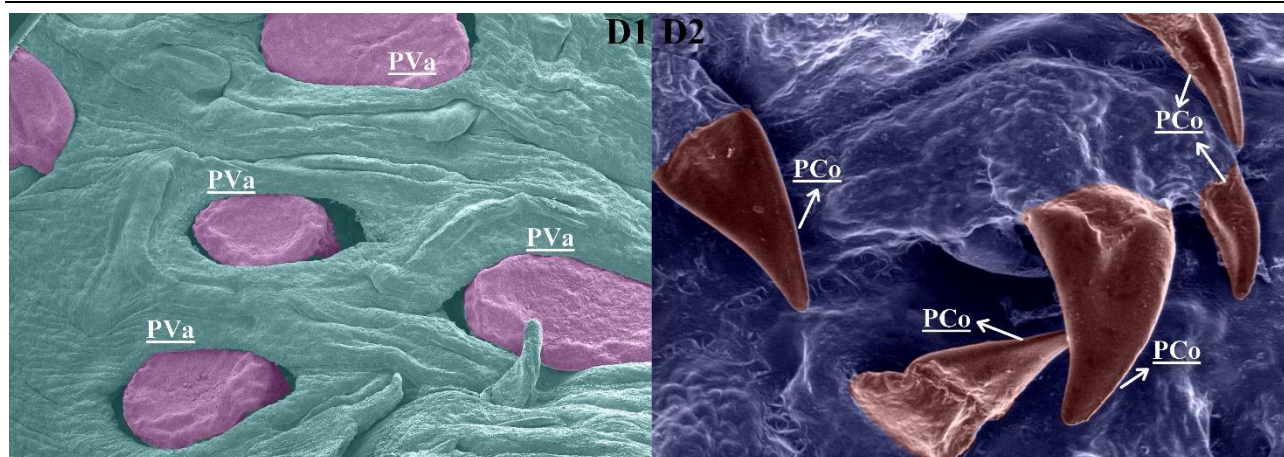


Figure 6. Scanning electron microscope image of the radix of the tongue and lateral aspect of the tongue of Morkaraman sheep

D1: PVa: Papillae vallatae; D2: PCo: Papillae conica

DISCUSSION

In this study, histological and scanning electron microscopic investigations were carried out on the tongue papillae of Morkaraman sheep. Contrary to the reports that cow (Chamorro et al. 1986) has 3 types of taste papillae as papilla fungiformis, papilla vallata and papilla foliata and hippopotamus (Yoshimura et al. 2009) has two types of taste papillae as papilla fungiformis and papilla foliata, two types of taste papillae as papilla fungiformis and papilla vallata were found in the tongue of Morkaraman sheep.

According to Erdoğan and Sağsöz (2018), the filiform papillae on the borders of the ventral surfaces of the tip of the tongue consist of one main papilla and 2-6 subordinate papillae. Kumar et al. (1998) observed that in Jamunapari goats, the filiform papillae on the ventro-lateral side of the tongue tip are composed of a primary papilla and 2-4 subsidiary papillae, which agrees with previous findings. The findings presented in this investigation were found to be consistent with the findings of previous studies.

Jamunapari goat (Kumar et al. 1998), Zavot cattle (Sarı et al. 2010), Dwarf deer (Agungpriyono et al. 1995), Saanen goat (Kurtul and Atalgın 2008), gazelle (Harem et al. 2011), Angora goat papillae vallata were surrounded by a deep moat, similar to those reported in the Markhoz goat (Goodarzi and Hoseini 2015), alpaca (Erdoğan et al. 2016; Gozdziwska-Harłajczuk et al. 2015) and Karacabey merino (Can et al. 2016). The papillae trenches had an annular pads. In Akkaraman sheep (Harem et al. 2009), the papilla vallata are surrounded by a moat, either individually or sometimes in groups of 2-3, and do not have a distinct annular pad. In sheep (Erdoğan and Sağsöz 2018), some papilla vallata do not have an annular pad. In this study these findings were not found.

In sheep (Erdoğan and Sağsöz 2018), it was reported that the papilla vallata had a multilayered squamous epithelial layer in light microscopic examination and this was also observed in this study. It has been reported that there is a weak keratinisation on the surface of papilla vallata in alpaca (Gozdziwska-Harłajczuk et al. 2015) Akkaraman sheep (Harem et al. 2009), dwarf deer (Agungpriyono et al. 1995), and sheep (Erdoğan and Sağsöz, 2018). Harem et al. (2011) reported that the keratin layer of the deer was of medium thickness. A weak keratin layer was observed in dwarf deer (Agungpriyono et al. 1995), Akkaraman sheep (Harem et al. 2009), alpaca (Gozdziwska-Harłajczuk et al. 2015) and sheep (Erdoğan and Sağsöz 2018). In dwarf deer (Agungpriyono et al. 1995), cattle (Tabata et al. 2003), Akkaraman sheep (Harem et al. 2009), Zavot cow (Sarı et al. 2010), gazelle (Harem et al. 2011), dromedary camel (El Sharaby et al. 2012), buffalo (El Sharaby et al., 2014), alpaca (Gozdziwska-Harłajczuk et al. 2015), and sheep (Erdoğan and Sağsöz 2018), taste buds in the papillae vallata are found intraepithelially on the medial walls of the papillae facing the ditch and these taste buds open into the papillae ditches with taste pores. Tabata et al. (2003) reported that there were two types of taste bud cells, type 1 and type 2, in the taste buds of papilla vallata in cattle. This study found that the number of papilla vallata was limited and the structure contained secondary keratin.

Goździewska-Harłajczuk et al. (2015) documented the existence of flavor pores on the outer layer of fake papillae within the papilla vallata of alpacas. Chamorro et al. (1986) documented the existence of a papilla vallata trench and flavor pores on the surface of papillae in cows, Goodarzi and Hoseini (2015) in Markhoz goats, Yanping et al. (2016) in cattle-goats, and Erdoğan and Sağsöz (2018) in sheep. Nevertheless, this study did not observe any flavor holes on the surface of the papilla vallata. Emura et al. (1999) reported the absence of irregular round and pyramid-like lenticular papillae in deer. In this study has the opposite findings of these findings.

CONCLUSION

The light and scanning electron microscopic findings of the taste papillae in the tongue of Morkaraman sheep were compared with the findings obtained from the taste papillae in the tongue of other domestic and wild ruminants. As a result, similarities and differences were observed. It is thought that these differences may be due to the type of food and diet of Morkaraman sheep. It is predicted that the data obtained from this study will contribute to the knowledge in the field.

CONFLICT OF INTEREST

The authors do not declare any conflicts of interest in the study.

AUTHOR CONTRIBUTION

All authors have contributed equally.

ETHICAL APPROVAL

The relevant article of law in our country states “**Procedures with dead animals or tissues, slaughterhouse materials, waste fetuses are not subject to the permission of the Local Ethics Committee for Animal Experiments**” in accordance with Article 8, paragraph eight (k) of the Regulation No. 28914 on the Working Procedures and Principles of Animal Experimentation Ethics Committees, the study materials are not subject to permission because they are taken from the slaughterhouse.

REFERENCES

- Agungpriyono, S., Yamada, J., Kitamura, N., Nisa, C., Sigit, K., & Yamamoto, Y. (1995). Morphology of the dorsal lingual papillae in the lesser mouse deer, *Tragulus javanicus*. *Journal of Anatomy*, 187, 635.
- Akçapınar, H. (2000). *Koyun yetiştiriciliği*. İsmat Matbaacılık, Ankara.
- Baygeldi, S. B., Güzel, B.C., İlgün, R., & Özkan, E. (2023). Macroanatomy of cecum in german mast geese (*Anser Anser*) and investigation with scanning electron microscope (Sem). *Brazilian Journal of Poultry Science*, 25.
- Can, M., & Atalgin, Ş. H. (2015). Scanning electron microscopic study of the lingual papillae in the Anatolian water Buffalo. *International Journal of Morphology*, 33(3), 855–859.
- Can, M., Atalgin, Ş. H., Ateş, S., & Takçı, L. (2016). Scanning electron microscopic study on the structure of the lingual papillae of the Karacabey merino sheep. *Eurasian Journal of Veterinary Sciences*, 32(3), 130–135.
- Chamorro, C. A., De Paz, P., Sandoval, J., & Fernandez, J. G. (1986). Comparative scanning electron-microscopic study of the lingual papillae in two species of domestic mammals (*Equus caballus* and *Bos taurus*) 1. Gustatory papillae. *Cells Tissues Organs*, 125(2), 83-87.
- Emura, S., Tamada, A., Hayakawa, D., Chen, H., Yano, R., & Shoumura, S. (1999). Morphology of the dorsal lingual papillae in the blackbuck, *Antilope cervicapra*. *Okajimas Folia Anatomica Japonica*, 76(5), 247-253.
- Emura, S., Okumura, T., & Chen, H. (2011). Morphology of the lingual papillae in the roan antelope. *Okajimas Folia Anatomica Japonica*, 88(3): 127–131.
- El Sharaby, A. A., Alsafy, M. A., El-Gendy, S. A., & Wakisaka, S. (2012). Morphological Characteristics of the Vallate Papillae of the One-Humped Camel (*Camelus dromedarius*). *Anatomia, Histologia, Embryologia*, 41(6), 402-409.
- El Sharaby, A. A., El-Gendy, S. A., Alsafy, M. A., Nomir, A. G., & Wakisaka, S. (2014). Morphological variations of the vallate papillae in some mammalian species. *Anatomical science international*, 89, 161-170.
- Erdoğan, S., Villar Arias, S., & Pérez, W. (2016). Morphofunctional structure of the lingual papillae in three species of South American Camelids: alpaca, guanaco, and llama. *Microscopy research and technique*, 79(2), 61-71.
- Erdoğan, S., & Sağsöz, H. (2018). Papillary architecture and functional characterization of mucosubstances in the sheep tongue. *The Anatomical Record*, 301(8), 1320-1335.

- Goodarzi, N., & Hoseini, T. S. (2015). Fine structure of lingual papillae in the Markhoz goat (Iranian Angora): a scanning electron microscopic study. *International Journal of Zoological Research*, 11(4), 160-168.
- Goździewska-Harłajczuk, K., Klećkowska-Nawrot, J., Janeczek, M., & Zawadzki, M. (2015). Morphology of the lingual and buccal papillae in alpaca (*Vicugna pacos*)—Light and scanning electron microscopy. *Anatomia, histologia, embryologia*, 44(5), 345-360.
- Harem, İ. Ş., Sarı, E.K., & Harem, M.K. (2009). Akkaraman Koyununda Dorsal Dil Papillalarının Işık ve Taramalı Elektron Mikroskopik Yapısı. *Kocatepe Veterinary Journal*, 2(2), 8-14.
- Harem, M. K., Harem, I. S., Sari, E. K., & Aydin, M. F. (2011). Light and scanning electron microscopic study of the dorsal lingual papillae of the Goitered gazelle (*Gazelle subgutturosa*). *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 10(15), 1906-1913.
- Kokubun, H. S., Zanatta Esper, G. V., Rezende Francioli, A. L., de Oliveira e Silva, F. M., Rici, R. E. G., & Miglino, M. A. (2012). Estudo histológico e comparativo das papilas linguais dos cervídeos *Mazama Americana* e *Mazama gouzoubira* por microscopia de luz e eletrônica de varredura. *Pesq Vet Bras*, 32(10), 1061-1066.
- Kumar, P., Kumar, S., & Singh, Y. (1998). Tongue papillae in goat: a scanning electron-microscopic study. *Anatomia, Histologia, Embryologia*, 27(6), 355-357.
- Kurtul, I., & Atalgın, S. H. (2008). Scanning electron microscopic study on the structure of the lingual papillae of the Saanen goat. *Small Ruminant Research*, 80(1-3), 52-56.
- Sari, E. K., Harem, M. K., & Harem, I. S. (2010). Characteristics of dorsal lingual papillae of Zavot cattle. *Journal of animal and veterinary advances*, 9(1), 123-130.
- Shao B, Long R, Ding Y, Wang J, Ding L, & Wang H. 2010. Morphological adaptations of yak (*Bos grunniens*) tongue to the foraging environment of the Qinghai-Tibetan plateau. *J Anim Sci*, 88, 2594-2603.
- Tabata, S., Wada, A., Kobayashi, T., Nishimura, S., Muguruma, M., & Iwamoto, H. (2003). Bovine circumvallate taste buds: Taste cell structure and immunoreactivity to α -gustducin. *The Anatomical Record*, 271(1), 217-224.
- Türkyılmaz, D., (2014). The effect of growth hormone (GH) gene polymorphisms on some production and placental properties in Morkaraman sheep. PHD thesis, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, Erzurum.
- Toprak, B., Candan, S., & Koçakoğlu, N. Ö. (2020). Ankara Keçisinde (*Capra hircus*) Dil Papillalarının Işık ve Taramalı Elektron Mikroskopik Yapısı Üzerine İncelemeler: I. Tat Papillaları. *Etlik Veteriner Mikrobiyoloji Dergisi*, 31(2), 158-166.
- Roth G, & Wake D. 1989. Conservatism and innovation in the evolution of feeding in vertebrates. In: DB Wake, G Roth, editors. *Complex organismal functions: integration and evolution in vertebrates*. New York: John Wiley & Sons. p 7-21.
- Yoshimura K, Hama N, Shindo J, Kobayashi K, & Kageyama I. (2009). Light and scanning electron microscopic study on the tongue and lingual papillae of the hippopotamus, *Hippopotamus amphibius*. *Anatomical Record*, 292, 921-934.

Research Article

A Macroanatomical Study on the Muscles of the Shoulder and Elbow Joint in the Anatolian Bobcat (*Lynx Lynx*)

Hasan Hüseyin ARI ¹¹Faculty of Veterinary Medicine, Kyrgyzstan-Türkiye Manas University, Bishkek, Kyrgyzistan*Corresponding author e-mail: hasanh.ari@manas.edu.kg**ABSTRACT**

This study was performed on their tendons and the muscles of the shoulder and the elbow joint in the two Anatolian bobcats. To achieve the objective, dissection and radiography techniques were applied to two dead materials. In this study, it is observed that the muscles connecting the forelimb to the trunk are composed of the rhomboid and the trapezius muscles called the dorsal group, and consist of the omotraverse, the brachiocephalic, the ventral serrate, superficial and deep pectoral muscles, and the broadest muscle of the back called the ventral group. Although the biceps and triceps of the forearm act on both the shoulder and elbow joints, it has been seen that the deltoid, infraspinous, supraspinous, subscapular and coracobrachial muscles take action on the shoulder joint and the brachial, anconeal muscles move the elbow joint in the Anatolian bobcat. In additional, it has been found that the rhomboid muscle has a cephalic head, the deep pectoral muscle are composed of the cranial, caudal and abdominal portions, the venter of the biceps muscle of the forearm are made by two distinct bellies, the triceps muscle of the forearm belongs distinct five heads in this research. The shoulder and elbow joints suggest that they may play an important role in the adaptation of the Anatolian bobcat not only in the movement but also in the hunting.

Keywords: *Anatolian bobcat (Lynx lynx), muscles of the elbow joint, muscles of the shoulder joint, anatomy*

**ARTICLE
INFO***Received:*
28.06.2024*Accepted:*
27.09.2024

Cite this article as: Ari, H. H. (2024). A macroanatomical study on the muscles of the shoulder and elbow joint in the anatolian bobcat (*Lynx Lynx*). *Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences*, 14(2), 176-186. <https://doi.org/10.53518/mjavl.1506534>

INTRODUCTION

Cats are active hunters (Bicnevicus and Van Valkenburg, 1996). The Eurasian lynx, a member of the feline family, is a typical ambush predator that stalks its prey (Krofel et al., 2009). The functional adaptations of the lynx forelimbs are highly complex, enabling them to move and hunt in the snow during winter (Ari et al., 2018). Biewener (1993) described that lynx have a diverse locomotion repertoire, such as trekking in deep snow. Although forelimbs play no propulsive role during trot, they actively acts as struts and absorbs forces and determine stride lengths (English 1974a). The forelimb of all mammals has functionally three segments consisting of the scapula, brachium and antebrachium (Fischer, ab Blickhan 2006). The scapula and the brachium form the shoulder joint, while the brachium and the antebrachium compose the elbow joint. In addition to, forelimb is connected to the body via the muscles (Konig et al., 2012). The muscles attached to the element of the joint are protract, retract and fix to the forelimb (Fischer & Blickhan 2006).

The muscles located in the region between the scapula and the body can be sorted as the dorsal and ventral groups. The dorsal group muscles are contain the trapezius and rhomboid muscle, while the ventral group contain the latissimus dorsi muscle, superficial and deep pectoral, serratus, omotransversal and brachiocephalic muscles.

The trapezius muscle consisted of the thoracal and cervical portions originates from the supraspinal ligament from the third cervical vertebra to the tenth thoracal vertebra in the carnivores (Nickel et al., 1986; Getty, 1995; Julik et al., 2012; Konig & Liebich, 2014), or from the fourth cervical vertebra to the eleventh thoracal vertebra in the Euroasian linx (Viranta et al.). The cervical portion inserts via fibrils onto the suprahamate process and scapular spine in the ocelots (Julik et al., 2012), while it ends to the acromion and the scapular spine in the carnivores. The pars thoracalis of the trapezius muscle inserts via aponeurosis onto the scapular spine (Nickel et al., 1986; Getty, 1995; Konig & Liebich, 2014). The region of the insetion of the thoracal portion is higher on the scapular spine and there is a tendinous area between insertion of the portions of the muscle in the carnivores (Getty, 1995).

The musculus rhomboid is composed of a distinct pars capitis, pars cervicis and pars thoracalis, easily no separated one from the other. The portions of the muscles stem supraspinal ligament in the cervical and thoracal region until at level of the second and third thoracal vertebra (Nickel et al., 1986; Getty, 1995; Julik et al., 2012; Konig & Liebich, 2014; Viranta et al., 2016). In literature (Getty, 1995), it mean that pars thoracalis directly originate from the thoracal vertebra. The aponeurosis formed the portions of the muscle inserts the vertebral border of the scapula, just above insertion of the muscle serratus ventralis (Getty, 1995; Julik et al., 2012; Konig & Liebich, 2014; Viranta et al., 2016).

The omotransverse muscle of the ventral group originates from the wing of the atlas (Getty, 1995; Julik et al., 2012; Konig & Liebich, 2014; Viranta et al., 2016). The muscle ends the distal scapular spine and acromion in the Eurasian lynx and carnivores (Getty, 1995; Konig & Liebich, 2014; Viranta et al., 2016). In the ocelot (Julik et al., 2012), the insertion of the muscle was described as the suprahamate process in the left limb, while the scapular portion of the deltoid muscle in the right limb. The muscle protract the shoulder in the carnivores, when the neck is fixed (Getty, 1995). The neck in the position, omotransverse muscle pulls the scapula dorsally and forward in the ocelot. Whereas, when the scapula is stabilized, the muscle extends the neck with bilateral contraction and flexes the neck laterally with unilateral contraction in the ocelot (Julik et al., 2012).

The brachiocephalic muscle composed three portions, the cleidobrachial, cleidocephalic and cleidomastoid muscles in the ocelot (Julik et al., 2012). In the carnivores, it is described that the muscle consist of the cleidobrachialis and clediocephalis (Getty, 1995; Konig & Liebich, 2014). The brachiocephalic muscle taken origin from the part of the nuchael ligament at the level of the nuchael crista from the first and third cervical vertebra (Julik et al., 2012) ends to the entire length of the intersectio clavicularis. The cleidobrachial muscle situated in the region between the idge of the cranial aspect of the humerus shafts and intersectio clavicularis is the caudal portion of the brachiocephalic muscle in the carnivores (Getty, 1995; Julik et al., 2012; Konig & Liebich, 2014). In the study done on the ocelot (Julik et al., 2012), it has been reported that the insertion tendon of the muscle is fused with the cranial aspect of the tendon of the brachial muscle to end in the area of the proximal ulnar shaft. The caudal portion of the brachiocephalic muscle, called the cleidocephalic muscle, divides into the cleidomastoideus and the cleidocervical muscle in the carnivores clediocephalis (Getty, 1995;

Konig & Liebich, 2014). Whereas, it described that the cleidocephalic and the cleidomastoid muscles are two separate muscles in the ocelot (Julik et al., 2012). Both cleidocervical and cleidomastoid muscles originate the *intersectio clavicularis*. The cleidocervical muscle insert onto the median raphe in the first half of the cervical region while the latter ends to mastoid process of the temporal bone in the carnivores (Getty, 1995; Konig & Liebich, 2014). In the ocelot, the brachiocephalic muscle originated from *intersectio clavicularis* inserts onto the nuchal crest and nuchal ligament at the level of I-III cervical vertebra (Julik et al., 2012). The parts of the muscle protract the forelimbs, they extend the muscle extends the neck with bilateral contraction and flexes the neck laterally with unilateral contraction in the ocelot, when forelimb is fixed (Julik et al., 2012).

The broadest of the back arise from the distinct level of the thoracolumbal fascia in the carnivores (Getty, 1995; Konig & Liebich, 2014; Viranta et al., 2016). In the ocelot (Julik et al., 2012), for example the region in the 7-9 thoracal vertebra and thirteenth ribs (Julik et al., 2012). The muscle inserts on the medial aspect of the brachium with the *teres major* muscle in the carnivores (Getty, 1995; Konig & Liebich, 2014; Viranta et al., 2016). In addition to, it described that the insertion of the muscle divides to superficial and profund in the ocelot. When the forelimb is fixed and advanced, the muscle draws the trunk cranial. The muscle retract the free forelimbs (Julik et al., 2012).

The deep pectoral muscle, originating the different area of the sternum (Getty, 1995; Julik et al., 2012; Konig & Liebich, 2014; Viranta et al., 2016), has a different number of bellies, for example three bellies as caudal, cranial and abdominal in the ocelot (Julik et al., 2012), two bellies in the Eurasian lynx (Viranta et al., 2016). The bellies fused together extends craniolaterally on the lateral aspect of the sternum to end the medial aspect of the *tuberculum majus* of the humerus in the Euroasian lynx (Viranta et al., 2016), in addition to the muscle attached the craniomedial border of the humeral shaft in the ocelot (Julik et al., 2012). In the literature (Getty, 1995), the insertion of the muscle has been reported as the *tuberculum minus* of the humerus in the carnivores.

The superficial pectoral muscle fused with its counterpart at its origin stems from the ventrolateral aspect of the sternum in the carnivores (Getty, 1995; Julik et al., 2012; Konig & Liebich, 2014; Viranta et al., 2016). The muscle inserts onto the greater tubercle of the humerus and a ridge of the cranial aspect of the humerus (Julik et al., 2012).

The ventral serrate muscle located among the cervical vertebrae (3-7), the ribs (1-8) and the vertebral border of the medial aspect of the scapula divides the cervical and thoracal portions in regard to origin in the carnivores (Getty, 1995; Julik et al., 2012; Konig & Liebich, 2014; Viranta et al., 2016). When the forelimb is free, the cervical portion protract the limb. When the forelimb is fixed, the thoracal portion of the muscle draws the trunk cranial (Julik et al., 2012) and sling the trunk.

The muscles of the shoulder joint grouped by their location are lateral composed of the *supraspinatus*, *infraspinatus*, *deltoid* and *minor teres* muscles, and medial group muscles consist of the *major teres*, the *subscapular* and the *coracobrachial* muscles in the carnivores (Konig & Liebich, 2014).

The *suprascapular* muscle of the lateral group, filled *supraspinous* cavity originates the cranial border of the scapula and scapular spine in the carnivores. The muscle end to attaching the cranial parts of the greater tubercle of the humerus (Getty, 1995; Julik et al., 2012; Konig & Liebich, 2014; Viranta et al., 2016). In the study carried out in the ocelot, it has been seen that the muscle belongs to deep and superficial layers (Julik et al., 2012).

The *infraspinous* muscle entirely filled the *infraspinous* cavity and attached via a tendon to the lateral aspect of the greater tubercle of the humerus in carnivores.

The *minor teres* muscle originated via a straight tendon from the caudal border of the scapula that inserts the greater *teres* tubercle of the humerus (Getty, 1995; Konig & Liebich, 2014; Viranta et al., 2016), while the joint capsule of the shoulder in the ocelot (Julik et al., 2012).

The *deltoid* muscle of the lateral group consisted of the scapular and acromial heads situates the caudolateral aspect of the scapular spine in the carnivores. The scapular head stems via an aponeurosis from *infraspinous* muscle and the acromion in the carnivores (Getty, 1995; Konig & Liebich, 2014; Viranta et al., 2016). In the ocelot, the origin of the head has been also described as *suprahamate* process of the scapula (Julik et al., 2012).

The acromion head arises from the acromion in the Eurasian lynx and carnivores (Getty, 1995; König & Liebich, 2014; Viranta et al., 2016), while the suprahumeral process occurs in the ocelot (Julik et al., 2012). The two heads of the muscle inserts via tendinous fibers onto the deltoid ridge of the humerus (Getty, 1995; Julik et al., 2012; König & Liebich, 2014; Viranta et al., 2016). In addition, some fibers end at the lateral aspect of the lateral head of the triceps brachii and brachialis muscles in the ocelot (Julik et al., 2012).

The subscapular of the medial group, consisted of a variable number of the muscles bundles according to animal species, stems from the medial aspect of the scapula (Getty, 1995; Julik et al., 2012; König & Liebich, 2014; Viranta et al., 2016). The number of the muscles bundles are six or seven in the Eurasian lynx (Viranta et al., 2016), while six are in the left limb and nine are in the right limb of the ocelot (Julik et al., 2012). The bundles of the subscapular muscle fused with each other inserts via a broad tendon onto the lesser tubercle of the humerus. The muscle acts as the flexor and the medial collateral of the shoulder joint.

The major teres of the medial group, originating from the caudal border of the scapula, travel distally to end the teres major tuberosity of the humerus.

The coracobrachial muscle situated deep to the subscapular muscle originates from the supraglenoid tubercle and inserts onto the caudal aspect of the humerus in the carnivores (Getty, 1995; Julik et al., 2012; König & Liebich, 2014; Viranta et al., 2016).

The muscles of the elbow joint are primarily responsible for the extension and flexion of the elbow joint, but also fix the limb during the stance phase of the locomotion. Some of these muscles, as the biceps and the triceps of the forearm act on both the shoulder and the elbow joint, while others, for example the brachial, the anconeus and the tensor muscle of the brachial fascia only move the elbow joint (König & Liebich, 2014).

The biceps of the forearm bridging the shoulder and the elbow joint take origin via a strong tendon from supraglenoid tubercle (Getty, 1995; Julik et al., 2012; König & Liebich, 2014; Viranta et al., 2016). The origin tendon of the muscle passes through the intertuberal groove in the carnivores (Getty, 1995; Julik et al., 2012; König & Liebich, 2014). As soon as the tendon emerges from the groove, it turns into a large, fusiform muscle belly on the cranial aspect of the forearm (Getty, 1995; Julik et al., 2012; König & Liebich, 2014; Viranta et al., 2016). The muscle inserts onto distinct areas of the antebrachium, for example the lateral coronoid process of the ulna and the radial tuberosity of the radius in the Euroasian lynx (Viranta et al., 2016) and carnivores (Getty, 1995), and only radial tuberosity in the ocelot (Julik et al., 2012). The biceps of the forearm extend the shoulder joint while it flex the elbow joint. In addition, the muscle stabilizes the elbow joint when standing in the ocelot (Julik et al., 2012).

The brachialis muscle emerging from the proximal of the humeral shaft (Getty, 1995; Julik et al., 2012; König & Liebich, 2014; Viranta et al., 2016) entirely fills the spiral groove in carnivores (Getty, 1995). The muscle inserts via a thin tendon onto the medial border of the ulna in the Eurasian lynx (Viranta et al., 2016) and ocelot (Julik et al., 2012). Whereas, it ends to ulnar tuberosity in the carnivores (Getty, 1995). The brachial muscle flexes the elbow joint in the ocelot (Julik et al., 2012).

The tensor muscle of the fascia antebrachii originates from the superficial aspect of the latissimus dorsi (Getty, 1995; Julik et al., 2012; König & Liebich, 2014; Viranta et al., 2016) and inserts onto the caudal aspect of the olecranon and the fascia antebrachii in carnivores (Getty, 1995; Julik et al., 2012; König & Liebich, 2014; Viranta et al., 2016).

The anconeus muscle emerging from the lateral supracondylar crest of the humerus attaches the olecranon and the lateral border of the proximal ulna (Getty, 1995; Julik et al., 2012; König & Liebich, 2014). In the ocelot (Julik et al., 2012), it has been reported that the origin of the muscle possesses two sesamoid bones in the left while three sesamoid bones in the right.

The triceps of the forearm composed of five heads in the Eurasian lynx (Viranta et al., 2016) and ocelot (Julik et al., 2012), while the same muscle consist of four heads in the carnivores (Getty, 1995; König & Liebich, 2014). No expressing the accessory medial head in the carnivores (Getty, 1995), another heads called as the long, lateral, medial and accessory heads in the lynx (Viranta et al., 2016) and ocelot (Julik et al., 2012). The long head of the muscle originating the caudal border of the scapula ends via a stout tendon to the olecranon

in the carnivores (Getty, 1995; Julik et al., 2012; König & Liebich, 2014; Viranta et al., 2016). In addition to, it take origin from the neck of the scapula in the ocelot. The lateral head attaching the long head of the triceps of the forearm emerges from the proximal humeral shaft and the neck of the humerus (Julik et al., 2012). The medial head of the triceps of the forearm originating the medial aspect of the proximal humeral shaft fuses with the accessory heads of the triceps of the forearm and inserts onto the medial aspect of the olecranon in the carnivores. The accessory head of the triceps of the forearm emerges from the caudal aspect of the proximal humeral shaft and fuses with the medial head of the same muscle (Getty, 1995; Julik et al., 2012; König & Liebich, 2014; Viranta et al., 2016). The medial accessory of the triceps of the forearm stems the medial supracondylar crest of the distal humerus and attaches to the medial aspect of the olecranon (Julik et al., 2012; Viranta et al., 2016). The triceps of the forearm stabilize the elbow joint during standing (Julik et al., 2012). Due to the lack of anatomical descriptions for the muscles connecting the axial skeleton and forelimb, as well as the muscles of the shoulder and elbow joint in the Anatolian bobcat, our current study aims to provide a comprehensive macroanatomy of these muscles.

MATERIAL AND METHODS

The study was conducted on two female Anatolian bobcats (cadaver I was 6.9 kg and cadaver II was 7.6 kg in weight, respectively). The animals were obtained from Republic of Turkey Ministry of Forestry and Water Affairs Sivas Branch Manager. After the animals died of natural causes (Cumhuriyet University was delivered dead lynx in Sivas in order to conduct the post-mortem examination (2016. www.sivas.ormansu.gov.tr/sivas/Anasayfa/resimli Haber). They were immediately transported to the Department of Anatomy of Faculty of Veterinary Medicine at Cumhuriyet University. The animals were fixed with 10% formalin via the carotid common artery to prepare the cadavers. Then, the forelimbs of the cadavers were dissected and photographed with a Canon 50D camera. Radiographic images of manus were taken in dorso-palmar position using PCMAX-100H® (led input voltage: 3.3 VDC, 2A: Korea). The terminology used in the manuscript is in accordance with the prevailing veterinary nomenclature (Nomina Anatomica Veterinaria, 2012).

RESULTS

In this study, the shoulder joint is composed of the glenoid cavity of the scapula and the head of the humerus, while the elbow joint is composed of the trochlea of the humerus and the proximal parts of the antebrachium, radiographically (Figure 1/A).

The trapezius muscle located in the region between the cervical and thoracal portions of the vertebral column and the lateral aspect of the scapula is triangle form (Figure:1/B) in all specimens. The portion of the muscle (Figure:1/B) emerging from the thoracal portion situates in the caudal of the dorsal scapula and is in the right triangle form that its long upright edge attach to the midline of the thoracal portion of the backbone while its short upright edge end at the caudal border of the dorsal half of the scapular spine in two cadaver. Whereas, another edge (Figure:1/B), the ventral border of the muscle, fused with the broadest muscle of the back in all cadavers. The fibres of the portion travels cranioventrally to insert onto the caudal aspect of the dorsal scapular spine in all materials. The cervical portion of the trapezius muscle (Figure:1/B) originates from the dorsal half of the cranial border of the scapular spine and attaches to the midline of the cervical portion of the backbone in all specimens. The venral border of the portion (Figure:1/B) The fibres extended craniodorsally to the vertebral column fuses with the dorsal border of the omotransversal and cleidocervical muscle in the two cadavers.

The rhomboid muscle (Figure:1/D) situated under the trapezius muscle belongs to three portions, called cephalic, cerviacal and thoracal portions. The cephalic portion originated from the nuchal crest and extends caudally on the lateral aspect of the cervical region to end the cranial angle of the scapula. The cervical portion stems the middle line of the cervical area of the back and inserts the cranial area of the dorsal border of the scapula in all specimens. The thoracal portion is located between the middle line of the back and the caudal area of the dorsal border of the scapula in the interscapular region in cadavers. Both the cervical and the thoracal portion is seen as individual muscle fibres, while the cephalic portion is uniform in the two specimens. The cephalic portion appears to be the longest. Whereas, the thoracal portions are shorter than the cervical portions in the two cadavers.

The fibres of the omotraverse muscle (Figure:1/D) emerging from the ventral half of the scapular spine, the hamate process and the lateral aspect of the acromial portion of the deltoid muscle extend caudocranially to pass under the cleidocervical muscle. The muscle ends the caudal crest of the wing of the atlas in the two specimens.

The broadest of the back muscle Figure:1/B,D) originating from the area of the thoracolumbal facia between the eighth thoracal and the second lumbal vertebra is situated under the skin on the lateral aspect of the thorax in the two cadavers. The dorsal border of the muscle fused with the thoracal portion runs cranioventrally on the lateral aspect of the thorax to attach to the medial aspect of the brachium under the triceps brachium muscle and the deep pectoral muscle in the two specimens. The minor teres muscle takes its origin from the medial aspect of the muscle near the dorsal border in the two cadavers. The origin width of the broadest back muscle is thicker than the insetion width of the muscle.

The ventral serrate muscle (Figure:1/B,C,D) situated between forelimb and trunk is formed by the cervical and the thoracal portions in all samples. The thoracal portion of the muscle stemming the external aspect of the ventral half of the first eight ribs as distinct interdigitates extends dorsocranially to the medial aspect of the scapula to end the medial aspect of the dorsal border of the scapula in the two cadavers. The fascicles of the muscles originating from first four ribs lies deep to the dorsal scalene muscle. The portion is wider in the origo area than the intertio area in all specimens. The cervical portion of the muscle arising from the transverse process of C3-C7 and T1 ascendns dorsocaudally to the medial aspect of the dorsal border of the scapula in all samples. Its insertion is covered by the dorsal scalene muscle in the two cadavers.

It is seen that the brachiocephalic muscle (Figure:1/D) is composed of three parts as the cleidobrachial, cleidocervical and cleidomastoid muscles in the two samples. The cleidobrachial muscle originating from the medial aspect of the proximal ulnar shaft runs craniodorsally along the cranial border of the brachium to inserts to the entire caudal border of the intersectio clavicularis, the fibrous remnant of the clavacula, in the two Anatolian bobcat cadavers. Along its course, the muscle lies on biceps brachii and is fused with the cranial border of the superficial pectoral muscle. The cleidocervical muscle takes its origin from the nuchal ligament at the level of C1-C3 and from the nuchal crest in all specimens. Then, it continues caudoventrally on the lateral aspect of the cervical region to ends the entire cranial border of the insectio clavicularis at just the cranial area of the shoulder joint in all cadavers. The cleidomastoid muscle located between the mastoid process and intersectio clavicularis extends deep to the cleidocervical muscle in the lateral aspect of the cervical region.

The superficial pectoral muscle (Figure:1/B,C) take originating from the ventrolateral aspect of the cranial portion of the sternum extends mediolaterally to inserts the greater tubercle and the humeral shaft in the two Anatolian bobcat cadavers. Its cranial border is fused with the cleidobrachial muscle, while its caudal border is fused with the cranial portion of the profund pectoral muscle in the two specimens.

It can be seen that the profund pectoral muscle (Figure:1/C) is composed of three bellies as cranial, middle and caudal bellies in all samples. The cranial belly stems the ventrolateral aspect of the cranial half of the sternum and inserts the greater tubercle of the humerus and the caudal border of the superficial pectoral muscle in the two cadavers. The middle belly originating from the ventrolateral aspect of the middle sternum continues cranioventrally to ends the caudal border of the cranial belly of the profund pectoral muscle in all materials. The caudal belly arises from the ventrolateral aspect of the xiphoid process and the caudal third of the sternum ascends craniodorsally to ends the middle belly and the external aspect of the ribs in both cadavers.

The deltoid muscle (Figure :1:F) crossing the shoulder joint is composed of two parts called as the scapular and the acromial parts in the lateral aspect of the shoulder joint in the all specimens. The scapular part originating from the caudal border of middle third of the spine of scapula via a aponeurosis runs cranioventrally on the infraspinous muscle to inserts the caudal edge of the acromial part at level of the caudal area of the shoulder joint and just caudal to the deltoid ridge in two Anatolian bobcat cadavers. The acromial part arising from the acromion and the hamate process travels proximodistally on the cranial aspect of the shoulder joint to ends the deltoid ridge of the humerus in all samples. The parts resembling a triangle is thinner in the intertion area than the origin area.

In the two cadavers, the major teres muscle (Figure:1/E,F,G) stems the proximal third of the caudal edge of the scapula via fleshy muscle fibres. The muscle continues craniodistally to pass under the long head of the triceps brachii the level of the half of the caudal edge of the scapula. Then, the teres major muscle travels craniodistally on the medial aspect of the long head of the triceps brachii to inserts via an aponeurosis the medial aspect of the proximal third of the humeral shaft in all specimens. Its aponeurosis locates to just near the coracobrachialis muscle and the tendon of the biceps brachii muscle in the medial aspect of the proximal humeral shaft in the two Anatolian bobcat cadavers.

The infraspinous muscle (Figure:1/B,D,E) filling in the infraspinous cavity arises from the cavity and the caudal border of the scapular spine, extends craniodistally under the deltoid muscle to pass over the lateral aspect of the shoulder joint in two cadavers. The muscle inserts via a aponeurosis the lateral aspect of the greater tubercle of the humerus under the deltoid muscle. The belly stemming the distal third of the caudal border of the scapula joins the supraspinous muscle in all samples.

The supraspinous muscle (Figure:1/B,D,E) covering a strong fascia fills entirely the supraspinous cavity and travels craniodistally in the cavity to passes over the cranial aspect of the shoulder joint in all samples. The thinner medial part of the muscle inserts the minor tubercle of the humerus, while the stronger lateral part of the muscle ends the greater tubercle of the humerus via a tendon in the Anatolian bobcat. The biceps brachii tendon passes through the area in the two insertion tendon.

The subscapular muscle (Figure:1/B,D,G) belongs six to seven bellies situates on the medial aspect of the scapula in two cadavers. The muscle bellies filling entirely the subscapular cavity continue distally to pass over the medial aspect of the shoulder joint in all samples. The muscle inserts the minor tubercle of the humerus to just near the insertion of the coracobrachial muscle in all specimens.

The coracobrachial muscle (Figure:1/F) originating from the coracoid process at the level of the medial distal third of the scapula pass over the medial aspect of the shoulder to attaches to the caudomedial aspect of the proximal third of the humeral shaft in the cadavers.

The brachial muscle (Figure:1/B) arising from the lateral side of the proximal third of the humeral shaft immediately distal to the insertion of the deltoid muscle descendens craniodistally in the spiral groove of the humeral shaft in all research materials. The muscle pass under the lateral head of triceps brachii and the brachioradial muscle in the cranial aspect of the distal third of the humeral shaft, then, crosses the cranial aspect of radioulnar joint. It inserts into the medial side of the ulna via a thin tendon and the medial coronoid process of the ulna in the two Anatolian bobcat cadavers.

The biceps muscle (Figure:1/F) of forearm composed of two belly stems the supraglenoid tubercle via a strong and thick tendon and its origo tendon pass through the intertuberal groove in the two cadavers. At the level of the proximal third of the humeral shaft, the tendon becomes two bellies of the muscle. The bellies continue distally parallel to the cranial aspect of the humeral shaft to passes through the area between the origo of the ulnar flexor and extensor of the carpus in both research materials. The biceps muscle of the forearm passes over the cranial aspect of the elbow joint and then ends the radial tuberosity and distal to the lateral coronoid process of the ulna in all specimens.

The triceps muscle (Figure:1/B) of the forearm filling the triangle between the caudal border of the scapula, the brachium and the olecranon is composed of five heads, called the long, lateral, medial, accessory and medial accessory heads in all samples. The long head originating from the middle-third of the caudal border of the scapula passes through the major teres muscle and the lateral head in the caudal region of the scapula. The head that can be seen both medial and the lateral aspect of the brachium travels parallel to the humeral shaft to becomes the tendon in the distal third of the humeral shaft in the all specimens. The tendon ends attaching the medial aspect and the olecranal tuber in the research materials. The lateral head arising from lateral aspect of the proximal third of the humeral shaft deep to the insertion parts of the deltoid muscle continues caudally on the lateral aspect of the brachium to ends via aponeurosis on the lateral aspect of the olecranon in the cadavers. The medial head originating from the medial aspect of the proximal third of the humeral shaft travels caudodistally deep to long head to turns into a tendon at level of the middle third of the humeral shaft. The tendon descends deep to the long head to attaches the medial aspect of the olecranon in the research materials. The accessory head stems the medial aspect of the humeral shaft in the half of the brachium and runs

caudodistally on medial aspect of the humeral shaft deep to the long head to ends the medial aspect of the olecranon in all specimens. The medial accessory head that can be seen as the shortest head take originates from the medial supracondylar ridge to inserts into the medial aspect of the olecranon in all materials.

The anconeus muscle situated in the area between the distal third of the humeral shaft and the olecranon lies deep to the triceps muscle of the forearm in two cadavers. The muscle is fused with the capsule of the elbow joint while passing over it.

The tensor muscle of the antebrachial fascia (Figure:1/B,D) stemming the distal third of the caudal border of the scapula via an aponeurosis extends caudodistally on the medial aspect of the long head to become a broad aponeurosis in the distal third of the brachium. Its aponeurosis attaches to the medial aspect of the olecranon in the Anatolian bobcat cadavers.

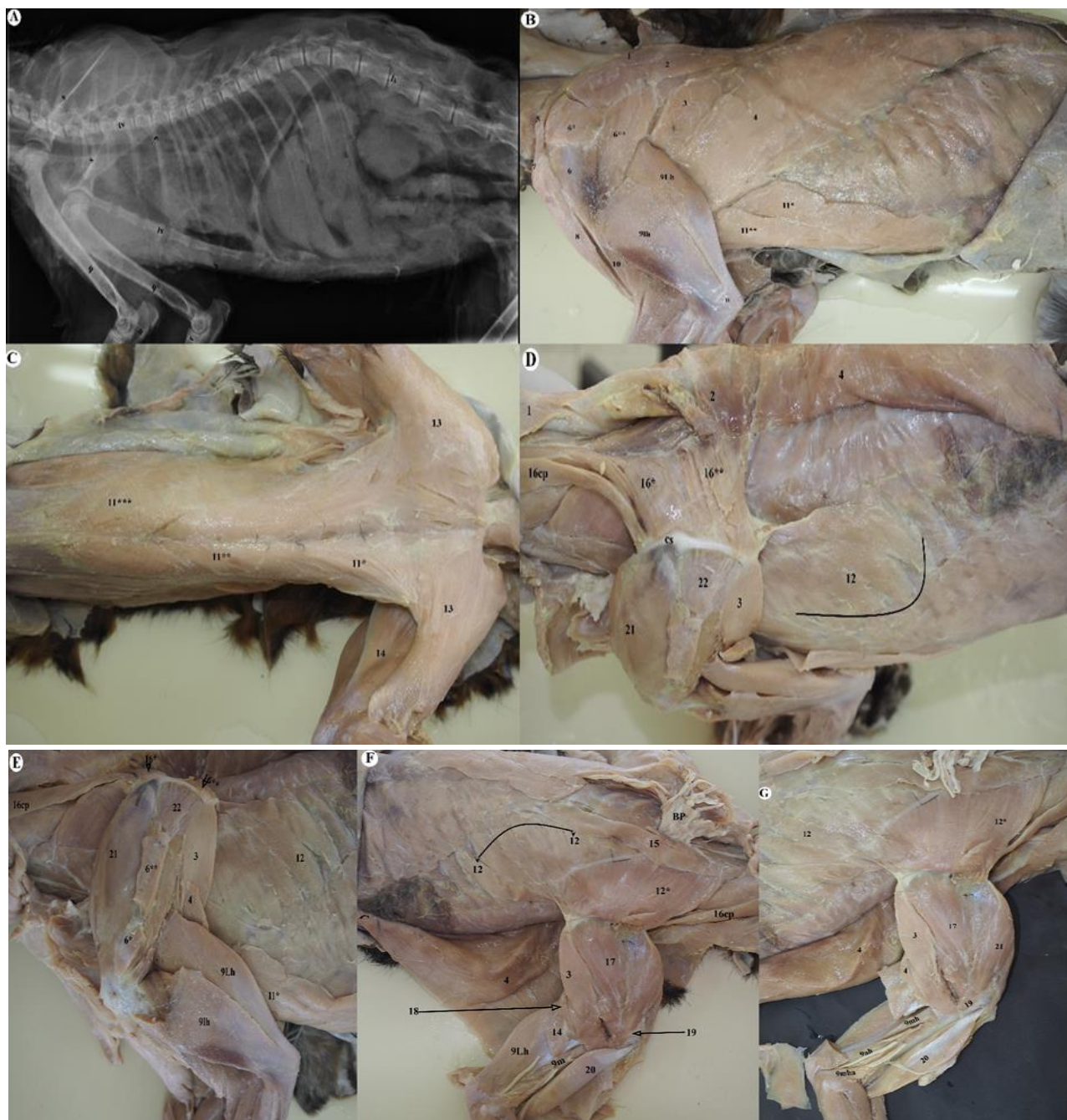


Figure.1. Radiography and lateral photography of the shoulder and elbow joint.

- | | |
|---|---|
| <p>A. Radiography of the shoulder and elbow joint muscles</p> <p>B. Lateral view of the shoulder and elbow joint muscles</p> <p>C. Ventrodorsal view of the shoulder and elbow joint muscles</p> <p>D. Dorsoventral view of the shoulder and elbow joint muscles</p> <p>E. Deep lateral view of the shoulder and elbow joint muscles</p> <p>F. Medial view of the shoulder and elbow joint muscles</p> <p>G. Deep medial view of the shoulder and elbow joint muscles</p> <p>cs. Cartilago scapula</p> <p>s. Scapula</p> <p>2.The thoracal portion of the trapezius muscle</p> <p>3.The teres major muscle</p> <p>7. The cleidocephalic muscle</p> <p>8. The brachiocephalic muscle</p> <p>9. The triceps muscle of the forearm (TMF)</p> <p>9 m. Medial head of (TMF)</p> <p>9lh. Lateral head of (TMF)</p> <p>9Lh. Long head of (TMF)</p> <p>9mah. Medial accessory head of (TMF)</p> <p>9a. Accessory head of (TMF)</p> <p>10. The brachial muscle</p> <p>11. The deep pectoral muscle (DPM)</p> <p>11*. The caudal portions of (DPM)</p> <p>11**.The cranial portion of (DPM)</p> | <p>1.The cervical portion of the trapezius muscle</p> <p>tv. Thoracal vertebrae</p> <p>c. Costae</p> <p>h. Humerus</p> <p>u. Ulna</p> <p>r. Radius</p> <p>o. Olecranon</p> <p>st. Sternebrae</p> <p>4.The broadest muscle of the back</p> <p>5.The omotransverse muscle</p> <p>6.The deltoid muscle</p> <p>6*. The acromial part of the deltoid muscle</p> <p>6**. The scapular part of the deltoid muscle</p> <p>11***.The abdominal portions of (DPM)</p> <p>12.The thoracal portion of the ventral serrate muscle</p> <p>12*.The cervical portion of the ventral serrate muscle</p> <p>13. The superficial pectoral muscle</p> <p>14. The tensor muscle of the antebrachial fascia</p> <p>15. The ventral sclane muscle</p> <p>16. The rhomboid muscle</p> <p>16*. The cervical portion of the rhomboid muscle</p> <p>16**. The thoracal portion of the rhomboid muscle</p> <p>16cp. The cephalic portion of the rhomboid muscle</p> <p>17. The subscapular muscle</p> <p>18. The minor teres muscle</p> <p>19. The coracobrachial muscle</p> <p>20.The biceps muscle of the forearm (BMF)</p> <p>21. The supraspinous muscle</p> <p>22. The infraspinous muscle</p> |
|---|---|

DISCUSSION

In this study, as has been described in the previous literature (Konig et al., 2012), the muscles attaching the elements forming the shoulder and elbow joints are sorted as muscles of the shoulder and elbow joints, connecting the forelimb to trunk.

The muscles connecting the forelimb to the trunk are grouped a dorsal group composed of the rhomboid and the trapezius muscles, and the ventral group consisted of the omotransverse, the brachiocephalic, the ventral serrate, superficial and deep pectoral muscles, the broadest muscle of the back, depicted previously by literature (Nickel et al., 1986; Getty, 1995; Julik et al., 2012; Konig & Liebich, 2014). As previously described (Getty, 1995; Julik et al., 2012; Konig & Liebich, 2014; Viranta et al., 2016), the rhomboid of the dorsal group is also composed of the cervical and thoracal portion in the research. But, it has been previously observed the cephalic portion of the rhomboid muscle in this study. The insertion and origo area, and the parts of the trapezius muscle are expressed in the literature (Getty, 1995; Julik et al., 2012; Konig & Liebich, 2014; Viranta et al., 2016) are similar to the observation of the study.

The results related to the insertion and origo area of transverse muscle of the ventral group that obtained from the research are same the description in the literature (Getty, 1995; Julik et al., 2012; Konig & Liebich, 2014; Viranta et al., 2016). Although the statements related to the origin area of the the broadest muscle of the back in the Euroasian lynx (Viranta et al., 2016) are similar to the findings of the research, it has been previously found that the muscle give origin to the minor teres muscle in the Anatolian bobcat. In addition , it has been observed that the muscle ends at the deep pectoral muscle in the study materials. As depicted by Viranta et al., (2016) in the Euroasian lynx, it has been found that the thoracal portion of the ventral serrate muscle originates from the external aspect of the ribs as 8 interdigitates and inserts the medial aspect of the dorsal border of the scapula in the Anatolian bobcat. But, the evidence that first four interdigitates are covered by scalene muscle has been firstly stated in the research.

Although it has been stated that the deep pectoral muscle belongs to two bellies as cranial, caudal and abdominal in the Euroasian bobcat (Viranta et al., 2016), it is observed that the muscle is composed of three bellies as cranial, caudal and abdominal in the Anatolian bobcat, as described by Julik et al., (2012) in the ocelot. Besides connecting this muscle to the greater tubercle of the humerus, as depicted by the literatür (Getty, 1995; Julik et al., 2012; Konig & Liebich, 2014; Viranta et al., 2016), the study showed that it has been

also attached to the caudal border of the superficial pectoral muscle in the Anatolian bobcat. It has been seen that the muscle fused with not only the deep pectoral muscle but also the cleidobrachial muscle in this research.

As stated by the literature in the carnivores (Getty, 1995; Julik et al., 2012; Konig & Liebich, 2014; Viranta et al., 2016), it has been also seen that the brachiocephalic muscle composed of two portions, the cleidobrachial muscle of the portions situated the area between the intersectio clavicularis and antebrachium, the cleidocephalic muscle the portions located in the area between that and the cranium in this research. As reported in the carnivores (Getty, 1995; Julik et al., 2012; Konig & Liebich, 2014), the ocelot (Julik et al., 2012) and Euroasian lynx (Viranta et al., 2016), it has been found that The brachiocephalic muscle is composed of the cleidocervical and cleidomastoid muscle in the Anatolian bobcat.

The muscles of the shoulder joint grouped as the medial and lateral of the shoulder joint, be depicted previously in the literatur carnivores. In addition the muscles as the biceps and a few heads of triceps of the forearm act on the shoulder of the elbow joints in this sudy, as stated in the studies on carnivores (Getty, 1995; Julik et al., 2012; Konig & Liebich, 2014; Viranta et al., 2016). As stated in the literature carnivores (Getty, 1995; Julik et al., 2012; Konig & Liebich, 2014), the medial group muscles of the shoulder are composed of the subscapular and the coracobrachial muscle, while the lateral group muscles of the joint are consisted of the deltoid, the infraspinous and the supraspinous muscle in the research. In the research, it has been seen that the deltoid muscle is consisted of the acromial and the scapular heads, as expressed in the ocelot (Julik et al., 2012), Euroasian lynx (Viranta et al., 2016) and carnivores (Getty, 1995; Konig & Liebich, 2014). Although it has been found that the insertion, location and origo of both portions are similiar to the descriptions in the literature (Getty, 1995; Julik et al., 2012; Konig & Liebich, 2014; Viranta et al., 2016), in the research, it has been obseved that the scapular portion inserts to the caudal border of the acromial portion in two samples. The insetion, the course and the origo of both the supraspinous, subscapular and the infraspinous muscles are similar to the statements in the ocelot (Julik et al., 2012), Euroasian lynx (Viranta et al., 2016) and carnivores (Getty, 1995; Konig & Liebich, 2014). As stated by Viranta et al, (2016), it has been also found that the subscapular muscle belongs to the number of six to seven bellies in the study carried out on the Anatolian bobcat.

The muscles of the elbow joint are composed of the brachial, the biceps and triceps of the forearm muscle and the tensor muscle of the facia antebrachii, as stated by literature (Getty, 1995; Konig & Liebich, 2014). In this study, it has been seen that the brachial muscle attaches to the medial side of the ulna via a thin tendon and the medial coronoid process of the ulna, depicted in the Eurasian lynx by Viranta et al, (2016). In this study, it has been found that the biceps of the forearm consisted of two bellies contrary to description in the the acelot (Julik et al., 2012) and Eurasian lynx (Viranta et al., 2016) originates from the supraglenoid tubercle via strong and thick tendon as reported in the carnivores by lileratür (Getty, 1995; Julik et al., 2012; Konig & Liebich, 2014; Viranta et al., 2016). It has been observed that the triceps muscle of the forearm composed of five heads as the long, lateral, medial, accesory and medial accesory situated in the triangle region between the caudal border of the scapula, the brachium and the olecranon. The finding obtained from the research is similar to the statement in the acelot (Julik et al., 2012) and Eurasian lynx (Viranta et al., 2016).

CONCLUSION

As a result, it has been found that the rhomboid muscle has a cephalic head, the deep pectoral muscle are composed of the cranial, caudal and abdominal portions, the broadest muscle of the back resembles a triangle and also inserts to the superficial pectoral muscle, the venter of the biceps muscle of the forearm are made by two distinct bellies, the triceps muscle of the forearm belongs distinct five heads in this research. The strong and developed muscles of the connected forelimb to the trunk, shoulder and elbow joints suggest that it may play an important role in the adaptation of the Anatolian bobcat not only in the movement but also in the hunting.

ACKNOWLEDGEMENT

I would like to thank the General Directorate of Nature Conservation and National Parks of the Ministry of Agriculture of the Republic of Turkey for granting work permits and the Sivas Provincial Branch Directorate for bringing the animal carcasses to our faculty for examination.

ETHICAL APPROVAL

Permission to work on cadavers was granted to the researcher by the General Directorate of Nature Conservation and National Parks of the Ministry of Agriculture of the Republic of Turkey with the letter dated 09.08.2018 and numbered 72784983-488.04-176382.

REFERENCES

- Anonymus (2016). *Cumhuriyet University was delivered dead Lynx in Sivas in order to make the post-mortem examination*. 2016. www.sivas.ormansu.gov.tr/sivas/Anasayfa/resimliHaber.
- Arı HH., Kuru, N., Uslu, S and Özdemir, Ö (2018). Morphological and histological study on the foot pads of the Anatolian bobcats (*Lynx lynx*), *Anatomical Record*, 301:932-938.
- Bicnevicius, AR and Van Valkerburgh, B. (1996). *Desing for killing: craniodental adaptations of predator*. In: Gittleman JB, editor *Carnivore, Behaviour, Ecology and Evolution Vol II*, New York: Cornell University Press, 393-428.
- Biewener, AA. (1983). Locomotor stresses in the limbs bones of the small mammals: the ground squirrel and chipmunk, *J Ex Bioll*, 103,131-154.
- English, AW. (1978a). Functional analysis of the shoulder gridle of the cats during locomotion, *J Morphol*, 156,279-292.
- Fischer, MS, Blichan R. (2006). The tri-segmented limbs of the therian mammals: kinematics, Dynamics and self stabilization- a rewiev, *Journal Exp Zool*, 305A, 935-952.
- Getty, R. (1975). *Sisson sans Grossman's the anatomy of the domestic animals*. WB Saunders Company, Philadelphia London Toronto.
- Julik, E., Zack, S., Adrian, B., Mordia, S., Parsa, A., Meifawn, P., Starbuck, A and Fishes, RA. (2012). Functional anatomy of the forelimbs muscles of the ocelot (*Leopardus pardalis*). *J Mammal Evol*, 19(4), 227-304, Doi:10.1007/s10914-012-9191-4.
- Krofel, M., Skrbinek, T., Kljun, F., Potocnic, H and Kos, I. (2009). The killing technique of Eurasian lynx, *Belg J Zool*.139, 79-80.
- Konig, H. E and Liebich, H. G. (2015). *Veterinary anatomy*. Malatya, Turkiye: Medipress Mat. ve Yay.
- Nickel, R., Shummer A., Seiferle E., Frewein J., Wilkens, H and Wille K-H. (1986). *The locomotor system of the domestic animals*. In Nickel, R., Schummer, A and Seiferle, E. *The Anatomy of the Domestic Animals*, Vol 1, Verlag Paul Parey Berlin Hamburg.
- Nomina Anatomica Veterinaria. (2012). *Prepared by the International Committes on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature and Authorized by the General Assembly of the World Association of Veterinary Anatomists*, The Editorial Committee Hannover, Sapporo, Japan.13,
- Viranta, S., Lommi, H., Holmala, K. and Laakkonen, J. (2016). Musculoskeletal anatomy of the Eurasian lynx (*Lynx lynx*) (carnivore felidea) forelimb: adaptation to capture large prey, *Journal of Morphopogy*, 227, 753-765.

Research Article

Stereological Examination of Parietal and Temporal Regions of the Brain in Rats Induced with Epilepsy with Pentylene-tetrazoleVeysel AKYOL ¹, Gamze ÇAKMAK ^{2*}¹Department of Anatomy, Faculty of Medicine, Van Yuzuncu Yil University, Van, Türkiye.²Department of Anatomy Van, Faculty of Veterinary Medicine, Van Yuzuncu Yil University, Van, Türkiye.*Corresponding author e-mail: gcakmak@yyu.edu.tr**ABSTRACT**

The aim of this study was to investigate the parietal and temporal regions of the brain stereologically after epilepsy induced by pentylenetetrazole (PTZ). 20 healthy male Wistar Albino rats, 3 months old, weighing approximately 250 gr, were chosen for the study. The rats were divided into PTZ and control groups, 10 in each group. 80 mg/kg PTZ was mixed into 0.5 ml of 0.9% physiological saline and administered intraperitoneally as a single dose injection to the PTZ group. Behavioral changes specified in six stages were determined by following the Racine scale within a 30-minute observation period. After perfusion, the rats' brains were removed. After tissue tracking, an average of 10 sections were obtained for each animal, with a thickness of 1/75 of 5µm. Sections were stained with Hematoxylin-Eosin. The preparations were photographed with a 1.25 objective. For each brain tissue, the total lobus parietalis, lobus temporalis, the grey matter volume and the total number of neurons in the lobus parietalis and lobus temporalis were calculated. Mann-Whitney U test was used for statistical analysis (IBM SPSS for Windows, ver.25) No statistically significant difference could be detected in the total lobus parietalis, lobus temporalis and the grey matter volume, volume values of the brain and the number of neurons determined between the groups (p>0.05). However, when evaluated according to groups, a significant difference was obtained in the volume ratio values, the grey matter volume/total lobus parietalis and the grey matter volume/total lobus temporalis ratio (p<0.05).

Keywords: *Epilepsy, Parietal lobe, Pentylenetetrazole (PTZ), Stereology, Temporal lobe.***ARTICLE INFO**

Received:

23.07.2024

Accepted:

10.11.2024

Pentilentetrazol ile Epilepsi Oluşturulan Sıçanlarda Beynin Parietal ve Temporal Bölgelerinin Stereolojik İncelenmesi**ÖZET**

Bu çalışmanın amacı, pentilentetrazol (PTZ) ile oluşturulan epilepsi sonrası beyin parietal ve temporal bölgelerini stereolojik olarak incelemektir. Çalışma için yaklaşık 250 gr ağırlığında, 3 aylık, 20 adet sağlıklı erkek Wistar Albino sıçan seçildi. Sıçanlar her grupta 10 adet olacak şekilde PTZ ve kontrol gruplarına ayrıldı. 80 mg/kg PTZ, 0.5 ml %0.9 fizyolojik salin içerisine karıştırıldı ve PTZ grubuna tek doz enjeksiyon halinde intraperitoneal olarak uygulandı. Altı aşamada belirlenen davranış değişiklikleri, 30 dakikalık gözlem süresi içerisinde Racine skalası takip edilerek belirlendi. Perfüzyonun ardından sıçanların beyinleri çıkarıldı. Doku takibi sonrasında her hayvan için 1/75 5 µm kalınlığında ortalama 10 adet kesit elde edildi. Kesitler Hematoksilen-Eozin ile boyanarak 1.25 objektifle fotoğraflandı. Her beyin dokusu için lobus parietalis, lobus temporalis, gri madde hacmi ve lobus parietalis ve lobus temporalis'teki toplam nöron sayısı hesaplandı. İstatistiksel analizde Mann-Whitney U testi kullanıldı (IBM SPSS for Windows, ver.25). Lobus parietalis, lobus temporalis ve beyindeki gri madde hacmi, hacim değerleri ve gruplar arasında nöron sayısı değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı. (p>0.05). Ancak gruplara göre değerlendirildiğinde hacim oranı değerlerinde yani gri madde hacmi/toplam lobus parietalis ve gri madde hacmi/toplam lobus temporalis oranında anlamlı farklılık elde edildi (p<0.05).

Anahtar kelimeler: *Epilepsi, Parietal lob, Pentylenetetrazol (PTZ), Stereoloji, Temporal lob.***Cite this article as:** Akyol, V., Cakmak, G. (2024). Stereological examination of parietal and temporal regions of the brain in rats induced with epilepsy with pentylenetetrazole. *Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences*, 14(2), 187-200. <https://doi.org/10.53518/mjavl.1520971>**MAKALE BİLGİSİ**

Geliş:

23.07.2024

Kabul:

10.11.2024

INTRODUCTION

The oldest known detailed source on epilepsy was found in the Mesopotamia Region as a result of archaeological excavations. Article 278 of the laws of the Babylonian King Hammurabi (1750 BC) states: “If a person buys a male or female slave and the slave develops bennu (epilepsy) disease within a month, he will return the slave to the seller and take back the money paid” was stated (Renger, 2016).

Stereology is actually a branch of science that allows interpretations to be made about the properties of three-dimensional structures with the data provided by two-dimensional sections obtained from three-dimensional structures (metallurgical, biological samples, etc.). Sections are two-dimensional examples passing through a structure. When two-dimensional sections are considered as components that shape the structure with three-dimensional intersecting planes, each building formation in these sections creates profiles (projections) with their size, length, number, area and volume ratios. These profiles are used to provide information about the components of the structure. However, the components of the structure that appear in the sections consist only of the representation of the structure to which they belong on the section plane. For this reason, making direct comments using the profiles obtained may be misleading due to the lack of real data on the three-dimensional properties of the components to which the profiles belong (Kaplan et al., 1997).

Epilepsy is one of the most common neurodegenerative diseases. It is characterized by recurrent, spontaneous seizures arising from abnormal electrical activity in the brain (McNamara, 1999). This epileptic seizure is defined by the International Association Against Epilepsy (ILAE) as “a temporary appearance of signs or symptoms due to abnormal, excessive or synchronized neural activity in the brain” (Fisher et al., 2005). Epileptic seizures are examined in three groups: partial (focal), generalized and unclassifiable. In partial epilepsy, excessive discharge of neurons occurs in a specific region of the cerebral hemisphere, whereas in generalized epilepsy, excessive discharge of neurons occurs in both hemispheres (Falco-Waltera et al., 2018). The effectiveness of anticonvulsant drug candidate chemicals, which form the basis for the history of epilepsy, was initiated by studies conducted on cats by Merrit and Putnam in the 1930s (Onat et al., 2013).

Today, there are many animal experimental models of epilepsy. The most commonly used of these is the pentylenetetrazol (PTZ) model, which enables primary generalized seizures to occur. Since the epileptic seizure patterns in this model are very similar to those in humans, the most commonly used agent is PTZ (McDonald and Barker, 1978; Paredes et al., 1989). PTZ is generally used in the dose range of 50-80mg/kg in experimental models. It shows its effectiveness with clonic convulsions occurring within 30 minutes after injection and lasting for 3-5 seconds, either in the front or back extremities alone or in the hind extremities alone (Onat et al., 2013).

The aim of this study is to calculate the total volumes of the lobus temporalis and lobus parietalis and the volumes of the grey matter regions using stereological methods and to reveal whether there is any change in the number of neurons in the grey matter.

MATERIAL AND METHODS

This study was conducted at the Experimental Medicine Application and Research Center, in accordance with the decision of the Van Yuzuncu Yil University Animal Experiments Local Ethics Committee dated 28.11.2019 and numbered 2019/11. This research was supported by Yuzuncu Yil University Scientific Research Projects Directorate as project number TDK-2020-8840. This article is summarized from the doctoral thesis “A Stereological Study on the Temporal and Parietal Region of the Brain in Male Rats with Epilepsy Applied by Pentylenetetrazole (PTZ)”. Laboratory studies were carried out in the research laboratories of Van Yuzuncu Yil University, Faculty of Veterinary Medicine Department of Anatomy and Faculty of Medicine, Department of Histology and Embryology.

In this study, 3-months-old healthy twenty adult male Wistar Albino rats with an average weight of 250 g were used. Experimental animals were housed in standard cages at the Experimental Medicine Application and Research Center in an environment with 12 hours of light, 12 hours of darkness and a temperature range

of 18-24°C. 20 male adult rats were divided into 2 groups: control and PTZ groups. The rats were divided into groups and kept for 10 days so that they could adapt to the new environment and group elements. After the waiting period, no experimental substance was given to the animals in the control group. In the PTZ group, 80 mg/kg PTZ was mixed into 0.5 ml of 0.9% physiological saline and administered as a single dose injection intraperitoneally. Observation was made for 30 minutes after the injection. It was observed that the rats, in which 6 behavioral change stages were detected according to the Racine scale, were in convulsion (Racine, 1972). Animals in both control and PTZ groups were perfused.

In perfusion application, ketas was given to the animals intraperitoneally at a dose of 50 mg/kg as an anesthetic agent. The animals were allowed to enter deep anesthesia. The skin, ribs and abdominal muscles were cut horizontally from the diaphragm border of the animals that had entered deep anesthesia. Access was made to the ventriculus sinister of the heart with a three-input and single-output cannula set. By administering 0.5cc heparin through the first cannula, the blood in the circulatory system was prevented from coagulating with the help of the heart.

After perfusion, the heads of the animals were dissected after being separated from the body, placed in 10% buffered formaldehyde and kept for 24 hours, and the calvaria, which is the dome of the fossa cranii, was removed and the cerebrum was exposed.

Cerebrum separated from meninges. The 24-hours fixing process was repeated. The lobus temporalis of the cerebrum was cut from its anterior and posterior borders. Since the lobus parietalis is located above the lobus temporalis and within the anterior and posterior borders of the lobus temporalis, the lobus parietalis was also dissected while the lobus temporalis was removed (Figure 1).



Figure 1. Separation of lobus parietalis and lobus temporalis from the cerebrum.

The part of the cerebrum, where both lobus temporalis and lobus parietalis are located, was divided into pieces considering the stereological fraction (f) sampling rate 1/1 (f1). Tissue tracking was applied to the dissected lobes. Then, the tissues were blocked with paraffin. Sections (f2) were taken from the obtained blocks in the form of 5µm thick parallel and serial sections at a ratio of 1/75. An average of 10 sections were obtained for each animal. Sections were stained with Hematoxylin-Eosin (Sikandar et al., 2013). It was viewed on a Zeiss 40 model light microscope. The resulting preparations were photographed under a microscope with a x1.25 microscope. The total volume of the lobus temporalis and lobus parietalis and the volume values of the grey matter regions were measured with a dotted area measurement ruler. Cell counting was performed using an unbiased counting frame on sample and observation section photographs taken at x100 objective magnification (Figure 2).

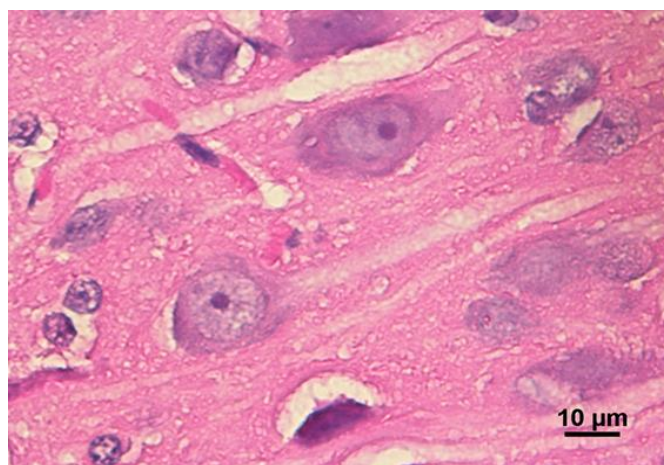


Figure 2. View of the neuron structure under the microscope $\times 200$ objective (Hematoxylin-Eosin).

Cavalieri's Principle was used to calculate the total volumes of lobus temporalis and lobus parietalis (Canan et al., 2002). The application of component volume ratios was used for the grey matter regions. Physical dissector Cavalieri Principle was used for cell counting (Ragbetli et al., 2010). Volume and cell count were calculated with the SHTEROM I program and transferred to the excel environment (Oguz et al., 2007; Cakmak et al., 2019) (Figure 3, Figure 4).

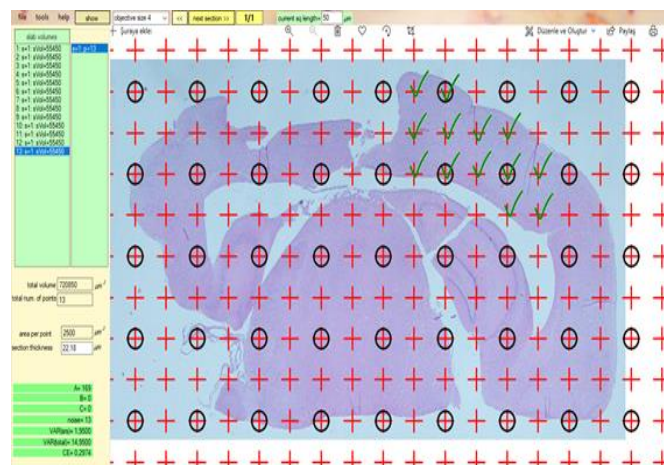


Figure 3. Dotted area measurement ruler (Shterom I program).

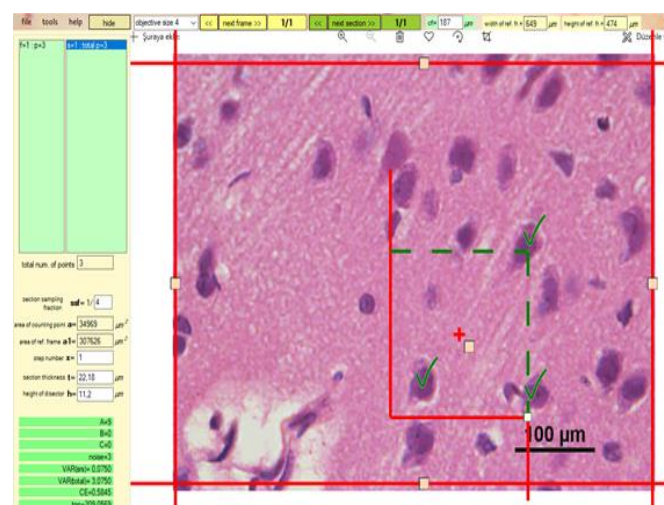


Figure 4. Unbiased counting frame in the sample cross section.

RESULTS AND DISCUSSION

Microanatomical Results

Cerebrum tissue taken from the control and PTZ groups was observed microscopically. In the cerebrum sections where Hematoxylin-Eosin staining was applied, the total cerebrum, grey matter region and neuron cells appeared structurally normal.

Measurement Results

Shrinkage rate of cerebrum tissue

As a result of the measurement of the cerebrum tissue on the preparation using a caliper, it was determined that the average size of the PTZ group increased by 0.02291 compared to the average size of the control group.

Comparison of volume of lobus temporalis and lobus parietalis regions, volume of the grey matter and number of neurons in control and PTZ groups

Table 1. Comparison control and PTZ groups. of total lobus parietalis and lobus temporalis brain volume values in the

| Total lobus temporalis and lobus parietalis volume (cm ³) | | | |
|---|---------------|--------|-----------|
| | Control Group | | PTZ Group |
| C 1 | 0.5904 | PTZ 1 | 0.5630 |
| C 2 | 0.6696 | PTZ 2 | 0.6486 |
| C 3 | 0.7866 | PTZ 3 | 0.6898 |
| C 4 | 0.6638 | PTZ 4 | 0.7074 |
| C 5 | 0.5558 | PTZ 5 | 0.5540 |
| C 6 | 0.6088 | PTZ 6 | 0.5360 |
| C 7 | 0.6106 | PTZ 7 | 0.6070 |
| C 8 | 0.7086 | PTZ 8 | 0.6214 |
| C 9 | 0.5142 | PTZ 9 | 0.7902 |
| C 10 | 0.5320 | PTZ 10 | 0.6660 |
| Mean | 0.6240 | Mean | 0.6383 |

C: Control group, PTZ: Pentylentetrazole group.

Stereological measurements made on the sections of the control and PTZ groups, total lobus temporalis and lobus parietalis volume and grey matter volume results were obtained in cm³. Neuron number measurement results were determined in units (Table 1).

According to these obtained values, the highest total lobus temporalis and lobus parietalis brain volume value in the control group was 0.7866 cm³ and the lowest was 0.5142 cm³. In the control group, the mean total lobus temporalis and lobus parietalis brain volume value was determined as 0.6240 cm³. In the PTZ group, the highest total lobus temporalis and lobus parietalis brain volume values were 0.7902 cm³ and the lowest were 0.536 cm³. In the PTZ group, the mean total lobus temporalis and lobus parietalis brain volume value was calculated as 0.6383 cm³ (Table 1).

Table 2. Comparison of the grey matter volume values of total lobus parietalis and lobus temporalis in control and PTZ groups.

| Volume of the grey matter (cm ³) | | | |
|--|---------------|--------|-----------|
| | Control Group | | PTZ Group |
| C 1 | 0.1331 | PTZ 1 | 0.1247 |
| C 2 | 0.1510 | PTZ 2 | 0.1436 |
| C 3 | 0.1724 | PTZ 3 | 0.1527 |
| C 4 | 0.1497 | PTZ 4 | 0.1566 |
| C 5 | 0.1253 | PTZ 5 | 0.1227 |
| C 6 | 0.1373 | PTZ 6 | 0.1187 |
| C 7 | 0.1377 | PTZ 7 | 0.1344 |
| C 8 | 0.1598 | PTZ 8 | 0.1376 |
| C 9 | 0.1160 | PTZ 9 | 0.1750 |
| C 10 | 0.1360 | PTZ 10 | 0.1474 |
| Mean | 0.1418 | Mean | 0.1413 |

C: Control group, PTZ: Pentylene-tetrazole group.

When the control and PTZ groups were evaluated in terms of the mean total lobus temporalis and lobus parietalis brain volume values, it was determined that the volume value in the PTZ group increased by approximately 2.29% compared to the control group (Table 1).

The grey matter volume values of the lobus temporalis and lobus parietalis regions in the control and PTZ groups were calculated using stereological methods. According to the values given in table 2, the highest grey matter volume value in the control group was 0.1724 cm³, the lowest was 0.116 cm³, and the mean volume value was determined as 0.1418 cm³. In the PTZ group, the highest grey matter volume value was determined as 0.175 cm³ and the lowest was 0.1187 cm³, while the mean volume value was calculated as 0.1413 cm³. When the grey matter volume mean of the control and PTZ groups were compared, it was determined that there was an approximately 0.35% decrease in the PTZ group compared to the control group (Table 2).

Table 3. Comparison of the number of neurons in the lobus temporalis and lobus parietalis regions in the control and PTZ groups.

| Number of Neurons | | | |
|-------------------|---------------|--------|-----------|
| | Control Group | | PTZ Group |
| C 1 | 11600000 | PTZ 1 | 11532000 |
| C 2 | 12230000 | PTZ 2 | 12396000 |
| C 3 | 12798000 | PTZ 3 | 12542000 |
| C 4 | 12050000 | PTZ 4 | 12722000 |
| C 5 | 11420000 | PTZ 5 | 11514000 |
| C 6 | 12325000 | PTZ 6 | 11364000 |
| C 7 | 12418000 | PTZ 7 | 12300000 |
| C 8 | 12659000 | PTZ 8 | 12346000 |
| C 9 | 11306000 | PTZ 9 | 12344000 |
| C 10 | 11369000 | PTZ 10 | 12432000 |
| Mean | 12017500 | Mean | 12149200 |

C: Control group, PTZ: Pentylene-tetrazole group.

The number of neurons in the lobus temporalis and lobus parietalis regions in the control and PTZ groups was calculated using stereological methods. According to the obtained values, the highest number of neurons in the control group was 12798000 cells and the lowest was 11306000 cells, while the mean number of neurons was counted as 12017500 cells. In the PTZ group, the highest number of neurons was determined to be 12722000 and the lowest was 11364000, while the mean number was calculated to be 12149200. When the number of neurons in the control and PTZ groups was compared in terms of mean values, it was observed that there was an approximately 1.09% increase in cells in the PTZ group compared to the control group (Table 3).

Table 4. Coefficient of Variance (CV) values of the brain volume of the total lobus parietalis and lobus temporalis regions of the groups, the grey matter volume and number of neurons.

| Groups | Total lobus temporalis and lobus parietalis brain volume (CV) | Brain grey matter volume (CV) | Number of neurons (n) (CV) |
|--------|---|-------------------------------|----------------------------|
| C | 0.13 | 0.11 | 0.10 |
| PTZ | 0.12 | 0.12 | 0.11 |

C: Control group, PTZ: Pentylene-tetrazole group.
CV= Coefficient of Variance (interindividual variation).

In the control and PTZ groups, the Coefficient of Variance (CV) value, defined as the ratio of the total lobus temporalis and lobus parietalis brain volume, brain grey matter volume and neuron number standard deviation to the arithmetic mean and multiplied by one hundred, was calculated (Table 4). Table 4 was used in the calculation. The fact that the inter-individual variation values in both groups was between 0.10 and

0.13 showed that the number of rats used in the study was sufficient and inter-individual variation did not affect the results (Table 4).

Table 5. Average Coefficient of Error (CE) values of the brain volume of the total lobus parietalis and lobus temporalis regions of the groups, grey matter volume and number of neurons.

| Groups | Total lobus temporalis and lobus parietalis brain volume (CE) | Brain grey matter volume (CE) | Nöron sayısı (n) (CE) |
|--------|---|-------------------------------|-----------------------|
| C | 0.045 | 0.048 | 0.046 |
| PTZ | 0.042 | 0.044 | 0.039 |

C: Control group, PTZ: Pentylene-tetrazole group.
CE: Coefficient of Error.

Coefficient of Error (CE), obtained by dividing the standard deviation to the arithmetic mean, was calculated separately for the total lobus temporalis and lobus parietalis brain volume, brain grey matter volume and number of neurons in the control and PTZ groups (Table 5). The results obtained showed that this value was below 5%.

Statistical Analysis

In this study, the power of each variable was determined as at least 0.80 and the type 1 error was 0.05 in calculating the sample size of the study. Descriptive statistics for continuous variables in our study are expressed as mean, standard deviation, median, minimum and maximum. Whether the measurements in the study were normally distributed or not was analyzed with Shapiro-Wilk ($n < 50$) and Skewness-Kurtosis tests, and nonparametric tests were applied because some measurements did not show normal distribution and the number of samples was insufficient. Mann-Whitney-U Test was used to compare measurements by groups. Spearman correlation coefficients were calculated to determine the relationships between measurements, separately in the groups in the study. In the calculations, the statistical significance level (α) was taken as 5% and the Statistical Package for the Social Sciences (SPSS (IBM SPSS for Windows, ver.25)) statistical package program was used for the calculations.

Table 6. Statistical comparison of total lobus parietalis and lobus temporalis brain volume, grey matter/volume, number of neurons and grey matter /total lobus parietalis and lobus temporalis brain volume values of the groups.

| | Groups | Mean | Std. Dev. | Median | Min. | Max. | *p. |
|---|---------|----------|-----------|----------|----------|----------|------|
| Total lobus temporalis and lobus parietalis brain volume (cm ³) | Control | .6240 | .0843 | .6097 | .5142 | .7866 | .650 |
| | PTZ | .6383 | .0788 | .6350 | .5360 | .7902 | |
| | Total | .6312 | .0798 | .6160 | .5142 | .7902 | |
| Brain grey matter volume (cm ³) | Control | .1418 | .0166 | .1375 | .1160 | .1724 | .940 |
| | PTZ | .1413 | .0174 | .1406 | .1187 | .1750 | |
| | Total | .1416 | .0166 | .1377 | .1160 | .1750 | |
| Number of brain neurons (n) | Control | 12017500 | 555774.6 | 12140000 | 11306000 | 12798000 | .496 |
| | PTZ | 12149200 | 485758.2 | 12345000 | 11364000 | 12722000 | |
| | Total | 12083350 | 512493.5 | 12312500 | 11306000 | 12798000 | |
| Grey matter/total lobus temporalis and lobus parietalis brain volume | Control | .2279 | .0100 | .2255 | .2192 | .2556 | .002 |
| | PTZ | .2214 | .0001 | .2214 | .2213 | .2215 | |
| | Total | .2247 | .0076 | .2215 | .2192 | .2556 | |

* Significance levels according to Mann-Whitney-U test results.

The difference between groups receiving different names or letters is significant ($P < 0.05$).

C: Control group, PTZ: Pentylene-tetrazole group.

Std. Dev: Standard deviation, Min.: Minimum, Max.: Maximum.

In the table above, total lobus temporalis and lobus parietalis brain volume (cm³), brain grey matter volume (cm³), number of neurons in total lobus temporalis and lobus parietalis (n) and the grey matter/total lobus temporalis and lobus parietalis brain volume measurement values are divided into groups. Comparison results are given accordingly. Accordingly, when table 6 is examined, no statistically significant difference was observed in total lobus temporalis and lobus parietalis brain volume values according to groups

($p > 0.05$). In other words, total lobus temporalis and lobus parietalis brain volume measurements were found to be statistically similar in both groups. However, microanatomically, it was determined that the total lobus temporalis and lobus parietalis brain volume was higher in the PTZ group than in the control group. Similarly, no statistically significant difference was observed between the groups in the grey matter volume measurement of the lobus temporalis and lobus parietalis regions ($p > 0.05$) (Table 6). In other words, the grey matter volume measurement of the lobus temporalis and lobus parietalis regions was found to be similar in both groups.

No statistically significant difference was observed in the number of neurons in the lobus temporalis and lobus parietalis regions according to the groups ($p > 0.05$) (Table 6). When these values were examined statistically, the number of neurons in the lobus temporalis and lobus parietalis regions was found to be similar in the PTZ and control groups.

On the other hand, a statistically significant difference was detected in the grey matter/total lobus temporalis and lobus parietalis brain volume values according to the groups ($p < 0.05$) (Table 6). Thus, the grey matter/total lobus temporalis and lobus parietalis brain volume values were found to be lower in the PTZ group compared to the control group. In fact, when the volume values of the grey matter and total lobes were calculated separately and the volume values and number of neurons were evaluated statistically in the control and PTZ groups, no significant difference was detected. No statistical differences could be determined within and between groups in the grey matter/total lobus temporalis and lobus parietalis brain volume values and number of neurons for each group. However, differences were detected in grey matter/total lobus temporalis and lobus parietalis volume values in both groups. Accordingly, it has been noticed that the separate statistics are independent of the grey matter/total lobus temporalis and lobus parietalis volume values. According to scientific opinion, it can be concluded that this statistical difference is due to the cell background material in both volumes or the change in glial cells that have not been counted.

Table 7. Correlation analysis results between the grey matter volume (cm^3) and neuron number (n) measurements of lobus temporalis and lobus parietalis regions in the control group.

| | | Total lobus temporalis and lobus parietalis brain volume (cm^3) | Brain grey matter volume (cm^3) |
|--|----|--|--|
| Brain grey matter volume (cm^3) | r | .964* | |
| | p. | .001 | |
| Number of neurons in total lobus temporalis and lobus parietalis (n) | r | .903* | .867* |
| | p. | .001 | .001 |

* $p < 0.05$ r: Coefficients of Spearman correlation.

When the inter-measurement correlation analysis results in the control group given in Table 7 were evaluated, a statistically significant relationship was found between the total lobus temporalis and lobus parietalis brain volume and the grey matter volume of the lobus temporalis and lobus parietalis regions ($p < 0.05$). This situation was found to be 96.4% positive. In other words, as the total lobus temporalis and lobus parietalis brain volume increases, the grey matter volume of the lobus temporalis and lobus parietalis regions also increases.

Similarly, a statistically significant relationship was observed between the total lobus temporalis and lobus parietalis brain volume and the number of neurons in the lobus temporalis and lobus parietalis regions ($p < 0.05$) (Table 7). This significant relationship was found to be 90.3% positive. In other words, as the total lobus temporalis and lobus parietalis brain volume increases, the number of neurons in the lobus temporalis and lobus parietalis regions also increases.

In the control group, a statistically significant relationship was detected between the grey matter volume of the lobus temporalis and lobus parietalis regions and the number of neurons in the lobus temporalis and lobus parietalis regions ($p < 0.05$) (Table 7). This relationship was found to be 86.7% positive. In other words, as the number of neurons in the lobus temporalis and lobus parietalis regions increases, the grey matter volume of the lobus temporalis and lobus parietalis regions also increases. On the other hand, no statistically significant

relationship was found between the grey matter volume/total lobus temporalis and lobus parietalis brain volume and the number of neurons in the lobus temporalis and lobus parietalis regions ($p>0.05$) (Table 7).

Table 8. Correlation analysis results between the grey matter volume (cm^3) and neuron number (n) measurements of lobus temporalis and lobus parietalis regions in the PTZ group.

| | | Total lobus parietalis and lobus temporalis brain volume (cm^3) | The grey matter of the lobus temporalis and lobus parietalis regions volume (cm^3) |
|---|----|--|---|
| The grey matter of the lobus temporalis and lobus parietalis regions volume (cm^3) | r | .995* | |
| | p. | .001 | |
| Number of neurons in lobus temporalis and lobus parietalis regions (n) | r | .818* | .817* |
| | p. | .002 | .004 |

* $p<0.05$ r: Coefficients of Spearman correlation.

Table 8 shows the correlation analysis results between measurements in the PTZ group. According to the data obtained as a result of the analysis, a statistically significant relationship was detected between the total lobus temporalis and lobus parietalis brain volume and the grey matter volume of the lobus temporalis and lobus parietalis regions ($p<0.05$). This relationship was found to be 99.5% positive. In other words, as the total lobus temporalis and lobus parietalis brain volume increases in the group given PTZ, the grey matter volume of the lobus temporalis and lobus parietalis regions also increases.

Similarly, in the PTZ group, a statistically significant relationship was found between the total lobus temporalis and lobus parietalis brain volume and the number of neurons in the lobus temporalis and lobus parietalis regions ($p<0.05$) (Table 8). This value was found to be 81.8% positive. In other words, as the total lobus temporalis and lobus parietalis brain volume increases, the number of neurons in the lobus temporalis and lobus parietalis regions also increases.

In animals with PTZ, a statistically significant relationship was detected between the grey matter volume of the lobus temporalis and lobus parietalis regions and the number of neurons in the lobus temporalis and lobus parietalis regions ($p<0.05$) (Table 8). It was observed that this relationship was 81.7% positive. In other words, as the number of neurons in the lobus temporalis and lobus parietalis regions increases, the grey matter volume of the lobus temporalis and lobus parietalis regions also increases.

When the the grey matter/total temporal and parietal lobe brain volume and the number of neurons in the lobus temporalis and lobus parietalis regions were evaluated, a statistically significant relationship was detected between them ($p<0.05$) (Table 8). This situation was found to be 81.2% positive. In other words, as the brain volume ratio of the grey matter/lobus temporalis and lobus parietalis increases, the number of neurons in the lobus temporalis and lobus parietalis regions also increases.

DISCUSSION

Epilepsy is a disease that directly affects the cortex cerebri (Pardoe et al., 2017). Models of epilepsy have emerged as a result of testing molecules used to produce anticonvulsant drugs (Onat et al., 2013; Uslu and Kulaksızoğlu, 2018).

In order to examine the effect of topiramate, one of the epilepsy drugs produced in the 1990s, on neurons, Sonat and Balci (2010) created experimental epilepsy with pilocarpine. The experiment was conducted with the occurrence of numerous tonic-clonic seizures with a single intraperitoneal injection of 380 mg/kg pilocarpine, which is considered a high dose (Sonat and Balci, 2010). In our study, a dose of 80mg/kg, which is considered a high dose, was preferred in the experimental epilepsy model created using PTZ. As a result of the application of this dose, tonic-clonic contractions were observed in the animals, similar to the results obtained with pilocarpine applied at a dose of 380 mg/kg by Sonat and Balci (2010).

In a thesis study conducted in 2008, an epilepsy model (status epilepticus) was created by administering lithium (127 mg/kg) and low dose pilocarpine (50mg/kg) to rats intraperitoneally (i.p.). In this application, lithium and pilocarpine are dissolved in distilled water and administered i.p. in 0.2 ml. It was carried out by injection (Yetismis, 2008). In this study, 80 mg/kg PTZ was mixed into 0.5 ml of 0.9% physiological saline and administered as a single dose injection intraperitoneally. The study does not agree with the study conducted by Yetismis (2008) both in terms of the chemical substance used in the epilepsy model and in terms of dosage. Additionally, Yetismis (2008) used two different chemicals to be able to create epilepsy. However, in this study, the use of PTZ in a single dose was preferred. Thus, the animals used in the experimental study were kept under less stress. While Yetismis (2008) applied the status epilepticus model in his study, the generalized model was preferred in this study. Both studies also differ in the choice of creating an epilepsy model.

In an experimental study, a single dose of PTZ 35 mg/kg was given intraperitoneally to rats and the number of c-fos positive neurons in the lobus dexter cerebri was calculated by immunohistochemical method. As a result, it was determined that there was an increase in the number of c-fos positive neurons (Cetindag et al., 2021). While the chemical substance and method used in this study are similar to the study conducted by Cetindag et al., (2021), there are differences in the doses applied. In addition, although they are similar in terms of neuron count, Cetindag et al., (2021) preferred immunohistochemical staining, while the Hematoxylin-Eosin staining method was chosen in this study. However, as a result, a neuron count was made. While Cetindag et al., (2021) found an increase in the number of c-fos positive neurons in his study, no statistical difference was detected in the neuron count in this study. Similar to the study conducted by Cetindag et al., (2021), Willoughby et al., (1997) preferred the immunohistochemical method to calculate the number of c-fos positive neurons. They found that there was an increase in the number of c-fos positive neurons in both the hippocampus and cortex with the intravenous administration of 10 mg/kg kainic acid to rats. Unlike the current study, no increase in the number of neurons was found in this study.

It was examined whether there was neuronal loss in the dentate gyrus in the experimental epilepsy model created by administering kainic acid with an average dose of 32 mg/kg. Fewer neurons were observed in the subject group than in the control group (Buckmaster and Dudek, 1997). Our study differs from this study in terms of both chemical PTZ application and the substantia grisea areas of the lobus temporalis and lobus parietalis regions. However, although we counted neurons in a similar manner, no change was detected between the groups in our study in terms of the number of neurons.

In a study, an audiogenic epilepsy model was created by exposing rats to 110–120 dB sound stimuli for 90 seconds, and the colliculus superior sinister and dexter were evaluated with the stereological method. While there was a statistically significant difference in terms of total number of neurons in the colliculus superioris dextra between the control and epilepsy groups, it was determined that there was no statistically significant difference between the control group and the epilepsy group in the colliculus superioris sinistra (Keloglan et al., 2017). Although the fact that neuron counting was performed in cortex cerebri made a difference in our study, the number of neurons was calculated in a similar way.

In the study conducted by Courchesne et al., (2000), the volume of the grey matter in the Cortex cerebri in healthy children and adults increased by 13% between early childhood (between 19-33 months, average 26 months) and late childhood (6-9 years), and then it increased by 1% every 10 years. They found that it decreased by 5% (2000). Bonilha et al., (2004) found that there was a significant decrease in cortex cerebri and the subcortical grey matter in adults with temporal lobe epilepsy. In a study, no significant difference was found in cerebrum volumes in volume measurements taken from radiological images between epileptic and healthy adults and patients with partial and generalized epileptic disorder in the epilepsy group (Bonilha et al., 2004).

In another study where stereological measurements were obtained using the Cavalieri method, a total of 100 children, 50 females and 50 males, between the ages of 3-16 were used. In the study, cranial magnetic resonance images and volumetric measurements of cerebral cortex, the cerebral white matter, cerebrum, cerebellum and total brain were taken retrospectively in children with generalized and partial seizures diagnosed with idiopathic epilepsy. The brain volume values obtained between the partial and generalized seizure groups were compared and no statistically significant difference was detected. However, asymmetry

in cerebral cortex volume was detected in both seizure groups (Adanir, 2019). In this study, the physical dissector method was used and the volume measurement values on the obtained sections were carried out using the Cavalieri's Principle, one of the stereological calculation methods. This study is not similar to existing studies in obtaining measurement values. However, as stated in both literatures, no difference or change in the volume values of the lobus temporalis and lobus parietalis regions of the PTZ group was detected in this study. However, this study on the experimental epilepsy model differs from the study conducted by Adanir (2019) in terms of lobus temporalis and lobus parietalis total volume measurement and neuron count, which are targeted to be determined in this study.

In a different study on Temporal Lobe Epilepsy (TLE), the lobus temporalis/telencephalon volume ratio was examined on 30 healthy women and 30 female patients with lobus temporalis epilepsy as a control group. In this investigation, stereological measurements were made using the Cavalieri method on magnetic resonance images (MRI). In the calculation of the lobus temporalis/telencephalon volume ratio, it was determined that the patient group was significantly lower than the healthy participants. In this study, stereological measurement was obtained using the Cavalieri method, and it is similar to the methodological calculation method made by Kurkcuoglu et al., (2010) in terms of the use of the stereological method. Although the epilepsy-focused lobus temporalis/telencephalon volume ratio study of Kurkcuoglu et al., (2010) was similar to this study, it differed in terms of volume and neuron counts of the lobus parietalis region other than the lobus temporalis. Additionally, when the results were evaluated, no statistically significant difference could be detected in the grey matter/total lobus temporalis and lobus parietalis volume values between the control and PTZ groups in this study.

Bonilha et al., (2004) found that there was a significant decrease in cortex cerebri and subcortical the grey matter in adults with temporal lobe epilepsy. Epilepsy is a disease that directly affects the cortex cerebri (Bartzokis et al., 2001). Bartzokis et al., (2001). stated that there is a significant decrease in lobus frontalis and lobus temporalis the grey matter volumes with age in healthy men (Bartzokis et al., 2001). In another study conducted in healthy adults, cortex cerebri volume was found to decrease with age (Jernigan et al., 2001). In one of the studies examining the cortex cerebri volume, it was reported that the development of the cortex cerebri does not follow a constantly increasing graph, but increases until a certain age in both men and women and then begins to decrease (Giedd et al., 1999). In this study, lobus temporalis and lobus parietalis volume and the grey matter volume were calculated, similar to the studies mentioned. Our study is exactly similar to existing studies in terms of the regions selected for volume calculations. In addition, although there is an age factor in the mentioned literature, adult rats were used in our study. Therefore, it is not possible to talk about an age-dependent increase or decrease in volume values for this study.

In a study, no significant difference was found in cerebrum volumes in volume measurements taken from radiological images between epilepsy and healthy adults and patients with partial and generalized epileptic disorder in the epilepsy group (Hagemann et al., 2002). In a different literature, in a volume study conducted on radiological imaging in healthy adults with epilepsy, no significant difference was found in cerebrum volumes between both groups (Adanir, 2019). In this study, the physical dissector method was used and the volume measurement values on the obtained sections were carried out using the Cavalieri's Principle, one of the stereological calculation methods. This study is not similar to existing studies in obtaining measurement values. However, as stated in both literatures, no difference or change in the volume values of the lobus temporalis and lobus parietalis regions of the PTZ group was detected in this study.

In a thesis study, the temporal lobe epilepsy (TLE) model was created based on neuropathological findings. For creating this model, kainic acid was injected unilaterally into the dorsalis hippocampus. In this model, kainic acid (KA) caused acute status epilepticus that ended within 24 hours (Rehimli, 2013). In our study, intraperitoneally administered PTZ focused only on the lobus temporalis and lobus parietalis, and the volumetric and cellular changes in these lobes were examined. Rehimli (2013) injected kainic acid into the unilateral dorsalis hippocampus to create the TLE model and thus developed a local working method. Our study is different in this aspect. Additionally, Rehimli (2013) observed the study for 24 hours to create the acute status epilepticus model. However, this study is an acute study and the observation period was determined as 30 minutes. Unlike the acute status epilepticus model, this study is generalized.

Considering the mean values in the PTZ group compared to the control group in the study, it was determined that the number of neurons increased by approximately 1.09% and the total lobus temporalis and lobus parietalis brain volume values increased by 2.29%. However, it was determined that there was a decrease of approximately 0.35% in the grey matter mean volume value of the lobus temporalis and lobus parietalis regions and approximately 2.28% decrease in the grey matter/total lobus temporalis and lobus parietalis brain volume value.

CONCLUSION

As a result, in our study, no statistically significant change was detected in the total lobus temporalis and lobus parietalis brain volume measurement and the grey matter volume measurement of the lobus temporalis and lobus parietalis regions according to the groups. However, in the study, a statistically significant difference was observed between the control and PTZ groups in the brain volume of the grey matter/total lobus temporalis and lobus parietalis. Especially the grey matter/total lobus temporalis and lobus parietalis brain volume values were found to be lower in the PTZ group. However, this value does not change in the control group. This difference only becomes apparent when the grey matter volume values are compared to total lobus temporalis and lobus parietalis volume values. It was determined that the volume values of the lobus temporalis and lobus parietalis regions, which were statistically calculated separately, were independent of the proportional values. It was determined that this difference was not due to the change in the amount of neurons and volume. It has been revealed that the decrease in the grey matter/total lobus temporalis and lobus parietalis brain volume ratio detected in the PTZ group may be due to the decrease in the number of glial cells or the intercellular ground substance and that more detailed studies on this subject are necessary.

As a result of the literature review, it was determined that there are a limited number of anatomical and stereological studies on epilepsy. It is thought that this study may contribute to both epilepsy and stereological studies. As a result of the research, it was concluded that the relationship determined between the volumetric data calculated by stereological methods will contribute significantly to the morphology of the region. As a result, we believe that the data obtained and presented will contribute significantly to eliminating the deficiencies in these issues and can also form the basis for different stereological studies on the nervous system.

ACKNOWLEDGEMENTS

This article is summarized from the doctoral thesis “A Stereological Study on the Temporal and Parietal Region of the Brain in Male Rats with Epilepsy Applied by Pentylentetrazole (PTZ)”. We would like to thank to Van Yuzuncu Yil University Scientific Research Projects Directorate for their supporting.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declared no conflict of interest.

AUTHOR CONTRIBUTION

All authors contributed equally.

ETHICAL APPROVAL

This study was conducted at Experimental Medicine Application and Research Center, in accordance with the decision of Van Yuzuncu Yil University Animal Experiments Local Ethics Committee dated 28.11.2019 and numbered 2019/11. There was no tampering with the data collected and this study was not sent to any other academic publication environment for evaluation.

REFERENCES

Adanir, S. S. (2019). *The evaluation of brain volume development in children with epilepsy on the magnetic rezonans imaging by stereological method* (Master thesis), Gaziantep University, Health Sciences Institute, Gaziantep.



- Bartzokis, G., Beckson, M., Lu, P. H., Nuechterlein, K. H., Edwards, N., & Mintzet, J. (2001). Age related changes in frontal and temporal lobe volumes in men: a magnetic resonance imaging study. *Archives of General Psychiatry*, 58(5), 461-465. doi: 10.1001/archpsyc.58.5.461
- Bonilha, L., Rorden, C., Castellano, G., Pereira, F., Rio, P. A., Cendes, F., & Li, L. M. (2004). Voxel-based morphometry reveals gray matter network atrophy in refractory medial temporal lobe. *Archives of Neurology*, 61(9), 379-1384. doi: 10.1111/j.1528-1167.2007.01485.x
- Buckmaster, P. S., & Dudek, F. E. (1997). Neuron loss, granule cell axon reorganization, and functional changes in the dentate gyrus of epileptic kainate-treated rats. *Journal of Comparative Neurology*, 385(3), 385-404. doi: 10.1002/(SICI)1096-9861(19970901)385:3<385::AID-CNE4>3.0.CO;2-%23
- Canan, S., Sahin, B., Odaci, E., Unal, B., Aslan, H., Bilgic, S., & Kaplan, S. (2002). Estimation of the reference volume, volume density and volume ratios by a stereological method: Cavalieri's Principle. *Turkiye Klinikleri Journal of Medical Sciences*, 22, 7-14.
- Cetindag Ciltas, A., Ozdemir, E., Gumus, E., Taskiran, A. S., Gunes, H., & Arslan, G. (2021). The anticonvulsant effects of alpha-2 adrenoceptor agonist dexmedetomidine on pentylentetrazole-induced seizures in rats. *Neurochemical Research*, 47(2), 305-314. doi:10.1007/s11064-021-03445-4
- Courchesne, E., Chisum, H. J., Townsend, J., Cowles, A., Covington, J., Egaas, B., Harwood, M., Hinds, S., & Press GA. (2000). Normal brain development and aging: quantitative analysis at in vivo MR imaging in healthy volunteers. *Radiology*, 216(3), 672-682. doi: 10.1148/radiology.216.3.r00au37672
- Çakmak, G., Karadag, H. (2019). A Morphological and stereological study on calculation volume values of thoracic segments of geese. *Folia Morphologica*, 78(1), 145-152. doi: 10.5603/FM.a2018.0115
- Falco-Waltera, J. J., Schefferb, I. E., & Fisher, R. S. (2018). The new definition and classification of seizures and epilepsy. *Epilepsy Research*, 139, 73-79. doi: 10.1016/j.epilepsyres.2017.11.015
- Fisher, R. S., Boas, W. E., Blume, W., Elger, C., Genton, P., Lee, P., & Engel, J. Jr. (2005). Epileptic seizures and epilepsy: definitions proposed by the international league against epilepsy (ILAE) and the international bureau for epilepsy (IBE). *Epilepsia*, 46(4), 470-472. doi: 10.1111/j.0013-9580.2005.66104.x
- Giedd, J. N., Blumenthal, J., Jeffries, N., Castellanos, F. X., Liu, H., Zijdenbos, A., Paus, T., Evans, A. C., & Rapoport, J. L. (1999). Brain development during childhood and adolescence: A longitudinal MRI study. *Nature Neuroscience*, 2(10), 861-863. doi: 10.1038/13158
- Hagemann, G., Lemieux, L., Free, S. K., Krakow, K., Everitt, A. D., Kendall, B. E., Stevens, J. M., & Shorvon, S. D. (2002). Cerebellar volumes in newly diagnosed and chronic epilepsy. *Journal of Neurology*, 249, 1651-1658. doi: 10.1007/s00415-002-0843-9
- Jernigan, T. L., Archibald, S. L., Fennema-Notestine, C., Gamst, A. C., Stout, J. C., Bonner, J., & Hesselink, J. R. (2001). Effects of age on tissues and regions of the cerebrum and cerebellum. *Neurobiology Aging*, 22(4), 581-594. doi: 10.1016/S0197-4580(01)00217-2
- Kaplan, S., Canan, S., Şahin, B., & Ünal, B. (1997). *Stereolojik Metotlar ve Uygulamaları Kursu Notları*, Ondokuz Mayıs University, Samsun, Türkiye.
- Keloglan, S., Tasci, N., Kaplan, S., & Marangoz, C. (2017). Assessment of superior colliculus with a stereological method in audiogenic epilepsy-prone wistar rats epilepsi. *Archives of Epilepsy*, 23(1), 7-12. doi: 10.14744/epilepsi.2016.48802
- Kurkcuoglu, A., Zagyapan, R., & Pelin, C. (2010). Stereological evaluation of temporal lobe/telencephalon volume in temporal lobe epilepsy using the Cavalieri Principle. *Turkish Neurosurgery*, 20(3), 358-363. doi: 10.5137/1019-5149.JTN.3146-10.0
- Mcdonald, R. L., & Barker, J. L. (1978). Different actions of anticonvulsant and anesthetic barbiturates revealed by use of cultured mammalian neurons. *Science*, 200(4343), 775-777. doi: 10.1126/science.205953
- McNamara, J. O. (1999). Emerging insights into the genesis of epilepsy. *Nature*, 399(6738 Suppl), 415-422. doi: 10.1038/399a015
- Oguz, E. O., Conkur, E. S., & Sari, M. (2007). Shtereom I Simple Windows ® Based Software for stereology. Volume and number estimations. *Image Analysis and Stereology*, 26(1), 45-50. doi: 10.5566/ias.v26.p45-50
- Onat, F., Van Luijtelaa, G., Nehlig, A. O., & Snead III, C. (2013). The involvement of limbic structures in typical and atypical absence epilepsy. *Epilepsy Research*, 103(2-3), 111-123. doi: 10.1016/j.epilepsyres.2012.08.008
- Pardoe, H. R., Cole, J. H., Blackmon, K., Thesen, T., Kuzniecky, R., & Investigators H. E. P. (2017). Structural brain changes in medically refractory focal epilepsy resemble premature brain aging. *Epilepsy Research*, 133, 28-32. doi: 10.1016/j.epilepsyres.2017.03.007
- Paredes, G. S., Otero, R. S., & Alvers, E. M. (1989). Experimental spike and wave discharges induced by pentylentetrazole and tolerance to repeated injections: an electrophysiological and biochemical study. *Epilepsy Research*, 4(2), 139-146. doi: 10.1016/0920-1211(89)90018-1
- Racine, R. J. (1972). Modification of seizure activity by electrical stimulation: II. Motor seizure. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 32(3), 281-294. doi: 10.1016/0013-4694(72)90177-0
- Ragbetli, M. C., Aydinlioglu, A., Koyun, N., Yayici, R., & Arslan, K. (2010). Total neuron numbers in CA1-4 sectors of the dog hippocampus. *Indian Journal of Medical Research*, 131, 780-785.



- Rehimli, T. (2013). *The expression of group I metabotropic glutamate receptors and the effect of levetiracetam on it in intrahippocampal kainic acid injection epilepsy model*. (Master Thesis). Hacettepe University, Health Sciences Institute, Ankara.
- Renger, J. M. (2016). *The Code of Hammurabi the Encyclopaedia Britannica*. <http://www.1.umn.edu/humanarts/>. Access date: 12/01/2020.
- Sikandar, A., Cheema, A. H., Younus, M., & Zaneb, H. (2013). Mycobacterium avium subspecies paratuberculosis multibacillary infection (Johne's disease) in a Teddy goat. *Pakistan Veterinary Journal*, 33(2), 260-262.
- Sonat, A. F., & Balci, F. (2010). The Effect of topiramate on neurons in epilepsy which is created with pilocarpin in rats. *Uludag University Journal of Veterinary Medicine Research* 29(2), 1-7.
- Uslu, F. İ., & Kulaksızoğlu, I. B. 2018. *Epilepsi ve Psikoz*. In: Bora, İ. H., Yeni, N., Gürses, C., editors. *Epilepsi*. (2nd Ed.) Istanbul, Nobel Tıp Kitabevleri.
- Willoughby, J. O., Mackenzie, L., Medvedev, A., & Hiscock, J. J. (1997). Fos induction following systemic kainic acid: Early expression in hippocampus and later widespread expression correlated with seizure. *Neuroscience*, 77(2), 379-392. doi: 10.1016/S0306-4522(96)00462-9
- Yetismis, M. R. (2008). *The effects of experimental brain damage induced by epilepsy model on the behaviour of basal cells in the subventricular zone, olfactory bulb and olfactory mucosa*. (Master Thesis). Celal Bayar University, Health Sciences Institute, Manisa.

Research Article

Evaluation of The Effects of *Tarantula Cubensis* Alcohol Extract and Sorafenib Treatments on P21 Protein, Total Antioxidant Capacity and Metabolic Profile in Experimental Rats Hepatocellular Carcinoma

Serdar VANLI ¹, Firuze KURTOGLU ², Beyza Suvarikli ALAN ³, Gokhan AKCAKAVAK ^{4*}, Ozgur OZDEMIR ⁵

¹ Ministry of Agriculture and Forestry, Ilgin District Directorate of Agriculture and Forestry, Konya, Türkiye.

^{2,3} Department of Biochemistry, Faculty of Veterinary sciences, Selcuk University, Konya, Türkiye.

⁴ Department of Pathology, Faculty of Veterinary sciences, Aksaray University, Aksaray, Türkiye.

⁵ Department of Pathology, Faculty of Veterinary sciences, Selcuk University, Konya, Türkiye.

*Corresponding author e-mail: gokhan.akcakavak@aksaray.edu.tr

ABSTRACT

Hepatocellular carcinoma (HCC) is defined as the sixth most common cancer type and the third most common cancer type in terms of cancer-related deaths. *Tarantula cubensis* alcohol extract (TCAE, Theranekron) is a homeopathic medicine frequently used in veterinary medicine in the treatment of papilloma, mammary adenocarcinoma and necrotic disorders. The present study aimed to reveal the treatment effectiveness of TCAE and Sorafenib (S) in HCC induced by Diethylnitrosamine (DEN) and N-nitrosomorpholine (NMOR)-induced HCC in rats. Rats were randomly divided into 7 groups: Control (C), Control + TCAE (CT), Control + S (CS), Cancer Control (CC), CC+TCAE (CCT), CC+S (CCS), CC+TCAE+S (CCTS). In the CC group, the values for glucose, triglyceride (TG) and total antioxidant capacity (TAC) values were found to be significantly higher than in all other groups ($p < 0.001$), while the p21 levels were found to be significantly lower ($p < 0.05$). It determined an increase in serum p21 levels ($p < 0.05$) and a significant decrease in glucose and TG levels ($p < 0.001$) in the CCT, CCS and CCTS groups compared to the CC group. Histopathological examination revealed that the CC group showed cancer morphology, and the treatment groups caused a decrease in tumor incidence and size. As a result, it can be said that TCAE can be used alone and/or combined with chemotherapy drugs to reveal antiproliferative effects on cancer cells in HCC. Sorafenib and TCAE combination therapy may potentially synergize to improve the magnitude and durability of antitumor responses in patients with HCC.

Keywords: Diethylnitrosamine, Hepatocellular carcinoma, *Tarantula cubensis* alcoholic extract, p21, N-nitrosomorpholine

ARTICLE INFO

Received:

16.09.2024

Accepted:

22.10.2024

Cite this article as: Vanli, S., Kurtoglu, F., Alan, B. S., Akcakavak, G., Ozdemir, O. (2024). Evaluation of the effects of *Tarantula cubensis* alcohol extract and Sorafenib treatments on p21 protein, total antioxidant capacity and metabolic profile in experimental rats hepatocellular carcinoma. *Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences*, 14(2), 201-209. <https://doi.org/10.53518/mjavl.1548809>

INTRODUCTION

Hepatocellular carcinoma (HCC) is an important malignancy worldwide and has a high incidence of tumor recurrence and metastasis (Anwanwan et al., 2020). Moreover, HCC is defined as the sixth most common cancer type and the third most common cancer type in terms of cancer-related deaths. The prognosis for HCC is poor in HCC due to the inadequacy of effective systemic and targeted treatments. HCC develops as a result of chronic hepatitis, and etiopathogenesis includes hepatitis B and C infections, diabetes, excessive alcohol consumption, non-alcoholic liver disease and aflatoxicosis (Zhang et al., 2009; Anwanwan et al., 2020; Sagnelli et al., 2020).

Sorafenib is a multikinase inhibitor that is frequently used in HCC treatment. It has an antiproliferative, antiangiogenic and anti-immunosuppressant effects on tumor cells. It triggers antiproliferative and antiangiogenic effects by inhibiting the signaling pathways Ras/Raf/Mitogen-activated kinase (MAPK) and extracellular signal-regulated kinase (ERK) signaling pathways and VEGFR-1,2,3, PDGF-R and FGFR receptors (Huynh et al., 2011; Cervello et al., 2012; Habiba et al., 2022). Long-term treatment with sorafenib often causes decreased sensitivity of cancer cells to chemotherapy in cancer cells, leading to acquired resistance. Therefore, new therapeutic treatments of HCC with better efficacy are urgently needed (Cabral et al., 2020; Xia et al., 2020). *Tarantula cubensis* alcohol extract (TCAE, Theranekron) is a homeopathic medicine obtained from the *Tarantula cubensis* spider species. TCAE is a drug with anticancer and antiproliferative effects that has been used in veterinary medicine for the treatment of papillomas, mammary adenocarcinoma and other different carcinomas and necrotic disorders (Gültiken and Vural, 2007; Ghasemi-Dizgah et al., 2017; Gul Satar et al., 2017; Özdemir et al., 2022; Akcakavak and Ozdemir, 2023; Akcakavak et al., 2024).

p21 is a protein located downstream of p53 that inhibits each member of the cyclin/Cdk family that is required for the transition from G1 phase to S phase of the cell cycle. The p21 protein acts as a potent tumor suppressor in both normal and cancer cells (Abbas and Dutta, 2009; Shamloo and Usluer, 2019). In recent years, the p21 gene has been frequently evaluated in many types of cancer (Huang et al., 2020; Dong et al., 2021; Liu et al., 2021).

In the current study, the effects of TCAE and Sorafenib treatments on p21 protein levels were investigated and their effectiveness in HCC treatment was evaluated. Additionally, total antioxidant capacity (TAC) levels were examined to determine antioxidant capacity, glucose and triglyceride (TG) levels were examined to assess metabolic profile.

MATERIAL AND METHODS

Animal materials

A total of 58 male, 6 weeks old, weighing 140-210 g, Wistar-Albino - rats, obtained from Selçuk University Experimental Medicine Application and Research Center were used. Applications were carried out in accordance with the conditions for the care and use of laboratory animals (12 hours of light: 12 hours dark and 24±3 °C, standard commercial rat food, drinking water ad libitum). Animals were randomly divided into 7 groups. The groups used in the study and the procedures applied are shown in table 1. Diethylnitrosamine (DEN, N0258-1G-Sigma Aldrich) dissolved in dimethylsulfoxide (DMSO) was administered at 120 mg/kg/intraperitoneally(i.p.). Three days after DEN application, N-nitrosomorpholine (NMOR, N0258-1G-Sigma Aldrich) was given at a dose of 50 ppm with drinking water for 21 weeks. Due to the risks of DEN and NMOR application, sorafenib (Mybiosource-MBS655375) dissolved in 200 mg/ml DMSO was applied at 5 mg/kg/gavage to create a minimal toxic level (Sieghart et al., 2012; Yoshiji et al., 2014). TCAE (Richter Pharma) was applied at 0.3 ml/ subcutaneously (s.c). From the beginning to the end of the study, weight changes, feed and drinking water intake, drug side effects and secondary infection controls of the animals in all groups were carried out. In the study, TCAE and Sorafenib treatments started at the 22nd week and were terminated at the 25th week.

Table 1. Experimental design

| Groups | Applications |
|-------------|---|
| C (n;6) | Physiological saline 0.3 ml/sc twice daily/3 days per week. |
| CT (n;6) | TCAE 0.3 ml/sc 2 times a day/3 days a week. |
| CS (n;6) | Sorafenib 5 mg/kg/orally 5 days a week |
| CC (n;10) | There is no treatment |
| CCT (n;10) | TCAE 0.3 ml/sc 2 times a day/3 days a week. |
| CCS (n;10) | Sorafenib 5 mg/kg/orally 5 days per week |
| CCTS (n;10) | TCAE 0.3 ml/sc 2 times a day/3 days a week and Sorafenib 5 mg/kg/orally 5 days a week |

(C; Control, CT; Control + TCAE, CS; Control + Sorafenib, CC; Cancer Control, CCT; Cancer Control+TCAE, CCS; Cancer Control+ Sorafenib, CCTS; Cancer Control+ TCAE+ Sorafenib, TCAE; *Tarantula cubensis* alcoholic extract)

Collection of Blood and Tissue Samples

In the 25th week of the study, all rats were anesthetized with intravenous ketamine-xylazine (5-10 mg/kg) and were euthanized by cervical dislocation after their blood was collected intracardiacally. The serum obtained after centrifuging the blood taken at 3000 g +4°C for 15 minutes (Hettich Universal 320R/1406) was stored at -20°C (Kazak et al. 2024a; Kazak et al. 2024b) The livers were removed homogeneously and stored at -80°C until analysis. On the day of analysis, the sera and liver samples were allowed to thaw gradually. Liver tissue samples were homogenized in phosphate buffer solution ((1:10 w/v) adjusted to pH 7.4 in a homogenizer (Heidolph, Silent Crusher M). Afterwards, the homogenates were then centrifuged for 15 minutes at 12,000 rpm at +4°C for 15 minutes and the supernatants were placed in eppendorf tubes.

Biochemical analyzes and liver tissue analyzes

Rat-specific enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) kits p21 (BT-LAB, E1082Ra), TAC (Elabscience, E-BC-K136-M), glucose and TG levels were analyzed from liver tissue and serum samples by the enzyme immunoassays method. All parameters were evaluated as a result of readings made on an ELISA reader (Biotek ELx800, USA).

Histopathological examination

Liver samples of necropsied rats were fixed in 10% neutral formaldehyde solution for 24-48 hours. Afterwards, paraffin blocks were obtained through routine tissue processing procedures. 5-micrometer sections taken from paraffin blocks were stained with Hematoxylin-Eosin (H-E) and examined under a light microscopy (Olympus BX51, Tokyo, Japan)(Akçakavak et al. 2023).

Statistical Analysis

Statistics were evaluated in the SPSS 22 (Inc., Chicago, IL) package program. Comparison between groups was evaluated by one-way analysis of variance and post-hoc Duncan test. $p < 0.05$ was accepted as significance value.

RESULTS AND DISCUSSION

Biochemical results

Significant changes were detected in blood biochemistry and p21 values in the CC and CC+ treatment groups (CCT, CCS, CCTS) (Table 2). A significant increase in TAC values ($p < 0.001$) was detected in the CC, CCT and CCS groups compared to the C groups. Glucose and TG values were obtained at the highest level in the CC group compared to all groups ($p < 0.001$). Especially in the CCTS group, the glucose, TAC and TG results were close to those of the C group values, which was considered an important improvement ($p < 0.001$). The lowest p21 level was determined in the CC group compared to the CC+ treatment groups (CCT, CCS, CCTS) ($p < 0.05$).

Table 2. The values of blood glucose, TAC, TG and p21

| Parameters | Glucose (mg/dl) | TAC (nmol/L) | TG (mg/dl) | P21 (ng/ml) |
|---------------|-------------------------------|--------------------------|------------------------------|---------------------------|
| Groups | | | | |
| C | 106.40 ± 11.38 ^e | 1.43 ± 0.08 ^b | 104.18 ± 6.02 ^d | 0.68 ± 0.15 ^{bc} |
| CT | 116.64 ± 11.68 ^{cde} | 1.46 ± 0.27 ^b | 106.11 ± 13.77 ^d | 0.79 ± 0.15 ^{bc} |
| CS | 133.37 ± 8.93 ^{ab} | 1.31 ± 0.46 ^b | 130.50 ± 17.41 ^{cd} | 1.03 ± 0.30 ^{ab} |
| CC | 138.99 ± 8.24 ^a | 2.45 ± 0.37 ^a | 289.55 ± 65.87 ^a | 0.53 ± 0.08 ^c |
| CCT | 123.99 ± 4.59 ^{bc} | 2.51 ± 0.55 ^a | 195.08 ± 37.44 ^b | 0.95 ± 0.40 ^{ab} |
| CCS | 118.88 ± 9.92 ^{cd} | 2.62 ± 0.40 ^a | 206.67 ± 20.88 ^b | 1.03 ± 0.12 ^{ab} |
| CCTS | 107.53 ± 7.53 ^{de} | 1.38 ± 0.36 ^b | 153.53 ± 16.10 ^c | 1.23 ± 0.33 ^a |
| p | p<0.001 | p<0.001 | p<0.001 | p<0.05 |

^{a-e}The difference between groups with different letters in the same column is important (p<0.001, p<0.05). Group averages are given as Mean±SE (n;6) (C; Control, CT; Control + TCAE, CS; Control + Sorafenib, CC; Cancer Control, CCT; Cancer Control+TCAE, CCS; Cancer Control + Sorafenib, CCTS; Cancer Control+ TCAE+ Sorafenib, TCAE; *Tarantula cubensis* alcoholic extract)

Liver tissue p21 changes

Changes in p21 levels in the liver tissue remained at a more limited level (p>0.05) and no statistical difference could be detected (Table 3).

Table 3. Liver tissue p21 values

| Parameter | p21 (pmol/ml) |
|---------------|------------------|
| Groups | |
| C | 0.65 ± 0.11 |
| CT | 0.72 ± 0.06 |
| CS | 0.81 ± 0.13 |
| CC | 0.73 ± 0.15 |
| CCT | 0.70 ± 0.11 |
| CCS | 0.87 ± 0.13 |
| CCTS | 0.82 ± 0.08 |
| p | p>0.05 |

Group averages are given as Group averages are given as Mean±SE (n;6) (C; Control, CT; Control + TCAE, CS; Control + Sorafenib, CC; Cancer Control, CCT; Cancer Control+TCAE, CCS; Cancer Control + Sorafenib, CCTS; Cancer Control+ TCAE+ Sorafenib, TCAE; *Tarantula cubensis* alcoholic extract)

Histopathological Results

Histopathological examination revealed that the liver samples of the healthy control groups (C, CT, CS) groups had a normal structure (Figure 1. A). In the cancer groups (CC, CCT, CCS, CCTS), atypical cell features, mitotic figures, steatosis, large clear cells and eosinophilic colored inclusions (Mallory bodies) were observed (Figure 1. B-E). Additionally, it has been observed that trabecular and pseudo-glandular structures are often together in cancerous areas. There was a decrease in the frequency and size of cancerous cells and the structures formed by them in the livers in the CC+ treatment groups (CCT, CCS, CCTS) compared to the CC group (Figure 1. C-E).

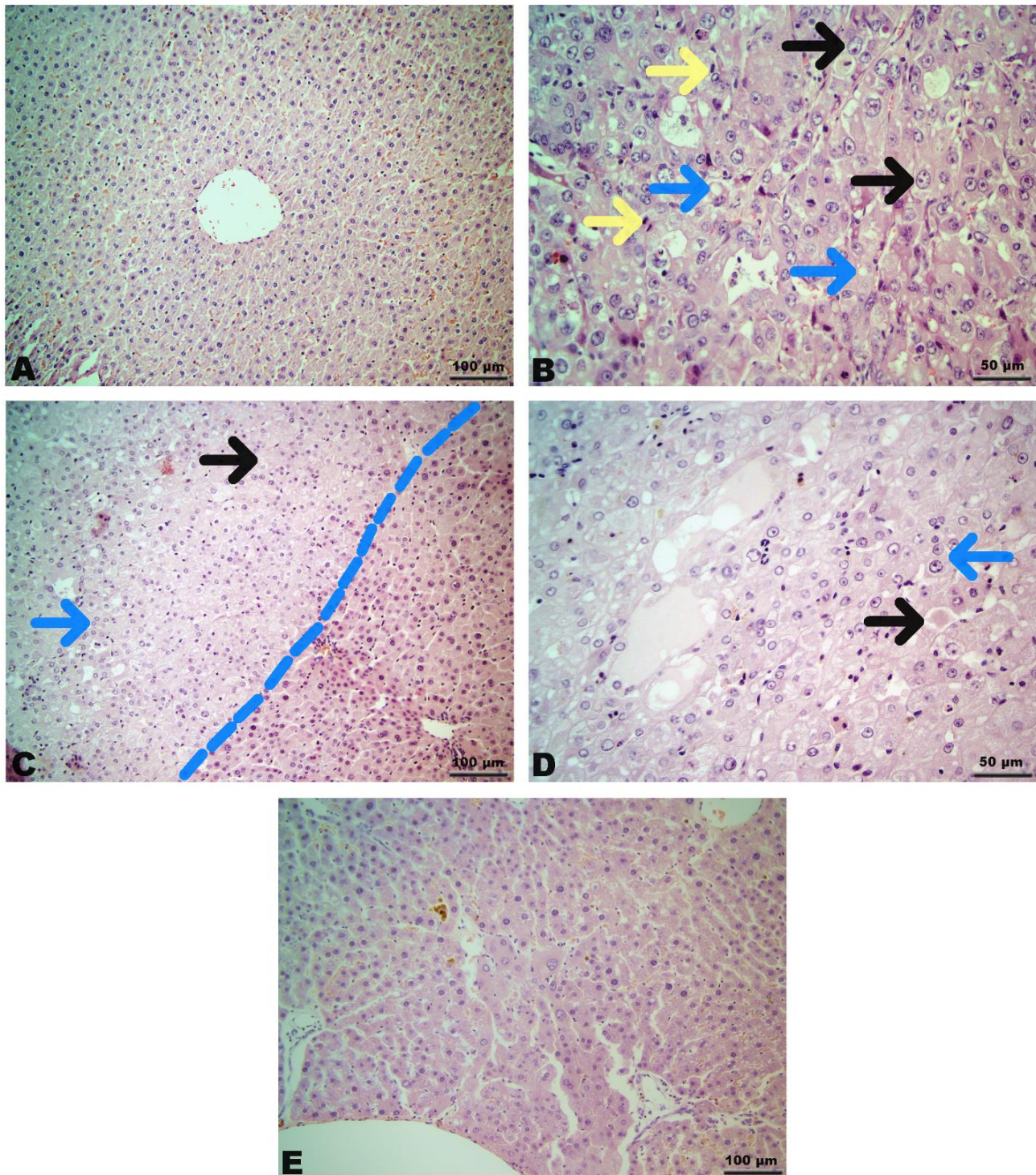


Figure 1. Histopathological appearance of the groups, H-E, A. Normal histological appearance of livers in the C group, x20. B. Atypical cell characteristics (black arrows), steatosis (blue arrows) and mitotic figure (yellow arrows) appearance in the CC group, x40. C. Appearance of tumoral focus, clear cells (blue arrow) and eosinophilic inclusion (black arrow) in the CCT group, x20. D. Atypical cells (blue arrow) and eosinophilic inclusions (black arrow) in the CCS group, x40. E. Microscopic view of the CCTS group, x20. (C; Control, CT; Control + TCAE, CS; Control + Sorafenib, CC; Cancer Control, CCT; Cancer Control+TCAE, CCS; Cancer Control + Sorafenib, CCTS; Cancer Control+ TCAE+ Sorafenib, TCAE; *Tarantula cubensis* alcoholic extract)

DISCUSSION

Supplying adequate energy is vital for cancer cell growth and proliferation of cancer cells. Increases and/or decreases in blood glucose and TG levels may occur in hepatocarcinogenesis. The most important reason for this change is that the cause involved in the etiopathogenesis of HCC stimulates different metabolic pathways. During the HCC process, disruptions occur in liver metabolism, which has an important place in the energy mechanism (Asgari et al. 2015; Boroughs and DeBerardinis, 2015). It has been stated that hyperinsulinemia and/or insulin resistance development due to abnormal glucose and lipid metabolism during the HCC process causes intrahepatic fat accumulation and triggers HCC progression (Shi et al. 2021).

Significant changes in hepatic function that occur in the development of hepatocellular carcinoma can lead to a deterioration of the metabolic lipid profile. Hepatic cellular damage causes abnormalities in serum lipid and lipoprotein levels (Uccello et al., 2011). In the study conducted by Huang et al. (2016), they found in their comprehensive analysis of HCC patients they found that hyperlipidemia increased tumor growth. In a different study, in their study of liver damage study with DEN in rats, they found that ALT, AST, cholesterol and TG levels were significantly increased compared to the healthy control group (Alsahli et al., 2021). Karabacak et al. (2015) reported that TG levels increased in the aflatoxin group in their study of liver damage with aflatoxin. In the current study, higher TG levels were obtained in the CC group compared to all groups, which is consistent with the results of previous the studies. In addition, the high TG levels in the CC group may have been caused by the deterioration of lipid metabolism as a result of severe damage to the liver and chronic inflammation. This situation is supported by the histopathological examination of the CC group, which found more severe glycogen and fat accumulation as well as enlarged hepatocytes, Mallory bodies and deterioration of hepatic lobular structures compared to all groups (Vanli et al., 2024). In a study investigating the effect of aflatoxicosis on metabolic profile in rats, it was found that TCAE treatment in the Aflatoxin+TCAE group reduced TG levels compared to the Aflatoxin group (Karabacak et al., 2015). Similarly, the TG levels obtained in the CCT group were found to be significantly lower than in the CC group. This result shows that TCAE treatment in HCC may be effective in controlling high TG levels.

It was found that low-dose Sorafenib treatment in the early-stage HCC suppressed hyperlipidemia, improved liver fatness, and significantly reduced blood TG levels (Jian et al., 2020). Similarly, it was determined that Sorafenib treatment in the CCS group was found to significantly reduced blood TG levels compared to the CCS group. The fact that the decreases were more pronounced in the CCTS group shows that the combined treatment is more effective in controlling hypertriglyceridemia. In a comprehensive study carried out by Ooi et al. (2005); They found that the plasma TG levels of HCC patients were not significantly different compared to controls and reported that it was difficult to evaluate the occurrence of HCC by measuring lipoprotein fractions alone. Therefore, detection of other lipid fractions is needed for full evaluation.

Chen et al. (2019) reported that blood glucose levels decreased over time in the DEN group compared to the control group in HCC induced by DEN. In the present study, hyperglycemia occurred in the CC group compared to all groups. Similarly, in the comprehensive analysis examining the metabolic pathway and profile related to HCC, higher serum glucose levels were obtained in patients with advanced stage HCC compared to patients with early stage HCC (Casadei-Gardini et al., 2020). Karabacak et al. (2015) in their study on hepatic damage; They found that in the Aflatoxin+TCAE group, TCAE treatment did not reduce glucose levels and that a decrease in glucose levels occurred in the Aflatoxin group. In this study, it was determined that TCAE treatment led to significant decreases in the CCT group compared to the CC group ($p < 0.001$). It has been reported that Sorafenib treatment does not cause any change in blood glucose levels in DEN-induced cirrhosis-associated HCC (Kurma et al., 2022). In the present study, it was determined that Sorafenib treatment significantly reduced blood glucose levels in the CCS group. In the current study, the highest decrease in blood glucose levels occurred in the CCTS group compared to the CC group, and the combined treatment of TCAE and Sorafenib reduced blood glucose levels more effectively in HCC. It is worth noting that additional studies are needed to reveal the relationship between the HCC process and hyperglycemia.

The most important activity for protecting tissues and organs against increasing reactive oxygen species (ROS), inhibiting ROS activity and cellular repair cells is provided by antioxidant capacity. Excessive reactive oxygen species that occur during DEN and NMOR metabolism in the liver appear as an initiating, expanding and progressive cause of HCC (Li et al., 2023). HCC patients have been observed to have higher plasma levels of oxidative stress markers and lower antioxidant capacity compared to healthy controls, hepatitis patients, or

patients with cirrhosis, and this unbalanced state has been implicated as an important cause of the development and progression of HCC (Nishimura et al., 2013; Shimomura et al., 2017). In our study, it was observed that TAC levels increased in the CC, CCT, and CCS groups and was associated with HCC. In one study, it was determined that TCAE reduced oxidant activity and increased TAC values in the polymicrobial sepsis model (Tanyeli et al., 2019). The fact that TAC values in the CCTS group were close to healthy groups was interpreted to be related to the effectiveness of combined treatment. However, in order to fully evaluate TAC levels, total oxidant capacity must be determined.

p21 acts as a potent tumor suppressor protein in both normal and cancer cells (Shamloo and Usluer, 2019). In patients with hepatocellular carcinoma, it has been reported that p21 expression is observed in 37% of HCC tissues following tumor resection and that p21 serves as an independent prognostic factor for survival (Kao et al., 2007). In cases of chronic hepatitis and cirrhosis, activation of the p21 checkpoint activation has been found to be associated with an increased risk of HCC (Plentz et al., 2007). It has been reported that p21 is upregulated by inflammation in chronic liver diseases and is associated with HCC in cirrhotic patients (Wagayama et al. 2002). Unlike these studies that associate the risk of hepatocellular carcinoma with the increase in p21 (Wagayama et al. 2002; Plentz et al., 2007), in our study the lowest p21 levels among the groups were detected in the CC group. It has been reported that TCAE treatment in rats with colorectal cancer causes inhibition of Proliferating cell nuclear antigen (PCNA) in cancer cells and cancer proliferation may be suppressed (Ozdemir et al., 2022; Akcakavak et al., 2024). It has been reported that the spider venom "Macrothele raveni" spider venom (Gao et al., 2007) and Apigenin (Şirin et al., 2020) increase p21 accumulation of p21 in HepG2 cells and show an antiproliferative effect by stopping the cell cycle in HCC cells. Consistent with these studies, blood p21 levels in the CC+treatment groups were statistically similar to the healthy control group and were interpreted as an antiproliferative effect.

The high levels of p21 in the CC+treatment groups did not inhibit apoptosis; on the contrary, the presence of a large number of apoptotic HCC cells in these groups reflects the effectiveness of the treatments applied in the groups. This is supported by Vanli et al. (2024) finding that treatments applied in the CC + treatment groups obtained higher caspase-3 and granzyme B results than the CC group. The molecular behavior of p21 in cancer cells depends on its subcellular localization and has a dual role in some types of cancer, including HCC. While nuclear p21 can be pro-apoptotic by inhibiting cell proliferation, cytoplasmic p21 can have oncogenic and anti-apoptotic functions (Ohkoshi et al., 2015). Therefore, additional research is needed to fully determine the inhibition of p21-mediated proliferation in HCC and its targets in this pathway.

The current study has some limitations. Future studies may provide a more comprehensive perspective on the effects of TCAE on HCC by evaluating the expression of different proteins that play important roles in the cell cycle.

CONCLUSION

Considering the current study results, it has been determined that TCAE may produce antiproliferative effects through the p21 protein. Considering the healing effects on the metabolic profile of using TCAE alone or in combination with Sorafenib, it can be said that it is a drug with potential to be used in the treatment of HCC. In this context, in order to fully reveal the antiproliferative effects of TCAE, there is a need to investigate proteins involved in the cell cycle and proliferation.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declared no conflict of interest.

AUTHOR CONTRIBUTION

All authors contributed equally.

ETHICAL APPROVAL

This study was approved by the Selçuk University Animal Experiments Ethics Committee's Decision dated 25.09.2020 and numbered 2020/33.

REFERENCES

- Abbas, T., & Dutta, A. (2009). p21 in cancer: intricate networks and multiple activities. *Nat. Rev. Cancer*, 9(6), 400-414.
- Akcakavak, G., Celik, Z., Karatas, O., Dogan, O., Ozdemir, O., & Tuzcu, M. (2024). Tarantula cubensis alcohol extract enhances the tumoricidal effect of capecitabine via multiple pathways in azoxymethane-induced colorectal cancer in rats. *Trop. J. Pharm. Res.* 23(2), 291-297.
- Akcakavak, G., & Ozdemir, O. (2023). Effect of Tarantula cubensis alcoholic extract on tumour pathways in azoxymethane-induced colorectal cancer in rats. *Acta Vet. Brno.* 92(1), 79-88.
- Akcakavak G, Kazak F, Deveci, MZY (2023). Eucalyptol Protects against Cisplatin-Induced Liver Injury in Rats. *Biol Bull.* 50(5), 987-994.
- Alsahli, M. A., Almatroodi, SA., Almatroudi, A., Khan, AA., Anwar, S., Almutary, AG., Alrumaihi, F., & Rahmani, A H. (2021). 6-Gingerol, a major ingredient of ginger attenuates diethylnitrosamine-induced liver injury in rats through the modulation of oxidative stress and anti-inflammatory activity. *Mediators inflamm.* 2021(1), 6661937.
- Anwanwan, D., Singh, SK., Singh, S., Saikam, V., & Singh, R. (2020). Challenges in liver cancer and possible treatment approaches. *Biochim. Biophys. Acta. Rev. Cancer*, 1873(1), 188314.
- Asgari, Y., Zabihinpour, Z., Salehzadeh-Yazdi, A., Schreiber, F., & Masoudi-Nejad, A. (2015). Alterations in cancer cell metabolism: the Warburg effect and metabolic adaptation. *Genomics*, 105(5-6), 275-281.
- Boroughs, L. K., & DeBerardinis, R. J. (2015). Metabolic pathways promoting cancer cell survival and growth. *Nat. cell biol.* 17(4), 351-359.
- Cabral, LKD., Tiribelli, C., & Sukowati, CH. (2020). Sorafenib resistance in hepatocellular carcinoma: the relevance of genetic heterogeneity. *Cancers*, 12(6), 1576.
- Casadei-Gardini, A., Del Coco, L., Marisi, G., Conti, F., Rovesti, G., Ulivi, P., Canale, M., Frassinetti, GL., Foschi, FG., & Longo, S. (2020). 1H-NMR based serum metabolomics highlights different specific biomarkers between early and advanced hepatocellular carcinoma stages. *Cancers*, 12(1), 241.
- Cervello, M., Bachvarov, D., Lampiasi, N., Cusimano, A., Azzolina, A., McCubrey, JA., & Montalto, G. (2012). Molecular mechanisms of sorafenib action in liver cancer cells. *Cell cycle*, 11(15), 2843-2855.
- Chen, M., Lu, S., Zheng, H., Xu, M., Song, J., Yang, W., Weng, Q., Zheng, L., Fan, X., & Cheng, X. (2019). Identification of the Potential Metabolic Pathways Involved in the Hepatic Tumorigenesis of Rat Diethylnitrosamine-Induced Hepatocellular Carcinoma via 1H NMR-Based Metabolomic Analysis. *BioMed Res. Int.* 2019(1), 9367082.
- Dong, CH., Jiang, T., Yin, H., Song, H., Zhang, Y., Geng, H., Shi, PC., Xu, YX., Gao, H., & Liu, LY. (2021). LMNB2 promotes the progression of colorectal cancer by silencing p21 expression. *Cell Death Dis.* 12(4), 331.
- Gao, L., Shen, JB., Sun, J., & Shan, BE. (2007). Effect of the venom of the spider *Macrothele raveni* on the expression of p21 gene in HepG2 cells. *Sheng li xue bao:Acta Physiologica Sinica.* 59(1), 58-62.
- Ghasemi-Dizgah, A., Nami, B., & Amirmozafari, N. (2017). Tarantula cubensis venom (Theranekron®) selectively destroys human cancer cells via activating caspase-3-mediated apoptosis. *Acta Med. Int.* 4(1), 74-80.
- Gul Satar, N., Cangul, I., Topal, A., Kurt, H., Ipek, V., & Onel, G. (2017). The effects of Tarantula cubensis venom on open wound healing in rats. *J. wound care*, 26(2), 66-71.
- Gültiken, N., & Vural, MR. (2007). The effect of Tarantula cubensis extract applied in pre and postoperative period of canine mammary tumours. *J Istanbul Vet. Sci.* (2), 13-23.
- Habiba, YH., Omran, GA., Helmy, MW., & Houssen, ME. (2022). Antitumor effects of rhamnazin sorafenib-treated human hepatocellular carcinoma cell lines via modulation of VEGF signaling and PI3K/NF-κB p38/caspase-3 axes cross talk. *Life Sci.* 297, 120443.
- Huang, J., Li, L., Lian, J., Schauer, S., Vesely, PW., Kratky, D., Hoefler, G., & Lehner, R. (2016). Tumor-induced hyperlipidemia contributes to tumor growth. *Cell rep.* 15(2), 336-348.
- Huang, S., Zhang, C., Sun, C., Hou, Y., Zhang, Y., Tam, NL., Wang, Z., Yu, J., Huang, B., & Zhuang, H. (2020). Ogb-like ATPase 1 (OLA1) overexpression predicts poor prognosis and promotes tumor progression by regulating P21/CDK2 in hepatocellular carcinoma. *Aging (Albany NY)*, 12(3), 3025.
- Huynh, H., Wei Jie Ong, R., Yi Qing Li, P., Shean Lee, S., Yang, S., Wen Chong, L., Anh Tuan Luu, D., Tzen Jong, C., & Wei Ling Lam, I. (2011). Targeting receptor tyrosine kinase pathways in hepatocellular carcinoma. *Anti-Cancer Agents Med. Chem. (Formerly Current Medicinal Chemistry-Anti-Cancer Agents)*, 11(6), 560-575.
- Jian, C., Fu, J., Cheng, X., Shen, LJ., Ji, YX., Wang, X., Pan, S., Tian, H., Tian, S., & Liao, R. (2020). Low-dose sorafenib acts as a mitochondrial uncoupler and ameliorates nonalcoholic steatohepatitis. *Cell metab.* 31(5), 892-908. e811.
- Kao, JT., Chuah, SK., Huang, CC., Chen, CL., Wang, CC., Hung, CH., Chen, CH., Wang, JH., Lu, SN., & Lee, CM. (2007). P21/WAF1 is an independent survival prognostic factor for patients with hepatocellular carcinoma after resection. *Liver Int.* 27(6), 772-781.



- Karabacak, M., Eraslan, G., Kanbur, M. & Sarıca, ZS., 2015. Effects of *Tarantula cubensis* D6 on aflatoxin-induced injury in biochemical parameters in rats. *Homeopathy*, 104(3), 205-10.
- Kazak, F., Deveci, MZY., & Akcakavak G., (2024a). Eucalyptol alleviates cisplatin-induced kidney damage in rats. *Drug Chem Toxicol.* 47(2), 172-179.
- Kazak, F., Akcakavak, G., Alakus, I., Alakus, H., Kirgiz, O., Karatas, O., Deveci, MZY., & Coskun, P. (2024b). Proanthocyanidin alleviates testicular torsion/detorsion-induced ischemia/reperfusion injury in rats. *Tissue Cell*, 89, 102459.
- Kurma, K., Zeybek Kuyucu, A., Roth, GS., Sturm, N., Mercey-Ressejac, M., Abbadessa, G., Yu, Y., Lerat, H., Marche, PN., & Decaens, T. (2022). Effect of novel AKT inhibitor Vevorisertib as single agent and in combination with Sorafenib on hepatocellular carcinoma in a cirrhotic rat model. *Int. J. Mol. Sci.* 23(24), 16206.
- Li, Y., Yu, Y., Yang, L., & Wang, R. (2023). Insights into the Role of Oxidative Stress in Hepatocellular Carcinoma Development. *Front. Biosci.* 28(11), 286.
- Liu, Y., Chen, H., Li, X., Zhang, F., Kong, L., Wang, X., Bai, J., & Wu, X. (2021). PSMC2 regulates cell cycle progression through the p21/cyclin D1 pathway and predicts a poor prognosis in human hepatocellular carcinoma. *Front. Oncol.*, 11, 607021.
- Nishimura, M., Takaki, A., Tamaki, N., Maruyama, T., Onishi, H., Kobayashi, S., Nouse, K., Yasunaka, T., Koike, K., & Hagihara, H. (2013). Serum oxidative–anti-oxidative stress balance is dysregulated in patients with hepatitis C virus-related hepatocellular carcinoma. *Hepatol. Res.* 43(10), 1078-1092.
- Ohkoshi, S., Yano, M., & Matsuda, Y. (2015). Oncogenic role of p21 in hepatocarcinogenesis suggests a new treatment strategy. *World J. Gastroenterol.* 21(42), 12150.
- Ooi, K., Shiraki, K., Sakurai, Y., Morishita, Y., & Nobori, T. (2005). Clinical significance of abnormal lipoprotein patterns in liver diseases. *Int. J. Mol. Med.* 15(4), 655-660.
- Özdemir, Ö., Akçakavak, G., & Tuzcu, M. (2022). Effect of *Tarantula cubensis* alcoholic extract and *Nerium oleander* distillate on cell proliferation markers in colon carcinogenesis. *Rev. Cient. Fac. Cienc. Vet.* 32(1), 1-7.
- Plentz, RR., Park, YN., Lechel, A., Kim, H., Nellessen, F., Langkopf, BHE., Wilkens, L., Destro, A., Fiamengo, B., & Manns, MP. (2007). Telomere shortening and inactivation of cell cycle checkpoints characterize human hepatocarcinogenesis. *Hepatology*, 45(4), 968-976.
- Sagnelli, E., Macera, M., Russo, A., Coppola, N., & Sagnelli, C. (2020). Epidemiological and etiological variations in hepatocellular carcinoma. *Infection*, 48, 7-17.
- Shamloo, B., & Usluer, S. (2019). p21 in cancer research. *Cancers*, 11(8), 1178.
- Shi, T., Kobara, H., Oura, K., & Masaki, T. (2021). Mechanisms underlying hepatocellular carcinoma progression in patients with type 2 diabetes. *J. Hepatocell. Carcinoma*, 45-55.
- Shimomura, Y., Takaki, A., Wada, N., Yasunaka, T., Ikeda, F., Maruyama, T., Tamaki, N., Uchida, D., Onishi, H., & Kuwaki, K. (2017). The serum oxidative/anti-oxidative stress balance becomes dysregulated in patients with non-alcoholic steatohepatitis associated with hepatocellular carcinoma. *Intern. Med.* 56(3), 243-251.
- Sieghart, W., Pinter, M., Dauser, B., Rohr-Udilova, N., Piguët, AC., Prager, G., Hayden, H., Dienes, HP., Dufour, JF., & Peck-Radosavljevic, M. (2012). Erlotinib and sorafenib in an orthotopic rat model of hepatocellular carcinoma. *J. hepatol.* 57(3), 592-599.
- Şirin, N., Elmas, L., Seçme, M., & Dodurga, Y. (2020). Investigation of possible effects of apigenin, sorafenib and combined applications on apoptosis and cell cycle in hepatocellular cancer cells. *Gene*, 737, 144428.
- Tanyeli, A., Eraslan, E., Guler, MC., Sebin, SO., Celebi, D., Ozgeris, FB., & Toktay, E. (2019). Investigation of biochemical and histopathological effects of *tarantula cubensis* D6 on lung tissue in cecal ligation and puncture-induced polymicrobial sepsis model in rats. *Med. Sci.* 8(3), 644-650.
- Uccello, M., Malaguarnera, G., Pelligra, EM., Biondi, A., Basile, F., & Motta, M. (2011). Lipoprotein (a) as a potential marker of residual liver function in hepatocellular carcinoma. *Indian J. Med. Paediatr. Oncol.* 32(02), 71-75.
- Vanli, S., Kurtoglu, F., Alan, BS., Akcakavak, G., & Ozdemir, O. (2024). Investigation of the effects of Theranekron and Sorafenib treatments on carcinogenesis, apoptosis and biochemical profile in hepatocellular carcinoma in rats. *Toxicol. Mech. Methods*, 34(7), 750-760.
- Wagayama, H., Shiraki, K., Sugimoto, K., Ito, T., Fujikawa, K., Yamanaka, T., Takase, K. & Nakano, T. (2002) High expression of p21/WAF1/CIP1 is correlated with human hepatocellular carcinoma in patients with hepatitis C virus-associated chronic liver diseases. *Human pathol.* 33(4), 429-34.
- Xia, S., Pan, Y., Liang, Y., Xu, J., & Cai, X. (2020). The microenvironmental and metabolic aspects of sorafenib resistance in hepatocellular carcinoma. *EBioMedicine*, 51, 102610.
- Yoshiji, H., Noguchi, R., Namisaki, T., Moriya, K., Kitade, M., Aihara, Y., Douhara, A., Kawaratani, H., Nishimura, N., & Fukui, H. (2014). Combination of sorafenib and angiotensin-II receptor blocker attenuates preneoplastic lesion development in a non-diabetic rat model of steatohepatitis. *J. Gastroenterol.* 49, 1421-1429.
- Zhang, MF., Zhang, ZY., Fu, J., Yang, YF., & Yun, JP. (2009). Correlation between expression of p53, p21/WAF1, and MDM2 proteins and their prognostic significance in primary hepatocellular carcinoma. *J. Transl. Med.* 7, 1-8.

Research Article

Тооктун жөжөлөрүнүн дене салмагына, канынын гематологиялык жана биохимиялык көрсөткүчтөрүнө пияздын (*Allium cepa* L.), сарымсактын (*Allium sativum* L.) жана кызыл калемпирдин (*Capsicum annuum* L.) таасириНурбек АЛДАЯРОВ ¹ Аскарбек Зарлыкович ТҮЛӨБАЕВ ^{2*}¹ Биология бөлүмү, Табигый илимдер факультети, Кыргыз-Түрк «Манас» университети, Бишкек, Кыргыз Республикасы² Ветеринария факультети, Кыргыз-Түрк «Манас» университети, Бишкек, Кыргыз Республикасы*жооптуу автор: askarbek.tulobayev@manas.edu.kg

АННОТАЦИЯ

Тооктун жөжөлөрүнүн дене салмагына, гематологиялык жана биохимиялык көрсөткүчтөрүнө *Allium cepa* L., *Allium sativum* L. жана *Capsicum annuum* L. тийгизген таасирин илимий негиздөө. Тажрыйбалык иштер үчүн бир айлык 48 баш тоок жөжөлөрү алынып, 12 баштан төрт топко бөлүндү. Биринчиси контролдук, экинчиси – сарымсак, үчүнчүсү – пияз жана төртүнчүсүнө ачуу кызыл калемпир берилүүчү топтор уюшулду. Үй куштарын кармоо, тоюттандыруу кабыл алынган эрежелерге шайкеш аткарылды. Ар бир жуманын аягында жөжөлөрдүн тируулөй салмактары алынып турду. Тажрыйбалык иш 42 күнгө созулду. Гематологиялык жана биохимиялык изилдөөлөр үчүн 43-күнү бардыгынан, эрежелерди сактоо менен, кан алынды. Сандык маалыматтар SPSS (23.0) программасы аркылуу статистикалык талданды. Изилдөөлөр тоок жөжөлөрүнүн салмактык өсүп-өнүгүүсүнө – пияздын, сарымсактын жана ачуу кызыл калемпирдин таасири бар экенин далилдеп, алар статистикалык маанилүү экендиги көрсөттү. Гематологиялык көрсөткүчтөрү манилүү өзгөрүүлөргө дуушар болгон жок. Бирок, АЛТ, АСТ, жалпы биллирубин жана жалпы белок сыяктуу кан сары суусунун биохимиялык көрсөткүчтөрү контролдук жана бардык тажрыйбалык топтордогу куштар арасында кескин айырмаланаары ачыкталды жана анын себептери белгиленди.

Ачкыч сөздөр: үй куштары, тоок жөжөлөрү, пияз, сарымсак, ачуу кызыл калемпирМАКАЛА
МААЛЫМАТЫ

Келген дата:

10.06.2024

Кабыл
кылынган
дата:

04.10.2024

The Effect of Onion (*Allium cepa* L.), Garlic (*Allium sativum* L.) and Red Pepper (*Capsicum annuum* L.) on Body Weight, Haematological and Biochemical Blood Parameters in Chicken Chicks

ABSTRACT

To scientifically assess the influence of *Allium cepa* L., *Allium sativum* L., and *Capsicum annuum* L. on the weight, hematological, and biochemical parameters of chicken chicks' blood. Forty-eight one-month-old chickens were used for the experimental work and were divided into four groups: the first control group, the second group receiving garlic, the third group receiving onions, and the fourth group receiving hot red pepper. Keeping and feeding of poultry were carried out according to accepted rules. Weights were recorded at the end of each week. The experimental period lasted 42 days, and blood samples were collected on the 43rd day for hematological and biochemical analyses. Quantitative data were analyzed using SPSS software (version 23.0). The effects of onion, garlic, and hot red pepper on the weight growth and development of chicken chicks were proven, and they were statistically significant. Hematological indicators did not show any significant changes. However, some serum biochemical parameters, such as ALT, AST, total bilirubin, and total protein, were found to differ significantly between the control group and all experimental groups of birds. The reasons for these differences were noted.

Keywords: poultry, chicken chicks, onions, garlic, red peppers.ARTICLE
INFO

Received:

10.06.2024

Accepted:

04.10.2024

Cite this article as: Aldayarov, N. & Tulobaev, A. (2024). The effect of onion (*Allium cepa* L.), garlic (*Allium sativum* L.) and red pepper (*Capsicum annuum* L.) on body weight, haematological and biochemical blood parameters in chicken chicks. *Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences*, 14(2), 210-218. <https://doi.org/10.53518/mjavl.1498609>

КИРИШҮҮ

Өнүгүп келе жаткан өлкөлөрдөгү айыл калкынын 80%ы үй айбандарын дарылоодо салттык ветеринария практикасынан көз каранды (NAVS, 2015; Yadav et al., 2021). Синтетикалык дары каражаттарынын терс жактарын жоюуга жана органикалык чарба жүргүзүүнү жайылтууга этноветеринария мүмкүнчүлүгү чоң тармак катары бааланат (Mayera et al., 2014).

Мал чарбасы жакшы өнүккөн Италия (Viegi et al., 2003), Испания (Benitez et al., 2012), Швейцария (Bischoff et al., 2016; Mertenat et al., 2020), Чыгыш Африка (Caudell et al., 2017), Пакистан (Aziz et al., 2018), Бразилия (Antonio et al., 2015), Индия (Upadhyay et al., 2011) жана Кытай (Shen et al., 2010; Shang et al., 2012; Xiong and Long, 2020) сыяктуу өлкөлөрдө да этноветеринардык дарылоо тажрыйбалары узак жылдар бою колдонулууда.

Этноветеринария практикасында колдонулган салттуу дарылоо каражаттарынын 65%ы өсүмдүктөрдөн даярдалса, дүйнө жүзү боюнча 35000 ашык дарылык касиетке ээ өсүмдүктөр аныкталган (Tekle, 2015). Өсүмдүктөрдүн экстракттары сыяктуу көп компоненттүү дары каражаттар келечекте патогендүү мироорганизмдерге каршы стратегияда маанилүү орунду ээлеши мүмкүн. Мал дарылоо үчүн келечектүү болгон дары өсүмдүктөрдү жана табигый өндүрүмдөрдү аныктоо учурдун актуалдуу маселелеринин бири (Bischoff et al., 2016). Этноветеринария практикасы салттуу дарылоо ыкмаларын колдонуу менен, өсүмдүк биоартүрдүүлүгүн сактоого жана коргоого да өбөлгө түзөт. Учурдагы 120 миллиард АКШ \$ бааланган өсүмдүк дары каражаттарынын базары, 2050-жылга дээрлик 7 триллион АКШ \$ дейре өсөт деген божомолдор бар (NAVS, 2015).

Жогоруда белгилендей, салттуу ветеринардык практикада колдонулган дары өсүмдүктөр, оондой эле табигый дары каражаттар, келечекте мал дарылоодо пайдалуу терапевтикалык альтернатива түзүшү мүмкүн. Бирок, тилекке каршы бүгүнкү күндө мындай ишенимдүү жана илимий жактан негизделген этноветеринария каражаттары түзүлө элек (Mayera et al., 2014). Андыктан, этноветеринария этнобиологиянын аз изилденген тармагы катары калууда (Miara et al., 2019).

Совет доорунда эски делип унутулуп калган этноветеринариялык дарылоо каражаттарына жана ыкмаларына кыргыз фермерлеринин кайра кайрылуусуна зарылчылык келип чыкты. Этнофармакология журналына жарыяланган эл аралык маанидеги алгачкы макалада кыргыз эли этноветеринардык дарылоо максатында колдонулуучу 27 урууга мүнөздүү 66 түр өсүмдүк документтелип, алардын ичинен 40 түр өсүмдүктүн бул жаатта колдонулуусу алгач ирет кабарланганы аныкталган (Aldayarov et al., 2022).

Учурда кыргыз этноветеринариясы боюнча изилдөө иштери актуалдуу жана кечиктирилгис иш-чаралардын бирине айланды.

Кыргыз Республикасында куш чарбасы мал чарбасынын маанилүү тармактардын бири жана ал өлкөнүн азык-түлүк коопсуздугун камсыз кылууда өзгөчө орунга ээ. Учурда республиканын аймагында ири жана орточо 41 үй куштарынан алынган өндүрүмдөрдү кайра иштетүүчү ишканалар катталган (Tazabek, 2021). Алардын жалпы саны чакан фермаларды кошкондо 700 ден ашык. Бирок, кыргыз өндүрүүчүлөрү өлкөнүн ички базарын куш этине болгону 5%, жумурткага болгон керектөөсүн 45%га гана камсыздай алат (Boronbaeva, 2018). Куш өндүрүмүнүн калган басымдуу бөлүгү импорттолгон өндүрүмдөрдүн эсебинен толукталат. Республика боюнча үй куштарынын жарымынан көбүрөөгү (54.3%; 3219172) ири, орточо фермаларда жана жеке ишкерлерде багылганы менен, алардын жалпы санынын 45.7%ы (2705508) айыл жана шаар жергесиндеги жараандардын жеке көмөкчү же үй чарбаларында асыралып (UIStatKom, 2022), кошумча азык жана киреше булагы катары пайдаланылат. Үй чарбасында асыралган куштардын эти менен жумурткасы экологиялык жактан таза, органикалык өндүрүм катары бааланып, фабрикалык тийиштүү өндүрүмдөргө салыштырмалуу, жергиликтүү базарларда 2-3 эсе жогору баада сатылат. Анткени, үй чарбасындагы куштар жугуштуу куш ыяндарына каршы эмделбейт, химиялык антипаразитардык дарылоо каражаттарын жана антибиотиктерди колдонуу менен дарылоо иш-аракеттери жүргүзүлбөйт.

Этноветеринария жаатында биздин буга чейин ишке ашырылган илимий долбоорубузда (КТМУ-ВАР.2021.ФВ.03), үй чарбасында багылган куштарды дарылоо жана алардын ыландарын алдын алуу максатында чарба ээлери пиязды (*Allium cepa* L.), сарымсакты (*Allium sativum* L.) жана ачуу кызыл калемпирди (*Capsicum annuum* L.) колдоноору жөнүндөгү маалыматтардын документтелгенин дагы эске алып, макаланын максаты – *Allium cepa* L., *Allium sativum* L. жана *Capsicum annuum* L. өсүмдүктөрүнүн тоок жөжөлөрүнүн дене салмагына, гематологиялык жана кан сары суусунун биохимиялык көрсөткүчтөрүнө тийгизген таасирин илимий негиздөө болуп аныкталды.

ИЗИЛДӨӨ МАТЕРИАЛЫ ЖАНА ЫКМАЛАРЫ

Тоок жөжөлөрү жана аларды жайгаштыруу

Түрдүү тукумдагы бир айлык 48 баш клиникалык дени соо тоок жөжөлөрү Кыргыз Республикасынын Чүй облусунун Сокулук мал базарындагы үй куштарын сатуу жайынан алынды. Тажрыйба жүргүзүү максатында даярдалган атайын жайга жөжөлөрдү жайгаштыруудан мурда, ар бир жөжөнүн буттары 1% формалиндин эритмесине салынып, тумшугу жана денеси 70% этил спиртинин эритмеси менен бүркүп чачылып жугушсуздандырылды. Тор ичиндеги жөжөлөрдү багуу жана кармоо шарттары зоогигиеналык эрежелерди сактоо менен жалпы кабыл алынган принциптерге шайкеш уюштурулду (RS, 2012). Тоют (тартылган буудай, арпа жана жүгөрү аралашмасы) алгач күнүнө 4, эки жумадан кийин 3 ирет берилип, таза суунун дайыма болуусу көзөмөлдөндү. Күнүнө бир, кээде эки жолу жашыл чөп (беде, алабата, сойломо кымыздык ж.б.) майдаланган же бүтүндөй түрүндө берилип турду. Андан сырткары, ар бир торчонун ичинде күл жана майда таш-кум аралашып салынган идиштер коюлду. Торчолордогу төшөлмөнү алмаштыруу жана тазалоо иштери ар үч күн сайын аткарылды. Эктопаразиттерди жолотпоо максатында торчонун ичине эрмен өсүмдүгүнүн бир тутамы илинип коюлду, кээде алар төшөлмө катарында да колдонулду.

Тажрыйбалык иштин жүрүшү

Тажрыйбалык иштер тоок жөжөлөрү жети күн асыроо жайында кармалып, адаптациялык процесстен өткөндөн кийин башталды. Бул мезгилде жөжөлөрдө байкалаарлык жүрүш-туруштук өзгөрүүлөр же клиникалык ылаң белгилери аныкталган жок.

Тажрыйба, 48 баш тоок жөжөлөрүн түстөрү, чондуктары жана кыймылдуулугуна жараша бирдей төрт топко бөлүп, 12 баштан өз-өзүнчө торчолорго жайгаштыруу менен башталды. Тажрыйбадагы ар бир жөжөнүн дене салмагы таразанын (AOTE AT-400, China) жардамында алынды жана аларга түсүнө жараша шарттуу ат берилип, бирдей түстөгү жөжөлөр аэрозол түрүндөгү боектордун жардамы менен буттары боелуп белгиленди. Боектор бат өчүп кала бергендиктен, ар бир жуманын аягында (дене салмак өлчөө учурунда) ал боектор жаңыланып турду.

Биринчи топ – контролдук топ (CG) катары белгиленди, экинчи топтогу жөжөлөргө – *Allium sativum* L. (сарымсак; GG), үчүнчү топтогуларга – *Allium cepa* L. (пияз; OG), төртүнчүгө – *Capsicum annuum* L. (ачуу кызыл калемпир; PG) майдаланып, жылуу сууга эзилип тартылган жем аралашмасына кошулуп, тажрыйбадагы жөжөлөргө күн алыс эртең менен саат 6:00-7:00 аралыгында кечиктирилбей берилип турду. Тажрыйбалык иште колдонулган маданий өсүмдүктөр Сокулук жашылча базарынан, ал эми тартылган арпа, жүгөрү жана буудай Заря базарынын жем саткан жайынан алынган.

Ар бир апта аягында (жекшемби күндөрү) контролдук жана тажрыйбалык топтогу жөжөлөрдүн дене салмактары алынып, маалыматтар базасына киргизилип турду. Тооктун жөжөлөрүнүн тирүүлөй салмактарындагы өзгөрүүлөр аптанын аягындагы тирүүлөй салмагын баштапкы тирүүлөй салмагына бөлүү жана жыйынтыгын пайыз менен туюнтуу аркылуу аныкталды:

Тажрыйбалык иш алты жумага созулду жана ал мезгил аралыгында жөжөлөргө антибиотиктерди, антипаразитардык же башка заманбап дары каражаттарын колдонуу менен дарылоо жана ошондой эле эмдөө иш-чаралары жүргүзүлгөн жок.

Кан алуу жана аны изилдөө

Тажрыйбалык иштин аягында, тактап айтканда 43-күнү эртең менен төрт топтогу жөжөлөрдөн, кан алуунун техникасына (Kelly et al., 2013) ылайык кан алуу уюштурулду. Ыңгайына жараша кан – канат алдындагы жана медиалдык метаторсалдык веналардан, күрөө тамырдан, айрым учурларда жүрөгүнөн алынды. Ал максатта көлөмү 3 мл болгон шприцке бириктирилген 25-калибрдеги, 5/8 дюмдук ийнелер колдонулду (Zhejiang Huaifu Medical Equip. Co. LTD, China). Алынган кан – кандын гематологиялык көрсөткүчтөрүн [эритроциттер, гемоглобин, гематокрит, эритроциттердин чөгүү ылдамдыгы, лейкоциттер, лимфоциттер, эозинофилдер, моноциттер, нейтрофилдер (таякча жана сегмент ядролуу), базофилдер, тромбоциттер] аныктоо үчүн EDTA.K3 тубиктерине, кандын кээ бир биохимиялык көрсөткүчтөрүн [АЛТ (аланинаминтрансфераза), АСТ (аспартатаминтрансфераза), жалпы билирубин, жалпы белок] аныктоо үчүн Gel/Clot Activator (GD060SGC) тубиктерине тез арада куюлду. Флеботомия учурунда асептикалык жана антисептикалык эрежелер так сакталды.

EDTA.K3 тубиктериндеги кан кыска убакытка муздаткычка (Beko RCSK 339 M20S, Түркия) коюлуп, Mindray BC-20s (China) аппаратынын жардамында 5 мүнөт аралыгында иштетилди. Ал эми Gel/Clot Activator тубигиндеги кан, алгач 15-20 мүнөт бөлмө температурасында калтырылып, кандын уюшуна шарт түзүлдү. Андан соң ал мүнөтүнө 5000 жолу айлануу (rpm) менен 20 мүнөткө 4°C температурада центрифугаланып (NÜVE NF 200, Түркия) кан сары суусу бөлүнүп алынды. Кандын биохимиясын изилдөө Mindray BS-360E (Кытай) аппаратынында он беш мүнөт ичинде аткарылды. Аталган аппараттар техникалык кызматкерлер тарабынан ар бир алты ай сайын жеткиликтүү коммерциялык мүмкүнчүлүктөрдү колдонуу менен калибрленип турат.

Статистикалык талдоо

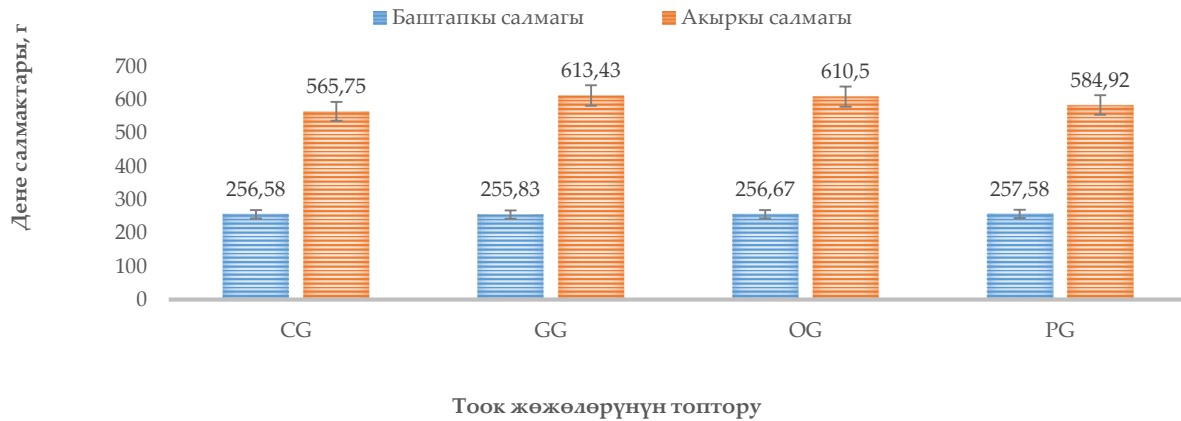
Маалыматтар орточо \pm SD катары берилет. Контролдук жана тажрыйбалык топтордогу жөжөлөрдүн тирүүлөй дене салмактарынын, гематологиялык жана айрым биохимиялык көрсөткүчтөрүнүн айырмачылыктары Стьюденттин Т-тести менен аныкталды. $P < 0.05$ мааниси статистикалык жактан маанилүү деп эсептелди. Маалыматтарды талдоо SPSS (23.0) аркылуу жүргүзүлдү.

ИЗИЛДӨӨ ЖЫЙЫНТЫКТАРЫ

Дене салмактарындагы өзгөрүүлөр

1-сүрөттө көрсөтүлгөндөй, 4 топко бөлүнгөн тоок жөжөлөрүнүн баштапкы тирүүлөй салмактары дээрлик бирдей: контролдук (CG) – 256.58 ± 6.13 , сарымсак (GG) – 255 ± 5.98 , пияз (OG) – 256 ± 5.87 жана ачуу калемпир (PG) – 257 ± 4.89 берилген топтор. Ал эми тажрыйбанын соңунда контролдук топко салыштырмалуу жемине сарымсак, пияз жана ачуу калемпир кошуп берилген топтордогу тоок жөжөлөрүнүн тирүүлөй дене салмактары орточо 19-48 г чейин жогорулаганы байкалды. Стьюденттин Т-тести аркылуу талдоо жүргүзүүнүн жыйынтыктары, контролдук жана тажрыйбалык топтор арасындагы дене салмактарынын айырмачылыктары статистикалык жактан маанилүү экендигин белгилейт, тактап айтканда GG – $p \leq 0.000134$, OG – $p \leq 0.00011$, PG – $p \leq 0.02258$.

Сарымсак жана пияз берилген топтор арасында дене салмактары статистикалык мааниге ээ эмес ($p > 0.05$; 0.7794) экени тастыкталса, сарымсак жана ачуу калемпир, пияз жана ачуу калемпир берилген топтордун ортосундагы салыштыруулар статистикалык мааниге ээ ($p < 0.05$) болгон жыйынтыктарды берди ($p \leq 0.0115$ жана $p \leq 0.0052$).



1-сүрөт. Контролдук жана тажрыйбалык топтордогу тоок жөжөлөрүнүн баштапкы жана акыркы дене салмактарын салыштыруу

Гематологиялык көрсөткүчтөрү

1-таблицадагы маалыматтар – эритроциттер, гемоглобин, гематокрит, эритроциттердин чөгүү ылдамдыгы, лейкоциттер, лимфоциттер, эозинофилдер, моноциттер, таякча ядролуу нейтрофилдер, сегмент ядролуу нейтрофилдер, базофилдер жана тромбоциттердин сыяктуу 13 гематологиялык көрсөткүчтөрдүн орточо маанилерин билдирет. Бул маанилерди салыштырганда дээрлик бардык көрсөткүчтөр арасында айырмачылыктар байкалганы менен, статистикалык мааниге ээ ($p > 0.05$) көрсөткүчтөр саны аз. Тактап айтканда, контролдук топ менен сарымсак берилген топ ортосунда статистикалык жактан маанилүү болгон үч гана көрсөткүч: моноциттер ($p > 0.041$), базофилдер ($p > 0.024$), жана тромбоциттер ($p > 0.001$) бар (1-таблица). Андан сырткары, контролдук топ менен тажрыйбалык топтор арасында, же тажрыйбалык топторду ич ара салыштырууда статистикалык мааниге ээ башка көрсөткүчтөр аныкталган жок.

Кан сары суусунун биохимиялык көрсөткүчтөрү

Контролдук топтогу үй куштарынын башка үч тажрыйбалык топтордогуларга, жогоруда белгиленген биохимиялык көрсөткүчтөрүн салыштырганда, дээрлик бардык маалыматтарында статистикалык мааниге ээ көрсөткүчтөрдү көрүүгө болот (2-таблица).

1-таблица. Контролдук жана тажрыйбалык тоок жөжөлөрүнүн салыштырмалуу гематологиялык көрсөткүчтөрү

| Гематологиялык көрсөткүчтөр | Контролдук жана тажрыйбалык тоок жөжөлөрү | | | | |
|---------------------------------|---|-------------|--------------|--------------|--------------|
| | Саны | CG | GG | OG | PG |
| Эритроцит ($10^{12}/л$) | 12 | 293±0.43 | 2.86±0.5 | 2.78±0.48 | 2.77±0.51 |
| Гемоглобин (g/l) | 12 | 197.53±41.9 | 190.64±44.84 | 183.58±44.47 | 183.74±44.14 |
| Гематокрит (%) | 12 | 37.14±7.77 | 38.164±6.78 | 34.09±8.03 | 34.34±7.8 |
| Эритроциттердин чөгүү ылдамдыгы | 12 | 1.85±0.3 | 1.874±0.27 | 1.89±0.32 | 1.88±0.28 |
| Лейкоцит ($10^9/л$) | 12 | 31.95±7.53 | 31.41±7.80 | 34.27±8.66 | 34.47±8.77 |
| Лимфоцит (%) | 12 | 66.51±1.83 | 67.71±3.11 | 67.80±2.53 | 67.43±2.37 |
| Моноцит (%) | 12 | 0.41±0.16 | 0.59*±0.22 | 0.43±0.28 | 0.45±0.30 |
| Псевдоэозинофил (%) | 12 | 1.23±0.18 | 1.18±0.12 | 1.24±0.18 | 1.21±0.22 |
| Эозинофил (%) | 12 | 25.9±4.2 | 25.48±3.06 | 27.65±3.94 | 27.38±3.95 |
| Таякча ядролуу нейтрофил (%) | 12 | 1.58±0.1 | 1.56±0.15 | 1.60±0.08 | 1.59±0.09 |
| Сегмент ядролуу нейтрофил (%) | 12 | 30.97±0.8 | 31.66±1.73 | 32.01±1.48 | 32.04±1.13 |
| Базофил (%) | 12 | 0.19±0.12 | 0.27*±0.02 | 0.21±0.10 | 0.21±0.10 |
| Тромбоцит ($10^9/л$) | 12 | 63.51±10.13 | 76.46**±5.95 | 77.86±6.16 | 77.28±7.09 |

* - $p < 0.05$; ** - $p < 0.001$.

2-таблица. Контролдук жана тажрыйбалык тоок жөжөлөрүнүн кан сары суусундагы кээ бир биохимиялык көрсөткүчтөрү

| Кан сары суусунун биохимиялык көрсөткүчтөр | Контролдук жана тажрыйбалык тоок жөжөлөрү | | | | |
|--|---|----|----|----|----|
| | Саны | CG | GG | OG | PG |

| | | | | | |
|----------------------------|----|---------------|------------------|------------------|-------------------|
| АЛТ (Ед/л) | 12 | 0.88 ± 0.26 | 0.78 ± 0.38 | 0.7* ± 0.07 | 0.64* ± 0.27 |
| АСТ (Ед/л) | 12 | 138.12 ± 1.79 | 158.33*** ± 7.29 | 158.92*** ± 3.14 | 194.03*** ± 14.74 |
| Жалпы билирубин (мкмоль/л) | 12 | 0.15 ± 0.05 | 0.53*** ± 0.24 | 0.76*** ± 0.31 | 0.68*** ± 0.46 |
| Жалпы белок (г/л) | 12 | 29.89 ± 0.26 | 33.85*** ± 1.44 | 35.57*** ± 0.71 | 36.42** ± 4.81 |

* - $p < 0.05$; ** - $p < 0.001$; *** - $p < 0.0001$.

Контролдук топ менен сарымсак берилген топто АЛТ көрсөткүчү гана статистикалык мааниге ээ болгон жок. Калгандары (жалпы белок, АСТ жана жалпы билирубин) статистикалык жогорку маанини беришти (жалпы белок < 0.0001 , башка экөө $p < 0.0000$). OG жана PG тажрыйбалык топторун CG менен салыштыруу окшош статистикалык маанилерди бергени аныкталды. Мында АЛТ көрсөткүчтөрү $p \leq 0.044$ жана $p \leq 0.041$, ал эми АСТ, жалпы белок жана жалпы билирубин сыяктуу биохимиялык кан сары суу көрсөткүчтөрү жогорку статистикалык мааниге ээ ($p < 0.0000$) болушту.

Ушундай эле салыштыруулар үч тажрыйбалык топтор арасында да жүргүзүлдү. Жыйынтыгында, GG жана OG топтору ортосунда жалпы билирубин ($p \leq 0.002$), GG жана PG, OG жана PG топторунда – АСТ ($p < 0.0000$) орточо жана жогорку статистикалык мааниге ээ экендиги тастыкталды.

ТАЛКУУЛОО

Үй куштарынын өсүү көрсөткүчтөрүн жакшыртуу жана түрдүү патогендик бактерияларга туруктуулугун жогорулатуу максатында ар кандай антибиотиктер берилет. Бирок, антибиотиктерди көзөмөлсүз берүүдөн алар куш организмдеринде узак убакыт топтолуп, патогендик микроорганизмдердин ал антибиотиктерге резистенттүүлүгү калыптанат. Натыйжада, жугуштуу ылаңдарды антибиотиктер менен дарылоо мүмкүн болбой калат. Учурдун актуалдуу көйгөйлөрүнүн бири – үй куштарын багууда антибиотиктерге альтернатива боло ала турган башка бир дарылоо каражаттарын издөө. Duskaev and Klimova (2022) заманбап мал чарбачылыгынын учурдагы көңүлү өсүмдүктөрдөн даярдалган биологиялык активдүү заттарга – фитобиотиктерге бурула баштанын белгилешет.

Биздин башкы максат – үй куштарын ар кандай ылаңдардан дарылоодо көп колдонулуучу өсүмдүктөрдү илимий негиздөө болгондугуна байланыштуу, пияз, сарымсак жана ачуу кызыл калемпирди жемге кошуп берүү менен, тоок жөжөлөрүнө тажрыйбалык иш жүзөгө ашырылган. Андыктан, өздүк жыйынтыктар менен тиешелүү адабий маалыматтарды салыштырып, ал өсүмдүктөрдүн фитохимиялык жана фармакологиялык касиеттерин чагылдырган илимий булактар талданды.

Бир айлык тоок жөжөлөрүнүн жемине күн алыс майдаланган пияз (тамырын) аралаштырып берүү менен 42 күн жүргүзүлгөн тажрыйбанын жыйынтыгында, контролдук топко салыштырмалуу жөжөлөрдүн тириүүлөй салмагынын 44.75 г жогору болгондугу аныкталган, тактап айтканда контролдук топ (CG) – 565.75 ± 18.21 г, ал эми пияз берилген топ (OG) – 610.50 ± 20.38 г ($p < 0.0001$). Ушундай эле жыйынтык башка авторлордун (Goodarzi et al., 2013; Tashla et al., 2019; Malematja et al., 2023) изилдөөлөрүндө да кабарланган. Бройлер жөжөлөрдүн рационунда пиязды киргизүү ичеги микрофлорасынын жакшырышына (Tashla et al., 2019), сөөк системасынын күчтүү өнүгүшүнө (Malematja et al., 2023), иммундук органдарынын салмагынын жогорулашына, кан сары суусундагы триглицерид жана глюкоза концентрацияларынын төмөндөшүнө алып келген (Goodarzi et al., 2013). Omer et al. (2019) маалымдагандай, пияз – жумуртка багытындагы тооктордун жалпы ден соолугун жакшыртат, алынган жумуртканын салмагын жана жумуртка берүүсүн жогорулатат, жана ошондой эле канындагы холестеринди төмөндөтөт. Изилдөөчүлөр, пияз тооктордон алынган өндүрүмдөргө жана башка көрсөткүчтөрүнө зыяндуу таасири жок деп белгилешет (Goodarzi et al., 2013; Omer et al., 2019; Tashla et al., 2019; Malematja et al., 2023). Биздин изилдөөдө (табл. 2), контролдук жана пияз берилген топтор ортосундагы гематологиялык көрсөткүчтөр ортосунда статистикалык маанилүү айырмачылыктар байкалган жок. Ал эми кан сары суусунун АЛТ, АСТ, жалпы билирубин жана жалпы протеиндеринин CG салыштырмалуу OG жогору экени аныкталды. Ошентип, *Allium cepa* L. (пияз) жашылча өсүмдүктөрүнүн ичинен эң пайдалуусу.

Жогорудай эле, бир айлык тоок жөжөлөрүнүн жемине күн алыс майдаланган сарымсак тамыры аралаштырып берилген. Жыйынтыгында, CG (565.75 ± 18.21 г) салыштырмалуу GG (613.42 ± 29.17 г)

жөжөлөрдүн тирүүлөй салмагы 48 г жогору болду ($p < 0.0001$). Кээ бир изилдөөлөрдүн (Shams-ul-Nayat et al., 2022) жыйынтыктары биздин маалыматтарга шайкеш болгону менен, башкалары (Adebiyi et al., 2017; Tashla et al., 2019) сарымсактын тажрыйбалык бройлейлердин салмагынын өсүүсүнө таасири болбойт деп кабарлашкан. Ал эми Aderemi et al. (2013) жана Omer et al. (2019) сарымсак жумуртка берүүчү тооктордун жумурткаларынын сапатын жана салмагын жогорулатканы, жалпы эле куштардын ден соолугуна оң таасир берээрин кабарлашкан. Aderemi et al. (2013) маалыматтары боюнча, тажрыйбалык куштардын кан сары суусунда жалпы белокторунун концентрациясы жогорулаган, ал эми глюкоза менен холестеролдун концентрациялары төмөндөгөн. Сарымсак иммунитетти көтөрөт, дене салмагынын өсүүсүн жакшыртат, аш болумдуу заттардын сиңирилишин жогорулатат, кандагы жаман холестериндин деңгээлин азайтат (Singh and Singh, 2008) жана эттин сапаттык көрсөткүчтөрүн жогорулатат (Kurochka Ryaba, 2019). Биздин изилдөөлөрдө, сарымсак берилген топтогу жөжөлөрдүн гематологиялык көрсөткүчтөрүнүн ичинен моноциттери ($p \leq 0.041$), базофилдери ($p \leq 0.024$) жана тромбоциттери ($p < 0.001$) жогорулаганы байкалды. Биохимиялык көрсөткүчтөрү, АЛТ башкасы ($p \geq 0.434$), ОГ сыяктуу, СГ салыштырмалуу жогору болду (АСТ, жалпы билирубин жана жалпы белок – $p < 0.0000$, 0.0001 жана 0.0000). Мындай өзгөрүүлөрдү салыштыруучу башка маалыматтар табылган жок жана аны тажрыйбадагы куштардын сарымсакка болгон реакциясы деп гана түшүндүк.

Үчүнчү тажрыйбалык топ катары, бир айлык тоок жөжөлөрүнүн жемине күн алыс майдаланган ачуу кызыл калемпир (*Capsicum annuum* L.) аралаштырып берилген. Жыйынтыгында, СГ (565.75 ± 18.21 г) салыштырмалуу РГ (584.92 ± 20.01 г) жөжөлөрдүн тирүүлөй салмагы 19 г жогору болду ($p \leq 0.022$). Бизге жеткиликтүү адабий булактарда, *Capsicum annuum* L. кошуп берүү менен тажрыйбалык жаныбарларга жүргүзүлгөн изилдөөлөр табылган жок. Aderemi et al. (2013) жумуртка багытындагы тооктордун рационуну *Capsicum annuum* L. кошуп берүү менен, тооктордун жумуртка берүүсүндө, же жумуртканын сандык жана сапаттык өзгөрүүсүнө таасиринин болгондугун кабарлаган. Hanif et al. (2016) кызыл калемпирди бройлер тоокторун Ньюкасл ылаңынан коргоодогу эффектүү таасир бергендигин кабарлашат жана майда чарбалар бул өсүмдүктү аз чыгым кетирүү менен дары каражаты катары колдонууга боло турганын белгилешет. Биздин маалыматтар боюнча, гематологиялык көрсөткүчтөрү боюнча контролдук топ менен салыштырганда статистикалык маанилүү жыйынтык алынган эмес. Ал эми биохимиялык көрсөткүчтөрү, жогорудагы тажрыйбалык топтор сыяктуу, СГ салыштырмалуу жогору болду (АЛТ, АСТ, жалпы билирубин жана жалпы белок $p \leq 0.041$, 0.0000 , 0.0000 жана 0.001). Муну да тоок жөжөлөрүнүн *Capsicum annuum* L. карата реакциясы деп түшүндүк.

КОРУТУНДУ

Тамак-аш коопсуздугу жана органикалык таза азык өндүрүү учурдун оручундуу маселелеринин бири. Ал эми этноветеринардык медицина багытындагы изилдөөлөр илимди жана өндүрүштү жаңы дарылоо каражаттары менен толуктайт, жана ал илим адамдары үчүн көөнөргүс идеялардын, жаңы ачылыштардын булагы катары кызмат кылат.

Учурда Кыргыз Республикасында өндүрүлүп жаткан айбан табияттуу азыктардын ичинен, үй чарбачылыгында өндүрүлгөн үй куштарынын эттерин жана жумурткаларын даана органикалык азыктарга кошууга мүкүн. Кошумча киреше алуу, үй-бүлөсүн таза азык менен камсыз кылуу максатында кармаган үй куштары жугуштуу ылаңдарга каршы эмделбейт, аларга антибиотиктер берилбейт.

Тажрыйбалык иштин жыйынтыктары, бир айлык тоок жөжөлөрүнүн өсүп-өнүгүүсүнө – пияздын, сарымсактын жана ачуу кызыл калемпирдин таасири бар экенин далилдеп, алар статистикалык маанилүү экендиги көрсөттү. Гематологиялык көрсөткүчтөрү манилүү өзгөрүүлөргө дуушар болгон жок. Бирок, АЛТ, АСТ, жалпы билирубин жана жалпы белок сыяктуу кан сары суусунун биохимиялык көрсөткүчтөрү контролдук жана бардык тажрыйбалык топтордогу куштар арасында кескин айырмаланаары ачыкталды жана анын себептери белгиленди.

ЫРААЗЫЧЫЛЫК БИЛДИРҮҮ

Изилдөөлөр “Манас” университети тарабынан каржыланган “Органикалык үй чарбачылыгындагы канаттууларга колдонулуучу этноветеринардык ыкмаларды изилдөө жана илимий негиздөө” (КТМУ-ВАР-2023.ФВ.03) илимий долбоорунун алкагында аткарылган. Көрсөткөн көмөгү үчүн КТМУнун

Долбоорлорду кординациялоор башкармалыгына, университеттин жетекчилигине жана изилдөөлөрдү ишке ашырууда ар тараптуу жардам көрсөткөн инсандарга терең ыраазычылык билдиребиз.

Кызыкчылыктардын кагылышы

Бул макалада кызыкчылыктардын кагылышы жок.

Авторлордун салымы

Бул макалада авторлор бирдей өлчөмдө салым кошушкан.

Этика чечими

Тажрыйбалык изилдөө ишинин протоколун Кыргыз-Түрк «Манас» университетинин жаныбарларга тажрыйба жүргүзүү боюнча этикалык комитети жактырган (№2023/03, 28.03.2023).

КОЛДОНУЛГАН АДАБИЙ БУЛАКТАР

- Adebiyi, F.G., Ologhobo, A.D. & Adejumo, I.O. (2017). Efficacy of *Allium sativum* as Growth Promoter, Immune Booster and Cholesterol-lowering Agent on Broiler Chickens. *Asian J Animal Sciences*, 11(5): 202-213. <https://doi.org/10.3923/ajas.2017.202.213>.
- Aderemi, F., Alabi, O. & Ayoola, O. (2013). Evaluating Pepper (*Capsicum annum*) and Garlic (*Allium sativum*) on Performance Egg Trait and Serum Parameters of Old Layers. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*. 3(7): 90-96.
- Aldayarov, N., Tulobaev, A., Salykov, R., Jumabekova, J., Kydyralieva, B., Omurzakova, N., Kurmanbekova, G., Imanberdieva, N., Usubaliev, B., Borkoev, B., Salieva, K., Salieva, Z., Omurzakov, T. & Chekirov, K. (2022). An ethnoveterinary study of wild medicinal plants used by the Kyrgyz farmers. *Journal of Ethnopharmacology*. 114842. 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2021.114842>.
- Antonio, R., Souza, R., Furlan, M., Pedro, C., Cassas, F., Honda, S. & Rodrigues, E. (2015). Investigation of urban ethnoveterinary in three veterinary clinics at east zone of São Paulo city, Brazil. *J. Ethnopharmacol.* 173: 183–190. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2015.07.026>.
- Aziz, MA, Khan, AH, Adnan, M. & Ullah, H. (2018). Traditional uses of medicinal plants used by Indigenous communities for veterinary practices at Bajaur Agency, Pakistan. *J Ethnobiol Ethnomed.* 14:11. <https://doi.org/10.1186/s13002-018-0212-0>.
- Benítez, G., González-Tejero, M.R. & Molero-Mesa, J. (2012). Knowledge of ethnoveterinary medicine in the Province of Granada, Andalusia, Spain. *J. Ethnopharmacol.* 139(2): 429–439. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2011.11.029>.
- Bischoff, T., Vogl, C.R., Ivemeyer, S., Klarer, F., Meier, B., Hamburger, M. & Walkenhorst, M. (2016). Plant and natural product based homemade remedies manufactured and used by farmers of six central Swiss cantons to treat livestock. *Livestock Science*. 189: 110–125. <http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2016.05.003>.
- Boronbaeva, M. (2018). Kyrgyzstan obespechivaet sebya myasom pticy vsego na 5%, otrasl na grani polnogo kraha – asociaciya pticevodov. *Kirg TAG*. <https://kyrtag.kg/ru/news/kyrgyzstan-obespechivaet-sebya-myasom-ptitsy-vsego-na-5-otrasl-na-grani-palnogo-krakha-assotsiatsiya>.
- Caudell, M.A., Quinlan, M.B., Quinlan, R.J. & Call, D.R. (2017). Medical pluralism and livestock health: ethnomedical and biomedical veterinary knowledge among East African agropastoralists. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*. 13(7): 1-11. <https://doi.org/10.1186/s13002-017-0135-1>.
- Duskaev, G.K. & Klimova, T.A. (2022). Fitohimicheskie veshstva v kormlenii selskohozyajstvennoj pticy: perspektivy ispolzovaniya. *Zhivotnovodstvo i kormoproizvodstvo*, 10(3): 137-152. Eda. Ostryj perez. https://edaplus.info/produce/pepper_acute.html.
- Goodarzi, M., Landy, N. & Nanekarani, S. (2013). Effect of onion (*Allium cepa* L.) as an antibiotic growth promoter substitution on performance, immune responses and serum biochemical parameters in broiler chicks. *Health*, 5(8):1210-1215. <http://dx.doi.org/10.4236/health.2013.58164>.
- Hanif, S.M., Meher, M.M., Biswas, G.C. & Anower, A.K.M. (2016). Field study on efficacy of red pepper (*Capsicum annum*) along with antibiotics against newcastle disease in broiler at Narail Sadar Upazilla, Bangladesh. *Wayamba Journal of Animal Science*. ISSN: 2012-578X. 1460-1466.
- Kelly, L.M., Rlat, B.S. & Alworth, L.C. (2013). Techniques for collecting blood from the domestic chicken. *AB ANIMAL*. 42(10):359-361.
- Kurochka Ryaba (2019). Chesnok kuram nesushkam, cyplyatam i brojleram: kak davat. <https://pro-kur.ru/chesnok-kuram-nesushkam-czyplyatam-i-brojleram-kak-davat/>.

- Malematja, E., Manyelo, T.G., Ng'ambi, J. W., Nemauluma, M.F.D. & Kolobe, S.D. (2023). Effects of onion extracts (*Allium cepa*) inclusion in diets on growth performance, carcass characteristics, and bone morphometric of broiler chickens. *Anim Biosci*, 36(7): 1075-1082. <https://doi.org/10.5713/ab.22.0399>.
- Mayera, M., Vogl, C.R., Amorena, M., Hamburger, M. & Walkenhorst, M. (2014). Treatment of Organic Livestock with Medicinal Plants: A Systematic Review of European Ethnoveterinary Research. *Forsch Komplementmed*. 21: 375–386. <https://doi.org/10.1159/000370216>.
- Mertenat, D., Cerob, M.D., Vogl, C.R., Ivemeyer, S., Meiere, B., Maeschli, A., Hamburger, M. & Walkenhorst, M. (2020). Ethnoveterinary knowledge of farmers in bilingual regions of Switzerland – is there potential to extend veterinary options to reduce antimicrobial use? *Journal of Ethnopharmacology*. 246 (112184): 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2019.112184>.
- Miara, M.D., Bendifc, H., Ouabada, A., Rebbasc, K., Hammoua, M.A., Amirat, M., Greenee, A. & Teixidor-Toneuf, I. (2019). Ethnoveterinary remedies used in the Algerian steppe: Exploring the relationship with traditional human herbal medicine. *Journal of Ethnopharmacology*. 244. 112164. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2019.112164>.
- NAVS (2015). Ethno-veterinary Medicine: A Concept for Sustainable Livestock Production. Policy Paper No. 3. National Academy of Veterinary Sciences (India), New Delhi.
- Omer, H.A.A., Ahmed, S.M., Abdel-Magid, S.S., El-Mallah, G.M.H., Bakr, A.A. & Fattah, M.M.A. (2019). Nutritional impact of inclusion of garlic (*Allium sativum*) and/or onion (*Allium cepa* L.) powder in laying hens' diets on their performance, egg quality, and some blood constituents. *Bulletin of the National Research Centre*. 43(23):1-9. <https://doi.org/10.1186/s42269-019-0061-6>.
- RS (rukovostvo po sodержaniyu) (2012). H&M International. Am Zeedajh. Kukshafen, Germaniya. 27472 <http://www.hn-int.com>.
- Shams-ul-Hayat, Riaz Ali, Azmat Hayat Khan, Insan-ud-Din, Sajid Khan, Fahad Ullah, Wilayat Hussain, Faiza Shahzadi & Riaz Ahmad Khan (2022). Effect of Garlic (*Allium Sativum*) Supplementation on Growth Performance and Serum Biochemistry of Broiler Chicks. *American Academic Scientific Research Journal for Engineering, Technology, and Sciences*, 85(1):287-300.
- Shang, X., Tao, C., Miao, X., Wang, D., Tangmuke, Dawa, Wang, Y., Yang, Y. & Pan, H. (2012). Ethno-veterinary survey of medicinal plants in Ruergai region, Sichuan province, China. *J. Ethnopharmacol*. 142(2): 390–400. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2012.05.006>.
- Shen, S., Qian, J. & Ren, J. (2010). Ethnoveterinary plant remedies used by Nu people in NW Yunnan of China. *J. Ethnobiol. Ethnomed*. 6(24): 1–10. <https://doi.org/10.1186/1746-4269-6-24>.
- Singh, V.K. & Singh, D.K. (2008). Pharmacological Effects of Garlic (*Allium sativum* L.). *ARBS Annual Review of Biomedical Sciences*, 10:6-26. <http://arbs.biblioteca.unesp.br>.
- Tashla, T., Puvača, N., Nikolova, N., Čabarkapa, I., Popović, S., Prodanović, R. & Lević, J. (2019). Effects of garlic, ramson and onion (*Allium ursinum*, *Allium cepa*) on performance and gut bacteria population in broiler chickens. *Macedonian Journal of Animal Science*, 9(1):5–9.
- Tazabek, 2021. Spisok krupnyh pticefabrik i pticepererabatyvayushih kompanij Kyrgyzstana (vladelcy, adresa) Selskoe hozyajstvo. *Analiticheskij-informacionnyj portal*. <https://www.tazabek.kg/news:1745044/?f=cp>.
- Tekle, Y. (2015). Study on ethno veterinary practices in Amaro special district southern Ethiopia. *Medicinal and Aromatic Plants*. 4: 186.
- UIStatKom (2022). Kyrgyz Respublikasynyn malga zhana yj kanattuularyna sanak zhyrgyzyynyn zhyjyntyktary. (2021-zhyldyn ayagyna karata abaly boyuncha). Bishkek, 61 bet.
- Upadhyay, B., Singh, K.P. & Kumar, A. (2011). Ethno-veterinary uses and informants consensus factor of medicinal plants of Sariska region, Rajasthan, India. *J. Ethnopharmacol*. 133(1): 14–25. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2010.08.054>.
- Viegi, L., Pieroni, A., Guarrera, P.M. & Vangelisti, R. (2003). A review of plants used in folk veterinary medicine in Italy as basis for a databank. *J. Ethnopharmacol*. 89(2-3): 221–244. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2003.08.003>.
- Xiong, Y. & Long, C. (2020). An ethnoveterinary study on medicinal plants used by the Buyi people in Southwest Guizhou, China. *J. Ethnobiol. Ethnomed*. 16(46): 1–20. <https://doi.org/10.1186/s13002-020-00396-y>.
- Yadav, R., Kumar, P., Jhambh, R. & Sangwan A. (2021). Role of Ethno-Medicine in Veterinary Practice. *Just Agriculture. Multidisciplinary e-Newsletter*. 1(11):1-6.

Research Article

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Akademik ve İdari Personelinin Ekolojik Ayak İzi Farkındalığının Belirlenmesi**Melike YEĞİN^{ID}*¹, Hikmet BAYAM^{ID}¹, Fatma ERGÜN^{ID}¹, Muradiye KARASU AYATA^{ID}¹**¹ Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Kırşehir, Türkiye*Corresponding author e-mail: melike.yegin@ahievran.edu.tr**ÖZET****MAKALE
BİLGİSİ**

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi'nde görev yapan akademik ve idari personelin ekolojik ayak izi farkındalık düzeylerini belirlemek ve çevresel sürdürülebilirlik konusunda farkındalık oluşturmak için temel veriler sağlamaktır. Araştırma süreci nicel araştırma desenlerinden kesitsel betimsel tarama yöntemleriyle gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın evrenini Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi idari ve akademik personeli oluşturmaktadır. Araştırma, 310 kişilik bir katılımcı grubu üzerinde yürütülmüştür. Katılımcılara anketler aracılığıyla ekolojik ayak izi ve çevresel farkındalık ile ilgili sorular yöneltilmiştir. Veriler, istatistiksel analizlerle incelenmiş ve yorumlanmıştır. Geri dönüşüm, ulaşım ve su tüketimi alt ölçek ortalama puanları için öğrenim durumları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur. Geri dönüşüm alt ölçek puanı ortalaması, öğrenim durumu yüksek lisans olanların ($\bar{X}=20.0$); doktora ($\bar{X}=20.7$); lisans ($\bar{X}=20.3$); ön lisans ($\bar{X}=23.4$) ve lise düzeyi öğrenim durumu için ($\bar{X}=23.0$) olarak tespit edilmiştir. Ekolojik ayak izi farkındalık alt ölçekleri ve toplam puanı eğitim-seminer-kurs alma durumu ile kıyaslandığında geri dönüşüm ve su tüketimi alt ölçek puanlarında istatistiksel olarak anlamlı bir sonuç elde edilmiştir. Geri dönüşüm alt ölçeği için daha önce eğitim-seminer-kurs alanların ortalaması ($\bar{X}=24.0$), almayanların ortalamasına ($\bar{X}=21.0$) göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Su tüketimi alt ölçeği ortalama puanında da benzer şekilde daha önce eğitim-seminer-kurs alanların ortalaması ($\bar{X}=18.0$), almayanların ortalamasına ($\bar{X}=16.0$) göre daha yüksek bulunmuştur. Ekolojik ayak izi farkındalık düzeyi ve etkileyen faktörler arasındaki ilişkinin karmaşık olduğu görülmektedir. Bu çalışma, çevre bilincinin artırılmasına yönelik daha etkili stratejilerin geliştirilmesine ve sürdürülebilirlik için bilinçli davranışların teşvik edilmesine ihtiyaç duyulduğunu kanıtlar niteliktedir. Ancak, daha kapsamlı ve uzun vadeli araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Geliş:
24.05.2024
Kabul:
01.10.2024

Anahtar kelimeler: *Ekolojik ayak izi, Farkındalık, Sürdürülebilirlik***Determining the Ecological Footprint Awareness of Kırşehir Ahi Evran University Academic And Administrative Staff****ABSTRACT****ARTICLE
INFO**

The aim of this study is to determine the level of ecological footprint awareness among academic and administrative staff at Kırşehir Ahi Evran University and to provide basic data to create awareness about environmental sustainability. The research process was conducted using cross-sectional descriptive survey methods, which are quantitative research designs. The universe of the study consists of administrative and academic staff at Kırşehir Ahi Evran University. The research was conducted on a participant group of 310 individuals. Participants were asked questions about ecological footprint and environmental awareness through surveys. The data were analyzed and interpreted through statistical analyses. There was a statistically significant difference between educational levels for the mean scores of the sub-scales of recycling, transportation, and water consumption. The average score for the recycling sub-scale was determined as ($\bar{X}=20.0$) for participants with a master's degree; ($\bar{X}=20.7$) for doctoral degree holders; ($\bar{X}=20.3$) for bachelor's degree holders; ($\bar{X}=23.4$) for associate degree holders; and ($\bar{X}=23.0$) for high school graduates. When compared with the status of attending education-seminer-course, a statistically significant result was obtained in the recycling and water consumption sub-scale scores compared to the ecological footprint awareness sub-scales and total score. It was found that the average score for the recycling sub-scale was higher for those who had previously attended education-seminer-course ($\bar{X}=24.0$) compared to those who had not ($\bar{X}=21.0$) ($p<0.05$). Similarly, the average score for the water consumption sub-scale was found to be higher for those who had previously attended education-seminer-course ($\bar{X}=18.0$) compared to those who had not ($\bar{X}=16.0$). The results indicate that the relationship between ecological footprint awareness level and influencing factors is complex. This study qualitatively demonstrates the need for the development of more effective strategies to increase environmental awareness and promote conscious behaviors for sustainability. However, more comprehensive and long-term research is needed.

Received:
24.05.2024
Accepted:
01.10.2024

Keywords: *Awareness, Ecological footprint, Sustainability.*

Cite this article as: YeğİN, M., Bayam, H., Ergün, F. & Ayata, K. M. (2024) Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi akademik ve idari personelinin ekolojik ayak izi farkındalığının belirlenmesi. *Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences*, 14(2), 219-228. <https://doi.org/10.53518/mjavl.1489384>

GİRİŞ

İnsan, doğada yaşam bulan, yaşamını doğanın koşulları üzerine şekillendiren ve doğayla etkileşim içinde olan bir varlıktır. Bu zorunlu etkileşim en başlarda dengeli bir biçimde yürütülse de, zamanla insanın doğa üzerindeki hakimiyeti giderek artmıştır. Özellikle sanayileşme süreci ve buna bağlı olarak ortaya çıkan kentleşme ve demografik sorunlar, doğal dengenin bozulmasına yol açmıştır (Fikri, 2013). Tüm bunların sebep olduğu çevresel sorunlar, sadece ekosistemleri değil, aynı zamanda insan sağlığını, ekonomiyi ve toplumların genel refahını da etkilemektedir. Bu nedenle, çevresel sürdürülebilirlik için farkındalık oluşturmak oldukça önemlidir (Mızık & Yiğit Avdan, 2020).

Sürdürülebilirlik, mevcut kaynakların kullanımında gelecek nesillerin bu kaynaklardan yararlanma imkanlarını korumayı hedefleyen bir yaklaşımdır. Bu kavram, çevresel dengeyi muhafaza etmek adına, insan faaliyetlerinin doğa üzerindeki etkilerinin en aza indirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Aynı zamanda, sürdürülebilir kalkınma, ekonomik büyüme ile çevrenin korunması arasında dengeli bir ilişki kurmayı amaçlamaktadır (Yakut Aymankuy, 2023).

Ekolojik ayak izi kavramı, sürdürülebilirlik ile doğrudan bağlantılıdır. Bu kavram sürdürülebilir bir toplumun ekolojik gerekliliklerini anlayarak, mevcut yaşam tarzımızın sosyal ve çevresel sonuçlarını da algılamamıza yardımcı olur (Mızık & Yiğit Avdan, 2020).

Ekolojik ayak izi kavramı ilk olarak Dr. Mathis Wackernagel, Prof. William Rees ve arkadaşları tarafından kullanılmıştır. Wackernagel ve Rees, ekolojik ayak izini “bireyin veya bir insan popülasyonunun ihtiyacı olan kaynakların üretimi ve bu kaynakların kullanımı sonucu ortaya çıkan atıkların etkisiz hale getirildiği, doğal ekosistemle uyumlu ve sınırlı bir coğrafi alandaki etkilerini ölçen bir ölçüm aracı olarak tanımlamaktadır” (Wackernagel & Rees, 1998).

Bir diğer tanıma göre ekolojik ayak izi, belirli bir popülasyonun, kuruluşun veya ürünün kaynaklarını üretmek ve atıklarını absorbe etmek için gereken biyolojik olarak üretken alanı temsil eder. Ekolojik ayak izi, doğal kaynakların tüketimi ile doğanın biyolojik üretkenlik kapasitesini kıyaslamaktadır. Bireyin veya toplulukların ekolojik ayak izi, gezegenin biyolojik kapasitesinden küçük olduğunda sürdürülebilir kabul edilmektedir. Daha büyük olduğunda ise sürdürülebilir sınırlar aşılmakta ve çevresel denge tehlikeye girmektedir (Wackernagel & Monfreda, 2004).

Ekolojik ayak izi hesaplamaları, insanlığın mevcut tüketim düzeyinin gezegenimizin sürdürülebilir kapasitesini %75 oranında aştığını göstermektedir (Wackernagel, 2021). Ekolojik ayak izinin azaltılması, sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin gerçekleştirilmesi açısından kritik bir öneme sahiptir. Mevcut tüketim kalıpları devam ederse, insanlığın birden fazla gezegenin kaynaklarına ihtiyaç duyması kaçınılmaz hale gelecektir. Dolayısıyla, ekolojik ayak izinin azaltılması, hem çevresel sürdürülebilirliği sağlamak hem de gelecek nesillere yaşanabilir bir dünya bırakmak için elzemdir (Çam & Menteşe, 2024; Genta et al., 2019). Sahip olduğumuz tek gezegenin kaynaklarını dikkatli ve dengeli bir şekilde kullanmak, insanlığın sürdürülebilir bir geleceğe ulaşabilmesinin temelini oluşturur (Meyer & Newman, 2018).

Çeşitli gruplar üzerinde yürütülen ekolojik ayak izi farkındalık çalışmaları literatürde sıkça yer almaktadır. Çıkrık ve Yel (2019), yaptıkları çalışmada, biyoloji öğretmen adaylarının demografik özelliklerine göre ekolojik ayak izi farkındalık düzeylerini analiz etmişlerdir. Akyüz ve Saylar (2019), tarafından fen bilgisi ve biyoloji öğretmen adaylarını karşılaştırmak amacıyla yürütülen çalışmada, iki grubun da ekolojik ayak izi farkındalık düzeylerinin benzer olduğu tespit edilmiştir. Temizkan ve Ceyhanlı'nın (2020), turizm lisans öğrencilerinin ekolojik ayak izini belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmada gıda alt boyutundaki farkındalığın diğer alt boyutlara göre daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Başka bir çalışmada, Azerbaycan halkının çevre bilincini artırmak için ekolojik ayak izi farkındalık düzeyleri araştırılmıştır (Gurbuz et al., 2021). Yapılan ekolojik ayak izi farkındalık çalışmalarında, bireylerin kavramla ilgili bilgi sahibi olmalarının, çevreye yönelik tutum ve davranışlarında pozitif yönde değişimler olabileceği vurgulanmıştır (Öztürk, 2010).

Ekolojik ayak izi farkındalığı konusunda literatürdeki diğer çalışmalar farklı demografik, sosyo-ekonomik ve kültürel grupların incelenmesine yönelik çeşitli metodolojik yaklaşımlar ve bulgular içermekte olup, literatürdeki mevcut çeşitliliği ve konuya dair analizleri zenginleştirmektedir (Güngör & Kalburan, 2022; Bayraktar, 2020; Mascarenhas et al., 2021).

Literatürde şimdiye kadar yapılan çalışmalar incelendiğinde üniversite personeli için ekolojik ayak izi farkındalığının belirlenmesi, hem kurumsal sürdürülebilirlik politikalarının etkin bir şekilde uygulanması hem de çevresel sorumluluk bilincinin yaygınlaştırılması açısından büyük önem arz etmektedir. Üniversiteler, geniş insan kaynağı ve yüksek düzeyde kaynak tüketimiyle önemli çevresel etkiler yaratabilmektedir; bu nedenle personelin ekolojik ayak izini bilmesi, bireysel ve kurumsal düzeyde çevreye duyarlı davranışların geliştirilmesine katkı sağlamaktadır. Ayrıca, üniversite personelinin bu konuda bilinçlenmesi, akademik ve idari faaliyetlerde daha sürdürülebilir uygulamaların benimsenmesine ve öğrenciler için çevresel farkındalık konusunda örnek teşkil eden bir model oluşturmalarına olanak tanımaktadır.

Bu çalışmanın amacı Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi'nde görev yapan akademik ve idari personelin ekolojik ayak izi farkındalık düzeylerini belirlemek ve çevresel sürdürülebilirlik konusunda farkındalık oluşturmak için temel veriler sağlamaktır.

MATERYAL & YÖNTEM

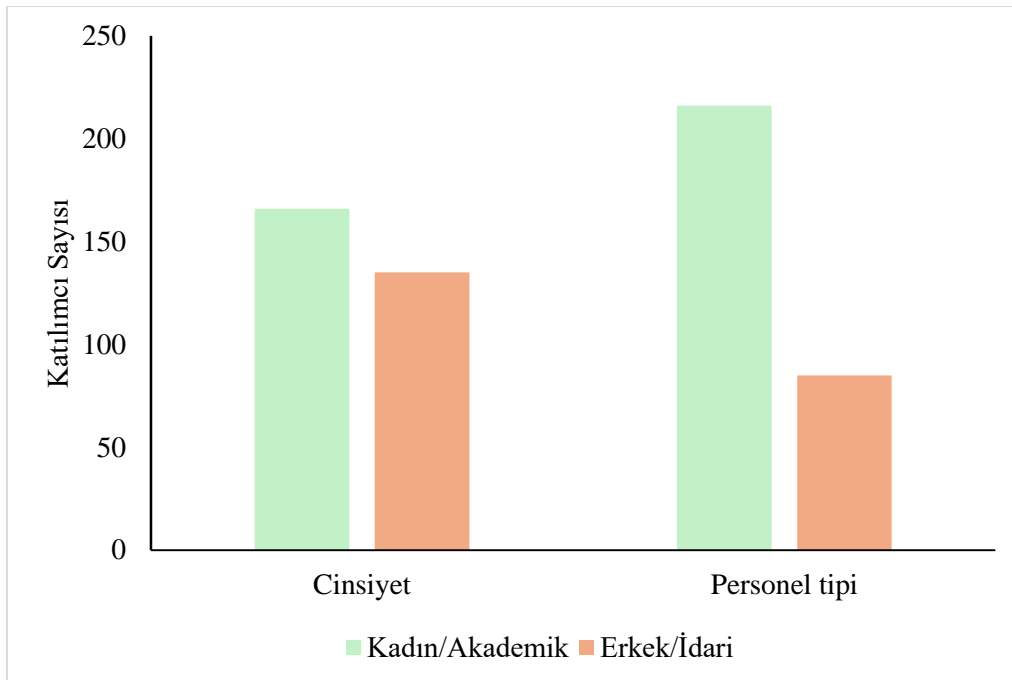
Yöntem başlığı altında araştırmanın modeli, örneklem grubu, veri toplama araçları, verilerin analizi ve araştırma etiğine yönelik bilgilere yer verilmiştir.

Araştırma Modeli

Araştırma süreci nicel araştırma desenlerinden kesitsel betimsel tarama yöntemleriyle gerçekleştirilmiştir. Bu araştırmanın amacı, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi personelinin ekolojik ayak izi farkındalık düzeyini belirlemektir. Çalışmanın bağımsız değişkenleri yaş, cinsiyet, medeni durum, öğrenim durumu, görev tanımı ve ekolojik ayak izi konusuyla alakalı eğitim- seminer- kurs almış olma durumudur. Tanımlanan ekolojik ayak izi farkındalık düzeyi ile çeşitli sosyodemografik verilerin değişim durumu ve bunun derecesi saptanacaktır (Karasar, 2016).

Evren ve Örneklem

Çalışmanın evrenini Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi idari ve akademik personeli oluşturacaktır. Örneklem hesaplaması, evreni bilinen örneklem formülü kullanılarak, %95 güven aralığında ve 0,05 anlamlılık düzeyi kabul edilebilir örnekleme hatası ile minimum örneklem genişliği 310 bulunmuştur. Araştırmanın olasılıksız örnekleme yöntemiyle istenen sayıya ulaşılan kadar yapılması planlanmaktadır. Evreni bilinen örneklem hesaplaması formülü için evrendeki birey sayısına 05.09.2023 tarihinde personel proliz sisteminden erişilmiştir. Ulaşılan bilgiye göre Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi akademik personel sayısı 948; idari personel sayısı 641 ve yabancı uyruklu personel sayısı 4 olmak üzere toplamda 1593 personel bulunmaktadır. Çalışmaya 216'sı akademik 85'i idari olmak üzere 301 katılımcı dahil olmuştur. Katılımcıların 166'sı kadın ve 135'i erkektir (Şekil 1).



Şekil 1. Katılımcı Özellikleri

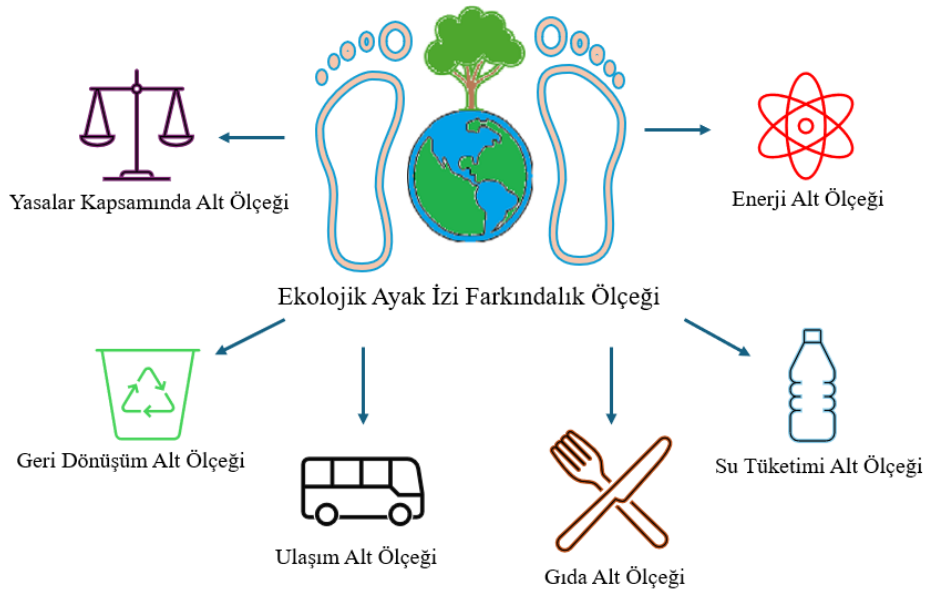
Veri Toplama Araçları

Araştırmanın verileri Kişisel Bilgiler Formu ve Ekolojik Ayak İzi Farkındalık Ölçeği kullanılarak toplanmıştır.

Kişiler Bilgi Formu literatür taranarak araştırmacılar tarafından hazırlanmış; katılımcıların sosyodemografik verilerini ve araştırmaya konu olan ve problemin değişkenlerini belirlemeye yönelik soruları içerir.

Ekolojik Ayak İzi Farkındalık Ölçeği kullanımı öncesinde ölçek için fikri mülkiyet hakkı olan araştırmacılardan çalışma izin alınmıştır. Ölçeğin Tekindal ve arkadaşları tarafından (2021) geçerlilik ve güvenilirlik çalışması yapılarak Türkçe'ye uyarlanmıştır. Yapılan çalışma sonrasında ölçeğin tamamında güvenilirlik katsayısı .960 olarak hesaplanmıştır.

Toplamda 30 sorudan oluşan likert tipte bir ölçek olmakla birlikte altı farklı alt boyuttan oluşmaktadır (Şekil 2). Genel ve alt boyutlardan elde edilen puan toplamlarının yüksek olması, bireylerin çevresel farkındalıklarının yüksek olduğuna işaret etmektedir (Tekindal et al., 2021). Ölçeğin yapı geçerliliği için ayrıca Doğrulayıcı Faktör Analizi yapılmıştır.



Şekil 2. Ekolojik Ayak İzi Farkındalık Ölçeği Alt Boyutları

Verilerin Toplanması ve Analizi

Araştırma verileri etik kurul onayı ve kurum izni alındıktan sonra çevrim içi anket aracılığı ile Ekim, Kasım 2023 tarihlerinde olasılıksız örnekleme yöntemiyle ulaşılan, çalışmaya katılmaya gönüllü olan katılımcılardan toplanmış ve yeterli sayıya ulaşılan kadar anket uygulaması devam etmiştir.

Ölçeğin yapı geçerliliğinin belirlenmesi için Açıklayıcı Faktör Analizi yapılmıştır. Her bir model karşılaştırmalı uyum indeksi (CFI), kök ortalama kare yaklaşımı hatası (RMSEA) ve standardize kök ortalama kare artışı (SRMR) değerleri bakımından değerlendirilmiştir. CFI, RMSEA ve SRMR değerleri Hu ve Bentler'in (1999) kriterleriyle karşılaştırılmıştır.

Çalışma modellerinin RMSEA; SRMR ve CFI değerlerine göre RMSEA değeri klasik model için 0.050 ; SRMR değeri 0.051 ve CFI değeri 0.997 olarak hesaplanmıştır. CFI değeri .95'den yüksek, RMSEA ve SRMR değerleri sırasıyla .06 ve .08'den düşük ise bu modelin iyi bir model-veri uyumu gösterdiği söylenir (Hu & Bentler, 1999). Bu sonuçlar kullanılarak ölçeğin yapı geçerliliğini doğrulamış ve çalışma için güvenilir bir araç olduğunu ortaya koymuştur.

Toplanan verilerin analizinde SPSS 23 paket programı kullanılmıştır. Analiz yöntemlerinin belirlenebilmesi için normallik analizi yapılmıştır. Verilerin normal dağılım gösterip göstermediğini saptamak için çarpıklık (Skewness) ve basıklık (Kurtosis) katsayılarından faydalanılabilir. Bu katsayılarının kendilerine ait standart hata değerlerine bölünmesiyle elde edilen sonucun $\pm 1,96$ aralığında olması da dağılımın normal olduğunu göstermektedir (Kalaycı, 2009, s. 6). Toplanan verilerin çarpıklık ve basıklık katsayısı $\pm 1,96$ aralığında belirlenmiş ve parametrik testlerin yapılmasına karar verilmiştir. Buna göre bağımsız örneklem t testi, tek yönlü ANOVA ve gruplar arası farkı tespit etmek için Games-Howell Post-Hoc analizleri yapılarak bulgular elde edilmiştir.

BULGULAR

Ekolojik Ayak İzi Farkındalık Ölçeği toplam puanı ve alt ölçeklerinden alınan puanlarla cinsiyet arasındaki ilişkiyi belirlemek için bağımsız örneklem t testi analizi yapılmıştır. Yapılan bağımsız t testi sonucunda cinsiyete göre Ekolojik ayak izi farkındalık alt ölçekleri ve toplam puanı cinsiyetle kıyaslandığında yalnızca ulaşım alt ölçek puanında istatistiksel olarak anlamlı bir sonuç elde edilmiştir. Ulaşım alt ölçeği için kadınların ortalaması ($\bar{X}=18.9$), erkeklerin ortalamasına ($\bar{X}=17.6$) göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Tablo 1. Ekolojik Ayak İzi Farkındalık Ölçeği Toplam puanı ve Alt Ölçeklerinden Alınan Puanların Cinsiyete Göre T-testi Sonuçları

| Alt ölçekler ve toplam puan | Kategori | n | Ortalama | Standart sapma (ss) | t | p |
|-----------------------------|----------|-----|----------|---------------------|--------|---------|
| Enerji | Kadın | 166 | 36.8 | 3.42 ± 0.266 | 0.434 | 0.664 |
| | Erkek | 135 | 36.6 | 3.23 ± 0.278 | | |
| Yasalar Kapsamında | Kadın | 166 | 18.8 | 1.70 ± 0.132 | -1.092 | 0.276 |
| | Erkek | 135 | 19.0 | 1.46 ± 0.125 | | |
| Geri Dönüşüm | Kadın | 166 | 20.8 | 3.30 ± 0.256 | 0.693 | 0.489 |
| | Erkek | 135 | 20.5 | 3.67 ± 0.316 | | |
| Ulaşım | Kadın | 166 | 18.9 | 4.12 ± 0.320 | 2.627 | 0.009 * |
| | Erkek | 135 | 17.6 | 4.30 ± 0.370 | | |
| Gıda | Kadın | 166 | 17.0 | 2.31 ± 0.179 | -0.219 | 0.827 |
| | Erkek | 135 | 17.0 | 2.41 ± 0.208 | | |
| Su Tüketimi | Kadın | 166 | 16.3 | 2.60 ± 0.202 | 1.354 | 0.177 |
| | Erkek | 135 | 15.9 | 2.70 ± 0.232 | | |
| Genel Toplam | Kadın | 166 | 128.4 | 13.60 ± 1.056 | 1.219 | 0.224 |
| | Erkek | 135 | 126.5 | 12.92 ± 1.112 | | |

(p<0.05*)

Tablo 2. Ekolojik Ayak İzi Farkındalık Ölçeği Toplam puanı ve Alt Ölçeklerinden Alınan Puanların Eğitim Durumuna Göre Tek Faktörlü ANOVA Sonuçları

| Alt ölçekler ve toplam puan | Öğrenim Durumu | n | Ortalama | Standart sapma (ss) | F | p |
|-----------------------------|----------------------------|-----|----------|---------------------|-------|--------|
| Geri Dönüşüm | Yüksek Lisans ¹ | 72 | 20.0 | 0.452 | 5.892 | 0.001* |
| | Doktora ² | 160 | 20.7 | 0.272 | | |
| | Lisans ³ | 53 | 20.3 | 0.420 | | |
| | Ön Lisans ⁴ | 8 | 23.4 | 0.822 | | |
| | Lise ⁵ | 8 | 23.0 | 0.655 | | |
| Ulaşım | Yüksek Lisans ¹ | 72 | 18.2 | 0.548 | 3.478 | 0.020* |
| | Doktora ² | 160 | 17.9 | 0.329 | | |
| | Lisans ³ | 53 | 18.6 | 0.532 | | |
| | Ön Lisans ⁴ | 8 | 22.1 | 1.329 | | |
| | Lise ⁵ | 8 | 20.6 | 0.999 | | |
| Su Tüketimi | Yüksek Lisans ¹ | 72 | 16.0 | 0.346 | 6.605 | <.001* |
| | Doktora ² | 160 | 16.2 | 0.203 | | |
| | Lisans ³ | 53 | 15.6 | 0.328 | | |
| | Ön Lisans ⁴ | 8 | 18.9 | 0.549 | | |
| | Lise ⁵ | 8 | 16.8 | 0.901 | | |
| Enerji | Yüksek Lisans | 72 | 36.7 | 0.436 | 0.350 | 0.842 |
| | Doktora | 160 | 36.7 | 0.250 | | |
| | Lisans | 53 | 36.3 | 0.424 | | |
| | Ön Lisans | 8 | 38.0 | 1.722 | | |
| | Lise | 8 | 37.1 | 1.217 | | |
| Yasalar Kapsamında | Yüksek Lisans | 72 | 19.2 | 0.152 | 2.539 | 0.063 |
| | Doktora | 160 | 18.9 | 0.128 | | |
| | Lisans | 53 | 18.7 | 0.216 | | |
| | Ön Lisans | 8 | 19.0 | 0.655 | | |
| | Lise | 8 | 16.9 | 0.833 | | |
| Gıda | Yüksek | 72 | 16.8 | 0.317 | 2.048 | 0.115 |

| | | | | | | |
|---------------------|---------------|-----|-------|-------|-------|-------|
| | Lisans | | | | | |
| | Doktora | 160 | 17.1 | 0.177 | | |
| | Lisans | 53 | 16.6 | 0.301 | | |
| | Ön Lisans | 8 | 18.9 | 0.743 | | |
| | Lise | 8 | 17.4 | 0.680 | | |
| Genel Toplam | Yüksek Lisans | 72 | 127.0 | 1.743 | | |
| | Doktora | 160 | 127.5 | 1.021 | 1.983 | 0.125 |
| | Lisans | 53 | 126.1 | 1.623 | | |
| | Ön Lisans | 8 | 140.3 | 4.960 | | |
| | Lise | 8 | 131.8 | 4.034 | | |

(p<0.05*)

Tablo 2’de Ekolojik Ayak İzi Farkındalık Ölçeği toplam puanı ve alt ölçeklerinden alınan puanlarla öğrenim durumu arasındaki ilişkiyi belirlemek için tek yönlü ANOVA analiz sonuçları gösterilmiştir.

Geri dönüşüm, ulaşım ve su tüketimi alt ölçek ortalama puanları için öğrenim durumları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur. Geri dönüşüm alt ölçek puanı ortalaması, öğrenim durumu yüksek lisans olanların (\bar{X} =20.0); doktora (\bar{X} =20.7); lisans (\bar{X} =20.3); ön lisans (\bar{X} =23.4) ve lise düzeyi öğrenim durumu için (\bar{X} =23.0) olarak tespit edilmiştir. Gruplar arasındaki farkı görmek için , Games-Howell Post-Hoc Testi uygulanmıştır. Öğrenim düzeyi grupları arasında geri dönüşüm alt boyutu ortalama puanı için yüksek lisans, lisans mezunları ile ön lisans ve lise mezunu grupları arasında anlamlı farklılık olduğu görülmüştür. Ön lisans ve lise düzeyi öğrenim durumuna sahip katılımcıların geri dönüşüm alt ölçek ortalama puanı yüksek lisans ve lisans düzeyi eğitim durumuna sahip katılımcılara göre anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur (p<0.05).

Ulaşım alt ölçek puanı ortalaması, öğrenim durumu yüksek lisans olanların (\bar{X} =18.2); doktora (\bar{X} =17.9); lisans (\bar{X} =18.6); ön lisans (\bar{X} =22.1) ve lise düzeyi öğrenim durumu için (\bar{X} =20.6) olarak tespit edilmiştir. Gruplar arasındaki farkı görmek için , Games-Howell Post-Hoc Testi uygulanmıştır. Öğrenim düzeyi grupları arasında ulaşım alt boyutu ortalama puanı için doktora öğrenim düzeyi ile ön lisans grupları arasında anlamlı farklılık olduğu görülmüştür. Ön lisans öğrenim durumuna sahip katılımcıların ulaşım alt ölçek ortalama puanı doktora düzeyi eğitim durumuna sahip katılımcılara göre anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur (p<0.05).

Su tüketimi alt ölçek puanı ortalaması, öğrenim durumu yüksek lisans olanların (\bar{X} =16.0); doktora (\bar{X} =16.2); lisans (\bar{X} =15.6); ön lisans (\bar{X} =18.9) ve lise düzeyi öğrenim durumu için (\bar{X} =16.8) olarak tespit edilmiştir. Gruplar arasındaki farkı görmek için , Games-Howell Post-Hoc Testi uygulanmıştır. Öğrenim düzeyi grupları arasında ulaşım alt boyutu ortalama puanı için lisans öğrenim düzeyi ile ön lisans grupları arasında anlamlı farklılık olduğu görülmüştür. Ön lisans öğrenim durumuna sahip katılımcıların su tüketimi alt ölçek ortalama puanı lisans düzeyi eğitim durumuna sahip katılımcılara göre anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur (p<0.05).

Ölçeğin diğer alt puanları ve toplam puan ile öğrenim düzeyleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır (p>.05).

Table 3. Ekolojik Ayak İzi Farkındalık Ölçeği Toplam puanı ve Alt Ölçeklerinden Alınan Puanların eğitim-Seminer-Kurs Alma Durumlarına Göre T-Testi Sonuçları

| Alt ölçekler ve toplam puan | Kategori | n | Ort. | t | p |
|-----------------------------|----------|-----|-------|---------|--------|
| Enerji | Evet | 29 | 39.0 | -1.5488 | 0.122 |
| | Hayır | 272 | 37.0 | | |
| Yasalar Kapsamında | Evet | 29 | 20.0 | -0.6918 | 0.490 |
| | Hayır | 272 | 20.0 | | |
| Geri Dönüşüm | Evet | 29 | 24.0 | -3.1311 | 0.002* |
| | Hayır | 272 | 21.0 | | |
| Ulaşım | Evet | 29 | 19.0 | -0.0982 | 0.922 |
| | Hayır | 272 | 18.0 | | |
| Gıda | Evet | 29 | 17.0 | 0.0749 | 0.940 |
| | Hayır | 272 | 17.0 | | |
| Su Tüketimi | Evet | 29 | 18.0 | -2.0026 | 0.046* |
| | Hayır | 272 | 16.0 | | |
| Genel Toplam | Evet | 29 | 137.0 | -1.6935 | 0.091 |
| | Hayır | 272 | 127.0 | | |

Tablo 3'te Ekolojik Ayak İzi Farkındalık Ölçeği toplam puanı ve alt ölçeklerinden alınan puanlarla katılımcıların eğitim-seminer-kurs Alma Durumları arasındaki ilişkiyi belirlemek için bağımsız örneklem t testi analizi sonuçları gösterilmiştir. Katılımcıların %9.6'sı (n=29) eğitim-seminer-kurs aldığını belirtmiştir. Ekolojik ayak izi farkındalık alt ölçekleri ve toplam puanı eğitim-seminer-kurs alma durumu ile kıyaslandığında geri dönüşüm ve su tüketimi alt ölçek puanlarında istatistiksel olarak anlamlı bir sonuç elde edilmiştir. Geri dönüşüm alt ölçeği için daha önce eğitim-seminer-kurs alanların ortalaması (\bar{X} =24.0) , almayanların ortalamasına (\bar{X} =21.0) göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Su tüketimi alt ölçeği ortalama puanında da benzer şekilde daha önce eğitim-seminer-kurs alanların ortalaması (\bar{X} =18.0) , almayanların ortalamasına (\bar{X} =16.0) göre daha yüksek bulunmuştur.

TARTIŞMA

Bu çalışmanın odak noktası, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi'nde görev yapan akademik ve idari personelin çeşitli faktörlere bağlı olarak ekolojik ayak izi farkındalık düzeylerinin değerlendirilmesidir. Toplanan veriler, Ekolojik Ayak İzinin Azaltılmasına Yönelik Farkındalık Ölçeği kullanılarak elde edilmiş ve analiz sonucunda; bu bölümde elde edilen bulgular kapsamlı bir şekilde tartışılmıştır.

Katılımcıların ekolojik ayak izi farkındalık düzeyleri ile cinsiyet değişkeni arasındaki analiz sonuçlarına bakıldığında kadınların, ulaşım alt boyutunda anlamlı bir farklılık görülmüştür. Ancak, diğer alt boyutlarda cinsiyete bağlı anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir. Bu da kadınların ulaşım alışkanlıklarında daha fazla çevre bilincine sahip olduğunu göstermektedir. Günel ve arkadaşlarının (2018) üniversite öğrencileri üzerinde yürüttüğü çalışmada kadınların erkeklere göre ekolojik ayak izi farkındalık düzeyleri anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. Aksine diğer bir çalışmada, cinsiyet ile ekolojik ayak izi farkındalık düzeyi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (Gurbuz et al., 2021).

Araştırma bulgularına göre katılımcıların öğrenim durumu ile ekolojik ayak izi farkındalık düzeyi arasındaki ilişki incelendiğinde ise, farklı öğrenim seviyeleri arasında geri dönüşüm, ulaşım, su tüketimi ve yasalar kapsamında alt boyutlarında anlamlı farklılıklar belirlenmiştir. Ancak, enerji, gıda ve genel toplam alt boyutlarında öğrenim durumu ile anlamlı bir ilişki saptanmamıştır. Bu bulgu, genellikle eğitim düzeyinin artmasıyla çevresel farkındalığın artacağı düşüncesini sorgulamamıza neden olabilir. Öğrenim durumu ile çevre bilinci arasındaki ilişkinin karmaşıklığı, çevre konularında bilinçlendirme çalışmalarının herkesi kapsayacak şekilde çeşitlendirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Gürbüz ve arkadaşlarının (2021) yaptığı çalışmaya göre ortaokul ve üniversite mezunlarının ekolojik ayak izi farkındalık düzeyleri ilkököl mezunlarına göre anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. Özgen ve Aksoy'un (2017) yaptığı çalışmada ise atıklar alt boyutu ile eğitim seviyesi arasında ekolojik ayak izi farkındalık düzeyi açısından istatistiksel anlamlılık saptanmıştır.

Katılımcıların ekolojik ayak izi farkındalık düzeyi toplam ve alt boyutlardan alınan puanları eğitim, seminer ve kurs alma durumlarına göre incelenmiştir. Geri dönüşüm ve su tüketimi alt boyutlarında eğitim, seminer veya kurs alan katılımcılar ile almayanlar arasında anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Bu sonuçlar, ekolojik farkındalık üzerine eğitim almanın bireyin çevre bilincini olumlu etkileyebileceğini göstermektedir. Verilen eğitimlerin daha geniş kitlelere yayılması ve sürekliliğinin sağlanması halinde diğer alt boyutlarda da olumlu etkilerinin olabileceği düşünülmektedir. Demirkol ve Aslan'ın (2021) sınıf öğretmenleri üzerinde yaptığı bir çalışmada ekolojik ayak izi konulu seminer alan ve almayan katılımcılar arasında ekolojik ayak izi farkındalık düzeyi açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır. Kasetsart Üniversitesi'nde gerçekleştirilen bir çalışmada verilen çevre eğitimi ile öğrencilerin ekolojik ayak izi konusunda bilinçlendiği sonucuna ulaşılmıştır (Kerdsap et al., 2023). Literatürdeki tutarsız veriler, çevre bilincinin geliştirilmesi için eğitimin önemine işaret etmektedir. Ancak, eğitim programlarının içeriğinin ve kapsamının daha da genişletilerek, çeşitli alt boyutlara odaklanması gerekmektedir. Sadece belirli konularda eğitim almanın yeterli olmadığı, sürekli ve kapsamlı bir eğitim sürecinin gerekliliği ön plana çıkmaktadır.

SONUÇ

Bu çalışma, ekolojik ayak izi farkındalık düzeyi ile bu farkındalığı etkileyen faktörler arasındaki karmaşık ilişkinin derinlemesine anlaşılması gerektiğini ortaya koymaktadır. Çevre bilincinin artırılması ve sürdürülebilirlik için bilinçli davranışların teşvik edilmesi, gezegenin kaynaklarını koruma yolunda önemli bir adımdır. Ancak, mevcut stratejilerin bu konuda yetersiz kaldığı görülmektedir. Bu noktada, toplumun çevreye olan etkilerini daha iyi anlaması ve günlük alışkanlıklarını bu bilinçle dönüştürmesi adına seminerler, kurslar ve eğitim programları büyük bir öneme sahiptir.

Seminerler, bireylerin ekolojik ayak izi kavramını daha iyi anlamalarına ve bu farkındalıkla harekete geçmelerine olanak tanıyacak şekilde düzenlenmelidir. Hem teorik bilgi hem de pratik öneriler içeren bu etkinlikler, günlük yaşamda uygulanabilecek sürdürülebilir alışkanlıkların kazandırılmasına yardımcı olabilir. Ayrıca, kurslar aracılığıyla bireylere sürdürülebilir tarım, enerji verimliliği, atık yönetimi gibi konularda detaylı bilgi verilerek, çevreye duyarlı davranışlar kazandırılabilir.

Bu eğitim uygulamalarının toplumun farklı kesimlerine yaygınlaştırılması, farkındalık düzeylerini artırarak bireylerin ve toplulukların daha bilinçli ve sorumlu kararlar almalarını teşvik edecektir. Yine de, bu alanda yapılacak uzun vadeli ve kapsamlı araştırmalar, stratejilerin daha etkin hale getirilmesi ve sürdürülebilir davranışların kalıcı olarak benimsenmesi açısından önem arz etmektedir.

TEŞEKKÜR

Verilerin analizi kısmında desteklerini esirgemeyen Dr. Öğr. Üyesi Enver TÜRKSOY'a teşekkür ederiz.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

YAZAR KATKISI

Fikir/kavram: MY; HB; FE; Tasarım: MY; HB; FE; Veri toplama: MY; HB; FE; Veri işleme: MY; HB; FE; Analiz ve/veya yorum: MY; HB; FE; Kaynak tarama: MY; HB; FE; Makalenin yazımı: MY; HB; FE; Eleştirel inceleme: MY; HB; FE; MKA.



ETİK BEYANI

“Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Akademik ve İdari Personelinin Ekolojik Ayak İzi Farkındalığının Belirlenmesi” başlıklı çalışmanın yazım sürecinde bilimsel kurallara, etik ve alıntı kurallarına uyulmuş; toplanan veriler üzerinde herhangi bir tahrifat yapılmamış ve bu çalışma herhangi başka bir akademik yayın ortamına değerlendirme için gönderilmemiştir. Bu araştırma doküman analizi ve betimsel incelemeye dayalı olarak yapıldığından etik kurul kararı zorunluluğu bulunmamaktadır.

KAYNAKLAR

- Bayraktar, S. (2020). Factors Contributing Ecological Footprint Awareness of Turkish Pre-Service Teachers. *International Education Studies*, 13(2), 61-70.
- Cronbach LJ. Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*. 1951;16:297-334.
- Çam, H., & Menteşe, F. G. (2024). Sağlık Çalışanlarının Ekolojik Ayak İzi Azaltılması Konusundaki Eğilimlerinin İncelenmesi. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 15(2), 483-497.
- Çıkrık, S., & Mustafa, Y. (2019). Biyoloji Öğretmen Adaylarının Ekolojik Ayak İzi Farkındalık Düzeylerinin Belirlenmesi. *Social Sciences*, 14(6), 2999-3008.
- Dawson, B, Trap, R, G. (2004). *Basic and Clinical Biostatistics*, Lange Medical Books/McGraw-Hill, Third Edition, 312.
- Demirkol, M, & Aslan, İ. (2021). Sınıf öğretmenlerinin ekolojik ayak izi farkındalık düzeyleri. *Journal of Computer and Education Research*, 9(18), 904-928.
- Fikri, G. (2013). İnsan-doğa ilişkisi bağlamında çevre sorunları ve felsefe. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* (14), 17-21.
- Genta, C., Favaro, S., Sonetti, G., Barioglio, C., & Lombardi, P. (2019). Envisioning green solutions for reducing the ecological footprint of a university campus. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 20(3), 423-440.
- Gurbuz, I, B, Nesirov, E, & Ozkan, G. (2021). Investigating environmental awareness of citizens of Azerbaijan: a survey on ecological footprint. *Environment, Development and Sustainability*, 23, 10378-10396.
- Günel, N, Işıldar, G, Y, & Atik, A, D. (2018). Üniversite Öğrencilerinin Ekolojik Ayak İzi Azaltılması Konusundaki Eğilimlerinin İncelenmesi. *TÜBAV Bilim Dergisi*, 11(4), 34-46.
- Güngör, H., & Kalburan, F. N. C. (2022). Okul Öncesi Eğitim Kurumu Çalışanlarının Ekolojik Ayak İzi Farkındalık Düzeylerinin Belirlenmesi. *International Journal Of New Trends In Arts, Sports & Science Education (Ijtase)*, 11(1), 17-26.
- Hu, L, & Bentler, P, M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling*, 6, 1-55. doi:10.1080/10705519909540118.
- Kerdsap, T, Tanpichai, P, & Yingyuad, N. (2023). Reducing the Ecological Footprint in a University Farm through Environmental Education Process. *EnvironmentAsia*, 16(3).
- Mascarenhas, M., Pereira, E., Rosado, A., & Martins, R. (2021). How has science highlighted sports tourism in recent investigation on sports' environmental sustainability? A systematic review. *Journal of Sport & Tourism*, 25(1), 42-65.
- Meyer, K., & Newman, P. (2018). The planetary accounting framework: A novel, quota-based approach to understanding the impacts of any scale of human activity in the context of the planetary boundaries. *Sustainable Earth*, 1, 1-21.
- Mızık, E, T, & Yiğit Avdan, Z. (2020). Sürdürülebilirliğin temel taşı: ekolojik ayak izi.
- Özgen, U, & Aksoy, A, D. (2017). Tüketicilerin Ekolojik Ayak İzi Farkındalık Düzeyleri. *Third Sector Social Economic Review*, 52(3), 46-65.
- Öztürk, G. (2010). İlköğretim 7. sınıflarda çevre eğitimi için ekolojik ayak izi kavramının kullanılması ve değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Saylar, Ö., & Akyüz, C. A. (2019). Fen bilgisi ve biyoloji öğretmen adaylarının ekolojik ayak izi farkındalık düzeylerinin belirlenmesi. *EDUCATIONAL SCIENCES PROCEEDING BOOK*, 289.
- Tekindal, M, A, Zabzun, G, Zeynep, Ö, Demirsöz, M, & Tekindal, M. (2021). Awareness scale for reducing ecological footprint: a validity and reliability study. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*(27), 439-445.
- Temizkan, R., & Ceyhanlı, K. (2020). Turizm lisans öğrencilerinin ekolojik ayak izi farkındalıkları. *Turizm Akademik Dergisi*, 7(2), 203-223.
- Wackernagel, M. & Rees, W. (1998). *Our ecological footprint: reducing human impact on the earth* (Vol. 9). New society publishers.
- Wackernagel, M., & Monfreda, C. (2004). Ecological footprints and energy. *Encyclopedia of energy*, 2(1), 1-11.
- Wackernagel, M., Hanscom, L., Jayasinghe, P., Lin, D., Murthy, A., Neill, E., & Raven, P. (2021). The importance of resource security for poverty eradication. *Nature Sustainability*, 4(8), 731-738.
- Yakut Aymankuy, Ş. (2023). *Gastronomide sürdürülebilirlik yaklaşımları ve uygulamalar*. Ankara. Detay Yayıncılık.

Kentsel Tarım

Özge Şahin *¹ Pınar Topçu ¹¹ Toprak ve Bitki Besleme Bölümü, Ziraat Fakültesi, Ankara Üniversitesi, Ankara, Türkiye*Corresponding author e-mail: osahin@ankara.edu.tr

ÖZET

MAKALE
BİLGİSİ

Gıda ihtiyacının neredeyse tamamının karşılandığı toprakların, başta iklim değişikliği ve verimi sınırlandırıcı etkenler olmak üzere çeşitli faktörlerin olumsuz etkilerine maruz kaldığı günümüzün bir gerçeğidir. Toprak varlığı miktarındaki azalış ve bu durumun aksine artan nüfus ve beslenme ihtiyacı alternatif gıda temini yöntemlerinin tercih edilmesine sebebiyet vermiştir. Bu eğilimlerden bir tanesi de “Kentsel Tarım” kavramıdır. Kentsel tarım, her ne kadar literatüre yeni girmiş olarak kabul edilse de geçmiş M.Ö. 575’li yıllara kadar dayanmaktadır. Geçmiş bu denli köklü olan yöntemin tarihçesi kadar sosyo-ekonomik katkısı araştırma konusu olarak görülmüştür. Öyle ki bu tarım yöntemi insanlara yeşil alan temini, hortikültürel terapi imkanı ve kentsel toplulukları besleyen taze gıdalara erişim gibi ehemmiyetli hususlara da hizmet etmektedir. Ekolojinin yanı sıra insan sağlığına olumlu etkisi yadsınamayan kentsel tarımda, geleneksel tarım anlayışının yanı sıra topraksız yetiştiricilik sistemlerinden de faydalanılmaktadır. Bu çalışmada, kentsel tarımın tarihçesine değinilerek bu kavramın türlerine yer verilmesi, uygulamanın küresel ölçekteki örneklerinin sunulması ve yöntemde kullanılan topraksız yetiştiricilik sistemleri hakkında bilgi verilmesi amaçlanmaktadır.

Geliş:
04.07.2024
Kabul:
13.08.2024

Anahtar kelimeler: *Toprak, Kent, Politika, Sürdürülebilirlik*

Urban Agriculture

ABSTRACT

ARTICLE
INFO

Soils that provide almost all of the food supply are exposed to the negative effects of various factors, especially climate change and productivity limiting factors is a reality today. Contrary to this situation, the decrease in the amount of the soil availability and the increasing population and nutritional needs have led to the preference of alternative food supply methods. One of these trends is the concept of “urban agriculture”. Although urban agriculture is considered to be a recent introduction to the literature, its history dates back to 575 BC. The socio-economic contribution of the method, which has such a deep-rooted history, has been seen as a subject of research as well as its history. In fact, this agricultural method also serves important purposes, such as providing people with green space, the possibility of horticultural therapy and access to fresh food that nourishes urban communities. In the urban agriculture, which has a positive impact on human health as well as ecology, soilless cultivation systems are utilised in addition to traditional agriculture. In this study, it is aimed to mention the history of the urban agriculture, to include the types of this concept, to present examples of the application on a global scale and to give information about soilless cultivation (hydroponic agriculture) systems utilised in the method.

Received:
04.07.2024
Accepted:
13.08.2024

Keywords: *Soil, Urban, Policy, Sustainability*

Cite this article as: Şahin, Ö. & Topçu, P. (2024). Kentsel tarım. *Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences*, 14(2), 229-239. <https://doi.org/10.53518/mjavl.1510776>

GİRİŞ

Birleşmiş Milletler Nüfus Fonu (United Nations Population Fund-UNFPA)'na göre Dünya nüfusunun 2022 yılı itibarıyla 8 milyar olduğu, 2080'lerde yaklaşık 10.4 milyar insanla zirveye ulaşacağı ve 2100'e kadar bu seviyede kalacağı tahmin edilmektedir (UNFPA, 2022). Artan bu nüfus eğilimine dayalı olarak beslenme, giyinme ve barınma gibi ihtiyaçların artması da beklenmektedir. Bu ihtiyaçların temininde ise tarım sektörünün payı önemli bir yer tutmaktadır. Hatta bir ailenin gelirinin %60-80'inin gıda maddelerine harcanması da tarım sektörünün önemini göstermektedir (Nugent, 2000).

Beslenme ihtiyacının neredeyse tamamına yakınının elde edildiği toprak, tarımsal üretimin vazgeçilmez bir unsuru olup, yeterli tedbirlerle korunmadığında geri kazanılmayan doğal bir kaynak olarak yer almaktadır. Öyle ki, 1 cm toprak yaklaşık bin yılda oluşmaktadır (Türker, 2018). Buna ilaveten, verimli tarım topraklarının oluşum süreci ise hızlandırılmamaktadır. Günümüzde, Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (Food and Agriculture Organisation-FAO) hesaplamalarına göre dünyada kişi başına 0.218 hektar ekilebilir alan düşerken 2050'de bu değerin 0.181 hektar düzeyine düşmesi öngörülmektedir (Ertek, 2014).

Diğer taraftan iklim değişikliği, verimli alanların azalmasına sebebiyet vermektedir (Al-Kodmany, 2018). Bu durum, tarım sektöründe önemli yeri olan bitki yetiştiriciliğinde bitki besin maddesi alımındaki yetersizlikler, tuzluluk, düşük ve yüksek sıcaklık, radyasyon gibi verimi sınırladıcı unsurlara sebebiyet vermektedir. Bu unsurların başında küresel ölçekteki toprakların yaklaşık %43'ünü, Türkiye topraklarının ise yaklaşık %26'sını etkileyen "kuraklık" gelmektedir (Korkmaz ve ark., 2022). Dünya Ekonomik Forumu (The World Economic Forum-WEF) tarafından yayımlanan Küresel Risk Raporu 2019'a göre su noksanlığı, önümüzdeki on yılın potansiyel etki bakımından en büyük küresel risklerden biri olarak listelenmiştir (SKD, 2023).

Bu hususa ek olarak, Kovid-19 pandemisi ile kalabalık bir nüfus için ekonomik açıdan ulaşılabılır, taze ve besin değeri olan gıdaya erişimin nedenli zor olduğu tecrübe edilmiştir. Söz konusu pandeminin üreticiler, tarım girdileri, işletme tesisleri ve gıda tedarik zincirleri arasındaki dengeyi de olumsuz yönde etkilemesi kaçınılmazdır. Bu nedenle, pandemi özellikle uzun gıda tedarik zincirine bağımlı olan gıda sistemini kesintiye uğrattığı için daha kısa yerel tedarik zincirlerine sahip olan "kentsel tarıma" geçiş sürecini gündemin başına taşımaktadır (Tandoğan ve Özdamar, 2022). Böyle salgın durumlarında nüfusun yaklaşık %40'ı 14 gün boyunca yiyecek stoklayamayacak ve yalnızca üç gün içinde çoğu aile açlık çekmeye başlayacaktır. Kovid-19 salgını yerel gıda üretiminin ve zincirde yaşanabilecek sorunların önemini bir kez daha gözler önüne sermiştir (Chandran, 2020).

Bu sorunların çözümünde "topraksız tarım" alternatif bir yaklaşım olarak değerlendirilebilmektedir. Bu alternatif yetiştiriciliğin tarihi ise M.Ö. 575'li yıllara kadar dayanmaktadır (Al-Zu'bi ve Mansour, 2017). Öyle ki, Babil kralı II. Nebukadnezar tarafından inşa ettirilen "Babil'in Asma Bahçeleri", Babil İmparatorluğu'nun başkentine farkındalık ve çekicilik katan olağanüstü bahçe niteliği taşımaktadır (Novotiny ve Weiershäuser, 2024). Kökeni bu denli eski dönemlere dayandığı tespit edilen kentsel tarım yönteminin tarihçesi kadar sosyo-ekonomik etkisi de literatürde araştırma konusu olmuştur.

Kentsel tarımın arkasındaki ana fikir, evlerin pazar merkezlerine, mağazalara ve iş yerlerine yakınlığı nedeniyle enerji açısından verimli ve daha az kirletici olan bir kente sahip olması yatmaktadır. Kentsel tarımın ekonomik fonksiyonlarının yanı sıra sosyal ve çevresel fonksiyonları da yerine getirdiği bilinmektedir (Azunre ve ark., 2019). Kentsel alanlarda yaşayan insanların sosyal ve ekolojik hassasiyetlerinin sınırlı olarak dikkate alınması, gıda yetersizliği, küresel iklim değişikliği, Kovid-19 gibi pandemik olaylar ve artan nüfusa bağlı olarak artması öngörülen gıda talepleri gibi faktörler farklı alanlarda tarım yapılmasına olan ihtiyacı göstermektedir. Ayrıca, tarımsal üretim ve tedarik zincirlerinden kaynaklanan olumsuz sosyal ve çevresel faktörler, tarıma elverişli olmayan araziler ile tarım alanlarında kullanılan fazla

miktardaki gübrelerin oluşturduğu çevresel etkiler, gıda tedarikinin sağlanmasındaki bireysel farkındalık ile daha fazla ortaya çıkmaktadır (Langemeyer ve ark., 2021).

Ekonomik ve ekolojik etkisinin yanı sıra kentsel tarımın insan psikolojisine olan olumlu katkısı da yadsınamaz düzeydedir. Öyle ki kentte yaşayan insanların kentsel tarım için belirlenen alanlarda bizzat yer almaları, tarımsal faaliyetlerle meşgul olmaları dolayısıyla toprakla daha da yakınlaşmaları literatürde “hortikültürel terapi (horticultural therapy)” olarak adlandırılan iyileşmeye de olanak tanımaktadır (Büyükcivelek, 2020). Bu faaliyet kentsel yaşamın bir parçası haline gelmesi durumunda fiziksel sağlığın yanı sıra zihin ve ruh sağlığına da katkı sağlamaktadır (van den Berg, 2021, Bellows ve ark., 2008). Bununla birlikte kentsel tarım hastalar ve mahkumlar için rehabilite amaçlıda yapılabilmektedir.

KENT KAVRAMI

Kent tanımına bakıldığında toplumların gelişme aşamasında modern yaşamda, yakın çağın ve belli sürecin bir ürünü olarak görülebilmektedir. Buna göre, tarım toplumundan sanayi toplumuna geçiş sürecindeki vurguya göre kent tanımı, tarım dışı ve tarımsal üretimin denetlendiği bir alandır (Hayta, 2016). Bilinen en eski kentler Neolitik dönemin ardından ortaya çıkmaya başlamıştır (Bosker, 2022). Tarihsel geçmişi açısından kentler incelendiğinde, başlangıçta varlığını tarımsal üretimle gösterdiğini, zaman içinde artan üretim, pazar ihtiyacı ve sanayileşmenin etkisiyle değişime uğrayarak kırsal alandan göç merkezine dönüştüğü görülmektedir (Yurt, 2020).

Kentler, nüfusun en yaygın olduğu alanlar olup besin maddesi tüketimi hızlı ve fazla olmaktadır. 1950’li yıllarda dünya nüfusunun %29’u kentlerde yaşarken (Ompad ve ark., 2007), günümüzde bu oran %55’e ulaşmıştır (UN, 2024). Bu nedenle, insan beslenmesinde artan nüfusa paralel olarak tarımsal üretimin de artırılması ile birim alandan daha fazla ve sağlıklı besin ihtiyacı açığa çıkmaktadır. Ancak, yetiştiricilik yapılabilecek tarımsal alanların azlığı ve su yetersizliği gibi nedenlerle küçük ölçekli üreticiler tarımsal faaliyetlerini uygun şartlarda gerçekleştirememektedir. Bununla birlikte ekonomik anlamda yüksek değerli ürünlere geçemeyen bu üreticilerin tarımdan elde ettikleri gelirlerinin azalmasına bağlı olarak kent merkezlerinde bulunan çiftlik dışı faaliyetlere katılmalarına sebebiyet vermiştir (Tocoli, 2003). Tarım alanlarında yaşanan sanayileşme, turizm gibi etkenlerde tarım alanlarının kentlere kaymasına neden olmaktadır.

Nüfusun kentlere göçü, kent merkezlerinin genişlemesini de beraberinde getirmektedir. Buna ilave olarak, değişen iklim şartlarına bağlı olarak görülen ve ileride olumsuz etkilerinin daha fazla olması beklenen kuraklık, üretimi sınırlayan etmenler arasında tüm dünyada olumsuz bir etki yaratmaktadır. Bu gibi sorunların önüne geçebilmek ülkelerin tarıma olan ilgisi ile önlenilecektir. Örneğin, yetersiz su kaynakları ve toprak tuzluluğuna bağlı olarak kullanılabilir tarım alanı %20 olan İsrail’de tarımsal işgücünün az olmasıyla birlikte tarımsal üretimdeki teknolojiye verilen önem ile kendi gıda ihtiyacının %95’ini kendi karşılamakta olan bir ülke haline gelmiştir (Öncü, 2022).

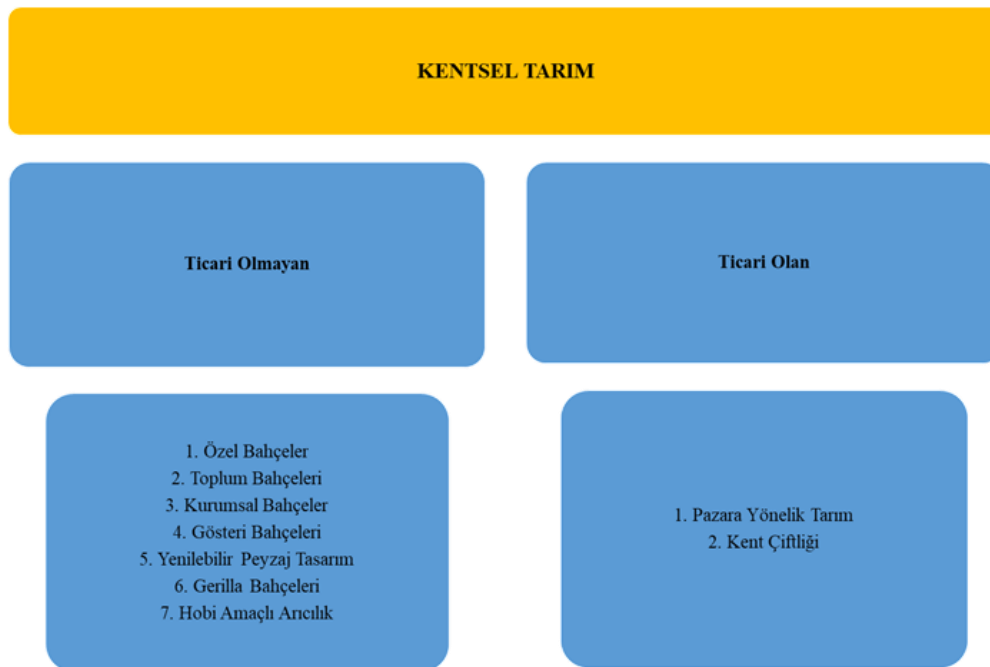
KENTSEL TARIM KAVRAMI

Kentsel tarım, kent alanlarının içindeki ve çevresindeki tarım faaliyetlerinin gerçekleştirilmesidir. Bir başka deyişle kentteki tüm tarımsal uygulamaları içeren bir faaliyettir (Kanbak ve ark., 2018). FAO (2024)’ya göre kentsel tarım, kentler ve çevresindeki arazilerde ve diğer alanlarda gerçekleştirilen, tarımsal üretim ve ilgili süreçler yoluyla gıda ve diğer çıktıları sağlayan uygulamalar olarak tanımlanmaktadır. Bu tanım içinde yer alan “kent bahçeciliği”, bir kent ve çevresinde kolaylıkla yetiştirilebilen sebze, meyve, mantar, tıbbi ve aromatik bitkiler ile süs bitkilerinin yetiştirilmesidir (Khan ve ark., 2020).

Kentsel tarım; kent, kentten uzak ve kent çevresindeki gıda sistemlerinde kayda değer bir rol üstlenebilmektedir. Tarımın kentsel alanlarda sunduğu potansiyel faydalar, politikaları uygulayan, altyapı geliştiren ve artan sayıda kentsel çiftliği destekleyecek pazarlar yaratan birçok bölge sakininin ve politika yapıcının ilgisini çekmektedir. Bu duruma, yeşil alan temini ve kentsel toplulukları besleyen taze gıdalara erişim de dâhildir. Ancak, mikro iklimler ve toprak sağlığı yönetimi, kentsel ortamlarda yetiştirilen gıdanın verimini ve kalitesini etkileyebilmekte ve kırsal tarım uygulamalarından büyük ölçüde farklılık gösterebilmektedir. Bu kapsamda, kent topraklarında ve çevresinde herhangi bir gıda yetiştirilmeden önce, özellikle ağır metallere kaynaklanan kentsel toprak kirliliği değerlendirilmeli ve uygun şekilde düzenlenmelidir (ATTRA, 2023).

Kentsel tarım kavramı, gittikçe azalan kaynaklar, temiz, ucuz ve güvenli gıdaya erişim, açık ve yeşil alan yaratma potansiyeli, sosyal sermayeye olan katkısı nedeniyle ülkemizde ve küresel boyutta tartışılmakta olup, bu kavrama yönelik örnekler oluşturulmaktadır. Kentsel tarımın ekonomik, toplumsal ve çevresel boyutta sağladığı katkıların yanı sıra günümüzde yaşanan Kovid-19 salgını nedeniyle önemi bir kez daha artmıştır. Kentler, dünya nüfusunun yarısından fazlasının beslenmesi gereken yaşam alanını oluşturmaktadır. Gelişmiş ülkelerde en zengin %20'lik hane halkı gelirlerinin %6.5-9.2'sini gıdaya harcarken, en yoksul %20'lik hane halkı %28.8-42.6'sını harcamaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde ise yoksul insanların bütçelerinin %60-85'ini gıdaya giderken bu oran gelişmiş ülkelerin yaklaşık iki katıdır (Sarker ve ark., 2019).

Kent sistemi içinde gelişmiş bir tarım şekli olan kentsel tarım sistemi “çiftlik”, “bahçe”, “çiftliklerinin yakınındaki alanlar”, “tarım dışı araziler” ve “dikey tarım” olmak üzere sınıflara ayrılmaktadır (Opitz ve ark., 2016). Kentsel tarım, tür itibarıyla temelde “ticari olmayan” ve “ticari olan” şeklinde 2 gruba ayrılmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Kentsel Tarım

Kentsel tarımın seçilmiş bazı ülkeler bazında yapılış amacı Tablo 1.'de verilmektedir.

Tablo 1. Ülkeler Bazında Kentsel Tarımın Yapılış Amacı

| Ülke Adı | Kent Adı | Yapılış Amacı |
|-----------|-----------|---|
| ABD | Detroit | Bahçecilik faaliyetlerinin yürütülmesi |
| ABD | Kansas | Mültecilere ve göçmenlere istihdam sağlanması |
| Çin | Hong Kong | Kentsel ısı adası etkisini hafifletmesi |
| Endonezya | Jakarta | Ekonomik kriz |
| İngiltere | Londra | Toprağın iyileştirilme özelliğinden (terapi, rehabilitasyon) ve şifa (tıbbi) bahçelerin kurulması |
| İspanya | Girona | Sosyalleşme amaçlı |
| Küba | - | Ekonomik gelir sağlanması |

(Kapan ve Öztoprak, 2019)

DÜNYADA VE TÜRKİYE'DE KENTSEL TARIM ÖRNEKLERİ

Toprak mülkiyetinin, monarşi ve feodal yapının yükselişiyle birlikte kiliseler ve kraliyet aileleri elinde yoğunlaştığı görülmektedir. Öyle ki İngiltere Kraliçesi I. Elizabeth, 1500'lü yılların sonunda yoksul kesimin gıda üretimi ve hayvan yetiştiriciliği için toprakları ortak kullanmasına izin vermiştir. Bu durumun altında yatan temel gerekçe, yedek arazinin daha verimli bir biçimde kullanılmasıdır. Bu tasarruf neticesinde ise "hobi bahçeleri" kavramı ortaya çıkmıştır (Akyol, 2011). 19. yüzyılın ikinci yarısında Avrupa'da hobi bahçeleri, Afrika kolonilerinde Avrupalı sömürgeciler tarafından antik yöntemlerle kurulan bostanlar, Çin'de tatbik edilen ve uzun bir geçmişi olan insan gübresinin yakın çevrede yer alan çiftliklerde kullanımı ile bir nevi "tarımsal sistem" olarak adlandırılan Meksika'daki "chinampaslar" örnek olarak gösterilebilmektedir (Yılmaz, 2015).

Kentsel tarım kavramı uluslararası kuruluş ve organizasyonların da gündeminde yerini almıştır. Bunlardan bir tanesi olan "Kentsel Tarım Ağı (The Urban Agriculture Network's-TUAN)", 1992 yılında temelleri atılan, kentsel tarım alanında dünya çapında tanınan ve kar amacı gütmeyen bir organizasyondur. TUAN'ın kuruluş amacı, bu alanda küresel ölçekte yapılan uygulamaları izlemek, neticeleri tek bir merkezde toplamak ve ilgili paydaşlara iletmektir (Cityfarmer, 2024). Kentsel Tarım ve Ormanlık Kaynak Merkezleri (Resource Centers on Urban Agriculture and Forestry-RUAF) ise 1999'dan beri Hollanda'da faaliyet gösteren ve dünya çapındaki kentlerde ve kent bölgelerinde daha fazla çevresel, sosyal ve ekonomik sürdürülebilirlik, dayanıklılık ve eşitlik için gıda sistemleri dönüşümünü hızlandırmayı amaçlayan uluslararası bir kuruluştur (RUAF, 2024).

İnsanlığın küresel salgınların en büyüğüyle mücadele etmesi sonucunda, ekonomik, sosyal ve psikolojik uğraşlarında farklılaşmalar, yeni eğilimler ve arayışlar meydana gelmektedir. Örneğin, topraksız tarım uygulamaları; yetiştirilecek bitkilere ve uzay koşullarına bağlı olarak Uluslararası Uzay İstasyonu (International Space Station-ISS)'nda uzaya gönderilen mekiklerde yürütülmektedir. Bu uygulamalarda bitkilerin ihtiyacı olan besinler sıvılaştırılmış gübreler ile temin edilmektedir. Uygulamalarda su kültürlerinde bitki yetiştirilebildiği gibi köklerdeki gelişim ise mekiğin yönü ve ışığa bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir (Inside Science, 2023; Şekil 2).



Şekil 2. İklim Kontrollü Bitki Büyüme Odası - Hollanda (Inside Science, 2023)

New York Long Island’da Bromley Caldari Architects tarafından ticari bir yapı yenilerken binanın terası da “kentsel tarım alanı” olarak tasarlanmıştır. Bazı sebze çeşitlerinin yetiştirildiği akslar, onları yatay ve dikey kesitte kesen sirkülasyon yollarından oluşan toplam 3.900 m²’lik teras, aynı zamanda “Dünyanın en büyük çatı bahçesi” ünvanını kazanmıştır (Grochulska-Salak ve Zinowiec- Cieplik, 2019).

Paris Expo Porte de Versailles’da yeniden geliştirilmekte olan büyük bir sergi kompleksinin tepesinde yer alan çiftliğin bünyesinde ayrıca yaklaşık 300 kişi kapasiteli restoran ve barın tesis edilmesi de planlanmıştır. Kentin güneybatısında yapım aşamasında olan bu kentsel oluşumun, yaklaşık 14.000 metrekare alana yayılması öngörülmekte ve bu durumun ona “Avrupa’nın en büyük kent çiftliği” ünvanını kazandırması beklenmektedir. 30’dan fazla farklı bitki türünün yetiştirilmesi amaçlanan bu sahada yüksek sezonda her gün yaklaşık 1.000 kg meyve ve sebze üretilmesi hedeflenmektedir. Yaklaşık 20 bahçıvan tarafından bakılan bahçelerde ayrıca tamamen organik yöntemlerin kullanılması planlanmaktadır (The Guardian, 2023).

Amerikan Topluluğu Bahçecilik Derneği (American Community Gardening Association-ACCA)’ne göre, Amerika Birleşik Devletleri ve Kanada’da 18 binden fazla topluluk bahçesi bulunmaktadır. Ayrıca Hindistan’daki karargâhlarda askerler, çiftliğe dönüştürülen boş arazilerde meyve ve sebze üretmektedir. Bu şekilde kentler, tarımsal ürün tedarik zincirinin genişlemesiyle birlikte çevre dostu yerleşim alanı haline getirilmektedir (Suman, 2019).

Türkiye’de de “kentsel tarıma” atfedilen önem, öncelikle politika belgelerine yansıtılmıştır. Öyle ki, konuya ilişkin olarak On İkinci Kalkınma Planı (2024-2028)’nin 491.3 numaralı tedbirinde “*ürün kayıplarının ve lojistik maliyetlerin azaltılarak tüketicilerin tarım ürünlerine uygun fiyatla ulaşabilmelerini temin etmek üzere önemli tüketim merkezi kentlerin çeperlerinde kent tarımının geliştirilmesine özel önem verilecektir.*” hususuna yer verilmiştir. Yine, Türkiye’de yeşil çatı uygulaması (Akmerkez AVM, Kanyon AVM), sosyalleşmek, zaman geçirmek amaçlı kullanım (İstanbul ve Ankara’da bulunan hobi bahçeleri) bahçelerin tıbbi amaçlı kullanımı (Zeytinburnu Tıbbi Bitkiler Bahçesi), topraksız tarım uygulamaları (Yıldız Teknik Üniversitesi), bahçecilik faaliyetleri ve tarımsal üretimin yürütülmesi (Yedikule Bostanları-Sarıyer, Beykoz (Çatalca)) önemli kentsel tarım uygulamaları olarak değerlendirilmektedir.

GELENEKSEL KENTSEL TARIM YAKLAŞIMI

Tarım sektörü, kentsel açıdan gıdaya erişim ve kentsel-çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlayacak formlarda bulunabilmektedir (Taylor ve Taylor Lovell, 2014). Geleneksel tarımda bu zorluklardan kaynaklanan gıdanın üretimi ve temininde sorun yaşanmaktadır. Toprağın tarımın temelini oluşturduğu bu yetiştiriciliğin daha verimli, doğa dostu ve modern tarım teknikleriyle desteklenmesi faydalı olacaktır (Lambin ve Meyfroidt, 2011). Diğer taraftan bitkiler, gelişimlerini sağlıklı olarak yapabilmek için bazı besin maddelerine ihtiyaç

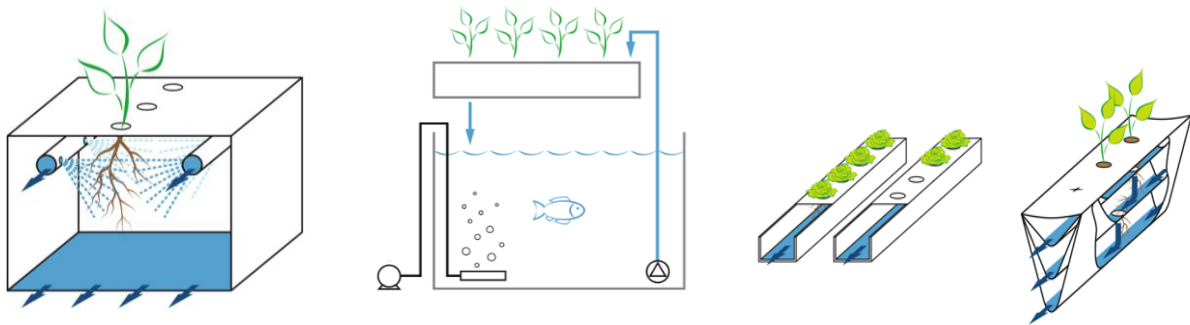
duymaktadır. Bu mineral kökenli maddeler “mutlak gerekli bitki besin maddeleri” olarak tanımlanmaktadır. Kaliteli ve güvenilir tarımsal ürünün temin edilebilmesi için başlıca yapılması gereken hususlar arasında; gübre ihtiyacının net bir şekilde tanımlanması yanında, uygulanacak gübre çeşidinin ve miktarının tayin edilmesi, doğru gübre uygulama yönteminin seçilmesi, gübre uygulama sıklığı ve zamanının belirlenmesi yer almaktadır.

Toprak verimliliğinin azalması, mevcut fosfat kaynaklarının 60-90 yıl içinde tükeneceği öngörüsü ile fosfor gibi olmak önemli besin maddelerinde oluşabilecek yetersizlik, kısıtlı sulama suyunun varlığı ve iklim değişikliği modern tarım tekniklerinin uygulanması gerekliliğini göstermektedir. Bu sorunlarla mücadele etmenin bir yolu da topraksız yetiştiricilik sistemleridir (Mir ve ark., 2022). Bu sorunlara bir çözüm olmak amacıyla birim alandaki ürün verimini artırmak için temeli topraksız tarıma dayanan “Dikey Tarım (Vertical Farming)” kavramı günümüzde önem kazanmakta ve giderek yaygınlaşmaktadır (Beacham ve ark., 2019; Cankül ve Toprak, 2022).

Kentsel tarım faaliyetleri gelişmiş ülkelerde genellikle kent ve yerel ölçekli olarak vergiden muaf ve kar amacı gütmeyen örgütler tarafından yürütülmektedir (Kanbak, 2018). Mougeot (2000)’e göre ‘kentsel tarım, bir kasaba, kent veya metropolün içinde ya da çevresinde, insan, malzeme ve hizmet kaynaklarını büyük ölçüde kullanarak bunların kentsel alana yeniden sunulmasını temin eden, değişik türlerde gıda veya gıda olmayan ürünlerin yetiştirilmesini, işlenmesini ve dağıtımını hedefleyen bir sistem’ olarak tanımlanmaktadır. Kentsel alanlar içinde gerçekleştirilen tarımsal faaliyetleri kırsal alanda yürüülen tarımsal faaliyetlerden ayıran en önemli husus bu faaliyetlerin yapıldığı yerden ziyade, kentsel tarımın; kentin sosyo-ekonomik, çevresel ve kültürel sistemler ile yakın entegrasyonunun bulunmasıdır (Aslan ve ark., 2022).

KENTSEL TARIMDA KULLANILAN TOPRAKSIZ YETİŞTİRİCİLİK SİSTEMLERİ

Geleneksel kentsel tarım sistemleri içinde topraklı tarıma dayalı olan hobi bahçeleri kent bostanları yer alsa da yetiştiriciliğin en önemli kısmı topraksız tarım olarak yapılmaktadır. Modern tarım sistemleri arasında yer alan topraksız tarım sistemleri çevre dostu, enerji tasarrufu sağlayan ve kentsel alanlarda sürekli taze meyve ve sebze tedarikini sağlayan güvenli gıda üretimini desteklemektedir. Salgın gibi durumlarda düzenli gıda tedarikinin sağlanmasına yardımcı olabilecek ve tarımı sürdürülebilir hale getirebilecek bu teknolojilerin kentsel tarıma entegre edilmesine ihtiyaç duyulmaktadır (Han ve ark., 2020). Kentsel ve dikey tarımı da kapsayan topraksız yetiştiricilik sistemleri 3’e ayrılmaktadır. Bu sistemler; “aeroponik”, “akuaponik” ve “hidroponik” olarak sınıflandırılabilir (Şekil 3.).



Şekil 3. Aeroponik, Akuaponik ve Hidroponik Sistemler-(Maucieri ve ark. 2019, Palm ve ark. 2019)

Bu sistemlerde bitki gelişimi için mutlak gerekli olan azot, fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum, demir, çinko, bakır, mangan, bor ve molibden gibi besin maddeleri bitki çeşitlerinin ihtiyaçlarına uygun formülasyonlarda verilmektedir. Aeroponik sistemler, aerosol içinde bulunan bitki köklerine su ve mutlak gerekli besin elementlerinin mistleme yöntemi ile verilmesidir. Bu yöntem ile su ve besin elementleri açısından ekonomi sağlamakla birlikte maksimum verim elde edilebilmektedir. Aeroponik sistemde,

yetiştirilecek bitki türüne uygun ve bitkinin ihtiyaç duyduğu kadar besin çözeltisi bir zamanlayıcıya bağlı pompa yardımıyla bitki köklerine püskürtülerek verilmektedir. Bu yetiştirme ortamında köklerin içinde bulunduğu ortamın sürekli nemli olması bakteri ve mantar kaynaklı kök hastalıklarına sebep olabilmesi bir dezavantaj olabilmektedir (Jones, 2000).

Akuaponik sistemler, balık, kerevit, karides başta olmak üzere akuatik ortamda yaşayan canlıların hidroponik sistem ile birleşmesinden oluşan bir sistemdir. Akuakültürde kullanılan su hidroponik sistemde kullanılarak oluşan su kirliliğinin azalmasına yardımcı olmakla birlikte içinde yaşayan canlılara bağlı olarak besin elementleri bakımından zengin bir ortam olabilmektedir. Bu ortamda yetiştirilen bitkiler bu besin elementlerini kullanarak gelişimini sağlayabilmektedirler. Akuaponik yetiştiriciliğin en büyük dezavantajı ise ilk kurulum maliyetinin diğer sistemlerden daha fazla olmasıdır (Kerim ve Tırlı, 2009; Okur, 2015).

Hidroponik sistemler, topraksız tarımda ilk kullanılan sistem olup, geçmiş 17. yüzyıla kadar dayanmaktadır. Bu sistemler esasında, bir besin çözeltisi içinde desteksiz olarak bitki yetiştiriciliğinin yapılmasıdır. Ayrıca, hidroponik sistemlerde bitkiler inert veya yarı inert yetiştirme ortamlarında da yetiştirilebilmektedir. Hidroponik sistemlerde yer alan bu ortamlar inert veya yarı inert agregat sistemleri olarak ikiye ayrılmaktadır. Sıvı sistemlerde bitki köklerini destekleyici katı ortam bulunmazken, inert ortamlarda bitki köklerinin içinde bulunduğu katı ortam desteği bulunmaktadır. Bu sistemde basit su kültürü olan kapalı sistemler ile resirküle olan ve besin çözeltisinin sürekli veya aralıklı olarak bitki köklerine sirküle edildiği sistemler kullanılmaktadır (Alpaslan ve ark., 1998; Jones, 2000; Okur, 2015, Palende ve ark., 2018).

Bütün bu yetiştiricilik sistemlerinde günümüz teknolojisi ve yüksek enerji maliyetleri ile bitkilerin fotosentez yapabilmesi için gerekli olan ve genellikle güneşten alınan enerji yerine sürekliliği daha fazla olan, güneş ışığının yetersiz ve sınırlayıcı olduğu yetiştirme alanlarında “LED sistemler” kullanılabilmektedir. Bu sistemlerde bitki çeşitlerine ve gelişme periyotlarına bağlı olarak farklı ışık yayan diyot (Light-Emitting Diode, LED) reçeteleri uygulanabilmektedir. Bu sistemler bitki fotosentezini sağlamakla beraber enerji tasarrufunu desteklemektedir (Cakirer ve ark., 2017; Paradiso ve Proietti, 2022). Güneş ışığı yerine kullanılan LED ışıklar ışık sağlayan aydınlatma yapılarıyla desteklenebilir veya değiştirilebilir yapıdadırlar. Sıcaklığın kontrol edilebilir ortamlarda kentsel tarım alanlarına uygun olan bu sistem yıl boyunca taze ürün yetişmesine olanak sağlamaktadır. Özellikle kış aylarında ve güneşin daha az olduğu bölgelerde ürün yetiştirilmesine destek sağlamaktadır. Bu sistem hidroponikte bağıl nem ve sıcaklık gibi tüm ekolojik faktörleri otomatik olarak kontrol edilebilmesinin yanı sıra zararlı böceklerin, haşerelerin ve hastalığa neden olan mikroorganizmaların oluşturabileceği riski de azaltmaktadır (Goddek ve ark., 2016).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Nüfus artışıyla birlikte, bilhassa gıda güvenliği ve iklim değişikliği gibi zorluklarla mücadelede daha kapsayıcı çözümlere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu ihtiyacı karşılamak adına günümüzde “kentsel tarım” kavramı altında yürütülen uygulamaların ülkeler nezdinde gitgide fazlalaştığı görülmektedir. Yapılış gerekçesi ülkeden ülkeye hatta kentten kente farklılık arz etse verimli toprak varlıklarının üzerindeki yoğun kullanım talep baskısının da azaltılmasında önemli bir rol üstlenmektedir.

Kentsel tarım uygulamasının yaygınlaşmasındaki temel motivasyon ağırlıklı olarak ekonomiye olan olumlu katkısı olmakla birlikte, ekolojiye ve kentlerde yaşamını sürdüren insanların fiziksel, ruhsal ve mental açıdan sağlıklı olmasına etkisi de göz ardı edilememektedir. Kentlerde boş bırakılan arazilerin bu uygulama için değerlendirilmesi kent çevresindeki gıda ihtiyacının temin edilmesinin yanı sıra sağladığı peyzaj ve doğal imkanlarla da kent insanının sosyalleşmesine olanak tanımaktadır. Bu bilgiler doğrultusunda, kentsel tarımı destekleyici ve teşvik edici politikaların, program ve projeler vasıtasıyla ivedilikle hayata geçirilmesinin faydalı olacağı değerlendirilmektedir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını tasdik ederler.

YAZAR KATKISI

Tüm yazarlar eşit katkı sağlamıştır.

ETİK BEYAN

“Urban Agriculture/Kentsel Tarım” başlıklı çalışmanın yazım sürecinde bilimsel kurallara, etik ve alıntı kurallarına uyulmuş; toplanan veriler üzerinde herhangi bir tahrifat yapılmamış ve bu çalışma herhangi başka bir akademik yayın ortamına değerlendirme için gönderilmemiştir. Bu araştırma doküman analizi ve betimsel incelemeye dayalı olarak yapıldığından etik kurul kararı zorunluluğu bulunmamaktadır.

KAYNAKLAR

- Akyol, M. 2011. Evolution of Urban Agriculture Concept and Determination of Design Criteria. Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı ABD*. 99s.
- Alpaslan, M., Güneş, A. ve İnal, A. 1998. Deneme Tekniği. Ankara Üniversitesi, *Ziraat Fakültesi Yayınları*, s. 437, Ankara.
- Al-Kodmany, K. 2018. The Vertical Farm: A Review of Developments and Implications for the Vertical City. *Buildings*. 8(2), 24; <https://doi.org/10.3390/buildings8020024>.
- Al-Zu'bi, M. ve Mansour, O. 2017. Water, Energy, and Rooftops: Integrating Green Roof Systems into Building Policies in the Arab Region. *Environment and Natural Resources Research*, Vol. 7, No. 2; 2017. ISSN 1927-0488. doi:10.5539/enrr.v7n2p11
- Aslan, F. Menteş, Y. ve Ateş, O. 2022. Investigation of the Contributions of Urban Agriculture to Sustainable Urban Development in the Example of Kırklareli City. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 10(1), 92-99. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v10i1.92-99.4958>.
- ATTRA, 2023. Urban Agriculture. <https://attra.ncat.org/topics/urban-agriculture/> (Erişim tarihi: 21.12.2023).
- Azunre, G.A., Amponsah, O., Peprah, C., Takyi, S.A. and Braimah, I. 2019. A review of the role of urban agriculture in the sustainable city discourse. *Cities*. 93:104-119. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2019.04.006>.
- Bellows, A.C., Brown, K. and Smit, C. 2008. Health Benefits of Urban Agriculture. e *Community Food Security Coalition's North American Initiative on Urban Agriculture*.
- Bosker, M. 2022. City Origins. *Regional Science and Urban Economics*. Volume 94, May 2022, 103677. <https://doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2021.103677>
- Büyükcivelek, A.B. 2020. Nedir Kentsel Tarım? Neden Kentsel Tarım? *Kalkınma Ajandası*. Temmuz-Eylül 2020. ss. 40-44.
- Chandran, R. 2020. Analysis-Urban Farms to Traffic Bans: Cities Prep for Post-Coronavirus Future. Thomson Reuters Foundation. <https://news.trust.org/item/20200421073605-d7mba>
- Cityfarmer. 2024. The Urban Agriculture Network's Mission and Values. <https://www.cityfarmer.org/TUAN.html> (Erişim tarihi: 24.05.2024).
- Çakır, T. 2020. Uluslararası Uzay İstasyonuna İlişkin Anlaşmada Patent Hukuku Alanındaki Kanunlar İhtilafı Kuralı. *Ticaret ve Fikri Mülkiyet Hukuku Dergisi* 6: 239-251. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tfm/issue/60069/869382>.
- Çakırer, G., Akan, S., Demir, K. ve Yanmaz, R. (2017). Bahçe bitkilerinde kullanılan ışık kaynakları. *Akademik Ziraat Dergisi*, Cilt: 6 Özel Sayı, 63-70. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/azd/issue/32275/363324> (Erişim tarihi: 17.07.2023).
- Ertek, E. 2014. Yükselen Değer Tarım Arazileri, TSKB Ekonomik Araştırmalar, Temmuz.
- FAO. 2024. Urban and Peri-Urban Agriculture. <https://www.fao.org/urban-peri-urban-agriculture/en> (Erişim tarihi: 24.05.2024).
- Goddek, S., Schmutz, Z., Scott, B., Delaide, B., Keesman, K., Wuertz, S. and Junge, R. 2016. The effect of anaerobic and aerobic fish sludge supernatant on hydroponic lettuce. *Agronomy* 6, 37.
- Grochulska-Salak, M. and Zinowiec-Cieplik, K. 2019. Revitalization of areas in the metropolis - an urban farm as an example of integration of greenery and buildings in the urban landscape. *Acta Scientiarum Polonorum. Architectura*, 18:15-24. doi:10.22630/ASPA.2019.18.3.31.
- Hayta, Y. 2016. Bireylerin Kent Seçimlerini Etkileyen Faktörler: İzmir Örneği Üzerinden Bir İnceleme. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*. Cilt:5, Sayı:8, ss.2564-2589.
- Inside Science 2023. Overcoming the Challenges of Farming on Mars. Reliable news for an expanding universe. <https://www.insidescience.org/news/overcoming-challenges-farming-mars>. (Erişim tarihi:19.03.2023).
- Jones, Jr. J.J. 2000. Hydroponic. St. Lucie Press, Boca Raton, N.W. 115-125.
- Kanbak, A.G. 2018. Endüstriyel Tarımın Ekolojik Krizine Karşı Kentsel Tarım Bir Çözüm Olabilir Mi?. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 18(3), 193-204. doi: 10.18037/ausbd.552556.

- Kapan, K. ve Öztoprak, Ş. 2019. Dünyada ve Türkiye’den Örneklerle Kentsel Tarım. *Sosyal ve Beşeri ve İdari Bilimler Alanında Güncel Araştırmalar*. Cilt I. 57-82. Duvar Yayınları.
- Khan, M.M., Akram, M.T., Janke, R., Qadri, R.W.K., Al-Sadi, A.M. and Farooque, A.A. 2020. Urban Horticulture for Food Secure Cities through and beyond COVID-19. *Sustainability*. 12, 9592. <https://doi.org/10.3390/su12229592>
- Korkmaz, N. Aşkin, M. A. Altunlu, H. Polat, M. Okatan ve V. Kahramanoğlu, İ. 2022. The effects of melatonin application on the drought stress of different citrus rootstocks. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 46: 14. <https://doi.org/10.55730/1300-011X.3027>.
- Langemeyer, J., Madrid-Lopez, C., Beltran, A.M. and Mendez, G.V. 2021. Urban agriculture - A necessary pathway towards urban resilience and global sustainability?. *Landscape and Urban Planning*, 210, 104055. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2021.104055>.
- Maucieri, C., Nicoletto, C., Os, E., Anseeuw, D., Havermaet, R. and Junge, R. 2019. Chapter 4 Hydroponic Technologies. S. Goddek, A. Joyce, B. Kotzen, G.M. Burnell (Eds.), *Aquaponics food production systems: Combined aquaculture and hydroponic production technologies for the future*, Springer Nature, Springer International Publishing, Cham (2019), pp. 91-92.
- Mougeot, L J A. 2000. Urban Agriculture: Definition, Presence, Potentials and Risks, and Policy Challenges, International Development Research Centre (IDRC). Cities Feeding People Series Report 31.
- Novotny, J. and Weiershäuser, F. 2024. The Royal Inscriptions of Nabopolassar (625-605 BC) and Nebuchadnezzar II (604-562 BC), Kings of Babylon, Part 1. *University Park: Eisenbrauns*, Penn State University Press. doi:10.5282/ubm/epub.118421
- Nugent, R. 2000. The impact of urban agriculture on the household and local economies. *Themat. Paper*. 3, 67–97.
- Okur, A. 2015. Gelecek Ticari Kentsel Tarımda Mı?, *Yalın Enstitü Derneği*, <https://www.lean.org.tr/> (Erişim tarihi: 10.04.2023).
- Ompad, D.C., Galea, S. and Vlahov, D. 2007. Urbanicity, Urbanization, and the Urban Environment. *In: Macrosocial Determinants of Population Health*. Springer, New York, NY. https://doi.org/10.1007/978-0-387-70812-6_3.
- Opitz, I., Berges, R. and Piore, A. 2016. Contributing to food security in urban areas: differences between urban agriculture and peri-urban agriculture in the Global North. *Agric Hum Values* 33, 341-358. <https://doi.org/10.1007/s10460-015-9610-2>.
- Öncü, R. 2022. Türkiye’de tarımın durumu, sorunları ve çözüm önerileri. Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tez Çalışması. pp 39.
- Palande, V., Zaheer, A. and George, K. 2018. Fully Automated Hydroponic System for Indoor Plant Growth, *Procedia Computer Science*, 129, 482-488. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.03.028>
- Palm, H.W., Knaus, U., Appelbaum, S., Strauch, S.M. and Kotzen, B. 2019. Chapter 7 Coupled Aquaponics Systems. S. Goddek, A. Joyce, B. Kotzen, G.M. Burnell (Eds.), *Aquaponics food production systems: Combined aquaculture and hydroponic production technologies for the future*, Springer Nature, Springer International Publishing, Cham (2019), pp. 173.
- Paradiso, R. and Proietti, S. 2022. Light-Quality Manipulation to Control Plant Growth and Photomorphogenesis in Greenhouse Horticulture: The State of the Art and the Opportunities of Modern LED Systems. *J Plant Growth Regul.*, 41, 742-780. <https://doi.org/10.1007/s00344-021-10337-y>
- RUAF. 2024. What we do. About RUAF CIC. <https://ruaf.org/what-we-do/> (Erişim tarihi: 24.05.2024).
- Strateji ve Bütçe Başkanlığı.2023. On İkinci Kalkınma Planı (2024-2028). https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2023/12/On-Ikinci-Kalkinma-Planı_2024-2028_11122023.pdf (Erişim tarihi: 24.05.2024).
- SKD Türkiye (İş Dünyası ve Sürdürülebilir Kalkınma Derneği). 2023. Dünya Ekonomik Forumu (WEF) 2019’un Ardından. <https://www.skdturkiye.org/blog/dunya-ekonomik-forumu-wef-2019un-ardindan> (Erişim tarihi: 21.06.2023).
- Suman, M. 2019. Urban Horticulture Prospective to Secure Food Provisions in Urban and Peri-Urban Environments. *Int. J. Pure Appl. Bioscience*, 7, 133–140.
- Tacoli, C. 2003. The Links Between Urban and Rural Development. *Environment & Urbanization*. Volume 15, Issue 1: Rural-urban transformations. <https://doi.org/10.1177/095624780301500111>.
- Tandoğan, O. ve Özdamar, E.G. 2022. Kentsel Tarımın Tarihsel Süreç İçinde Değişimi. *Kent Araştırmaları Dergisi*. Sayı 35, Cilt 13, ss. 221-251, doi:10.31198/idealkent.952387.
- Taylor, J.R. and Taylor Lovell, S. 2014. Urban home food gardens in the Global North: research traditions and future directions. *Agric. Human Values* 31, 285-305 doi:10.1007/s10460-013-9475-1.
- The Guardian, 2023. World’s largest urban farm to open on a Paris rooftop. <https://www.theguardian.com/cities/2019/aug/13/worlds-largest-urban-farm-to-open-on-a-paris-rooftop> (Erişim tarihi: 19.06.2023).
- Türker, M. 2018. Yaşamın devamı toprağın varlığına bağlı. *Tarım ve Orman Dergisi*. Mayıs-Haziran 2018. <http://www.turktarim.gov.tr/Haber/85/yasamin-devami-topragin-varligina-bagli> (Erişim tarihi: 15.03.2023).
- UN (United Nations). 2024. 68% of the world population projected to live in urban areas by 2050, says UN. Department of Economic and Social Affairs. <https://www.un.org/uk/desa/68-world-population-projected-live-urban-areas-2050-says-un> (Erişim tarihi:30.07.2024).
- UNFPA (United Nations Population Fund). 2022. World Population Prospects 2022: Summary of Results. <https://www.un.org/development/desa/pd/content/World-Population-Prospects-2022> (Erişim tarihi: 17.03.2023).

- Van den Berg, L.M. 2021. The Health Benefits of Urban Agriculture. Exploring the Underlying Mechanisms. MSc Thesis. *Wageningen University&Research*.
- Yılmaz, Ç. 2015. Kentsel Tarımın Avrupa Birliği ve Türkiye'deki Geleceği. *AB Uzmanlık Tezi*. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı.
- Yurt, R.G. 2020. Kentleşmenin Tarihsel Gelişimi. *Disiplinlerarası Sosyal Bilimler Dergisi*. Sayı: 7, ss.19-44.

Review Article

The Relationship Between Different Body and Udder Shapes and Sizes with Milk Yield in Buffaloes

Kamil Uygur PINAR¹*, Mustafa GARİP²¹ Vocational School of Technical Sciences, Mersin University, Mersin, Türkiye² Department of Animal Science, Faculty of Veterinary Medicine, Selçuk University, Konya, Türkiye*Corresponding author e-mail: uygarp@mersin.edu.tr

ABSTRACT

ARTICLE INFO

Several studies have been conducted with the objective of examining the potential relationship between different udder and body shapes and sizes and milk yield in buffaloes. In one study, it was stated that the relationship between milk yield and teat diameter was significant. In another study, conical and round teats were found to have the highest milk yield. Milk yield and udder width and lactation number were also positively correlated. It was found that there were some positive correlations between rear udder width, rear udder height, rear udder distance, udder length, front-rear teat distance; left rear teat length, left front teat length; right rear teat length and right front teat length. It was observed that body length was significantly associated with milk yield. While 1 cm increase in body length increased milk yield by 15.96 grams/day on average, each 1 cm increase in chest circumference increased milk yield by 17.96 grams/day. The highest milk yield was recorded at the height of the withers (145 cm) and at the depth of the chest (80 cm). A positive relationship was found between the distance between the hip bones and upper wedge angle and milk yield. Another study found that the thickness of the skin affects how much milk buffaloes produce. The thicker the skin in the flank and udder regions, the less milk the buffalo produces. The correlation coefficient in the flank region was -0.334 and in the udder region was -0.264.

Received:
14.05.2024
Accepted:
20.08.2024

Keywords: Buffalo, buffalo milk, udder and body measurements milk yield

Mandalarda Farklı Vücut ve Meme Şekil ve Büyüklüklerinin Süt Verimi ile İlişkisi

ÖZET

Mandalarda farklı vücut ve meme şekil ve ölçüleri ile süt verimi arasındaki ilişkiyi inceleyen birçok çalışma yürütülmüştür. Yapılan bir çalışmada sadece meme başı çapı ile süt verimi ilişkisinin kayda değer olduğunu belirtilmiştir. Yapılan bir diğer çalışmada en yüksek süt verimini yuvarlak şekilli meme ile konik şekilli meme başından elde etmiştir. Ayrıca meme genişliği ile laktasyon sayısı ve süt verimi arasında pozitif korelasyon elde etmiştir. Arka meme genişliği, arka meme yüksekliği, arka meme mesafesi, meme uzunluğu, ön-arka meme uçları mesafesi; sol ön meme ucu uzunluğu, sol arka meme ucu uzunluğu; sağ arka meme ucu uzunluğu ve sağ ön meme ucu uzunluğu arasında pozitif korelasyon elde etmiştir. Vücut uzunlukları ile süt veriminin anlamlı şekilde ilişkisi olduğu gözlemlenmiştir. Vücut uzunluğundaki 1 cm artış süt verimini ortalama 15,96 gram/gün artırırken, göğüs çevresindeki her 1 cm artış süt verimini 17,96 gram/gün arttırmıştır. En yüksek süt veriminin görüldüğü cidago yüksekliği 145 cm ve göğüs derinliği ise 80 cm olarak kaydedilmiştir. Kalça kemiği arasındaki mesafe ve üst kama açısı ile süt veriminin pozitif ilişkisi tespit edilmiştir. Mandalarda deri kalınlığı ile süt verimi arasında ilişki olduğu gözlemlenirken, böğür denilen yan kısımları ($r=-0,334$) ve meme ($r=-0,264$) bölgelerindeki deri kıvrım kalınlığındaki negative korelasyonlar önemli bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Manda, manda sütü, meme ve vücut ölçüleri, süt verimi

MAKALE BİLGİSİ

Geliş:
14.05.2024
Kabul:
20.08.2024

Cite this article as: Pınar, K. U. & Garip, M. (2024). The relationship between different body and udder shapes and sizes with milk yield in buffaloes. *Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences*, 14(2), 240-246. <https://doi.org/10.53518/mjavl.1484078>

INTRODUCTION

Buffaloes are hard tempered, water-loving, thick-skinned animals. Although buffaloes are very versatile animals, they are less adaptable to extreme hot and cold climates compared to various cattle. Although they are generally raised at low altitudes, it is known that they are also raised at altitudes above 2500 m in some regions such as Nepal and Papua New Guinea. (Şekerden, 2016). According to the latest data, cow's milk is the most produced milk in the world, followed by buffalo milk. (Aydoğdu and Şahin, 2022). Compared to cow milk, buffalo milk is a higher quality food source as it has high protein, fat and mineral substance content. The quality difference between buffalo and cow milk results in a high demand for buffalo milk in the production of by-products such as yoghurt, cream and milk powder. (Yılmaz and Kara, 2019). For buffalo breeders, using high-yielding females is one of the most important features desired in the farm from an economic perspective. In this article, the relationships between buffalo milk and body and breast sizes are examined.

BUFFALO MILK AND BREEDING

Buffalo milk represents 15% of global milk production, with 135 million litres produced annually. It is the most widely produced milk type in the world, following cow milk. (Aydoğdu and Şahin, 2022). In fact, it constitutes the largest part of milk production in some countries such as Nepal (Hayashi et al., 2013). The average dry matter content of buffalo milk is 17.2%, which is quite high compared to cow milk (12.6%). The high dry matter content provides economic advantages. For example, while 1 kg of cheese can be produced with 5 kg of buffalo milk versus 8 kg of cow's milk. Buffalo milk also contains 7.3% fat, 4.6% lactose, 5.0% crude protein, 0.91% crude ash (Ahmad et al, 2013). The most important reason why buffalo milk, which is higher quality and more nutritious than cow milk, lags behind cow milk production is that the production performance of cattle is considerably higher than that of buffaloes (Zicarelli et al, 2020). By-products such as cream, yogurt, ice cream, etc. are made from buffalo milk, and buffalo milk is also used in the production of milk powder due to its high dry matter and fat content (Yılmaz and Kara, 2019). As mentioned above, buffalo milk has many qualitative advantages compared to cow milk.

It can be observed that the majority (96.4%) of buffalo breeding worldwide is concentrated in Asia (Sarıözkan, 2011). A total of 72 different buffalo breeds have been identified globally, with 57 of these rearing in Asia. Of these, 22 are utilized in dairy farming. (Adkinson et al., 2021). Buffaloes benefit very well even from poor feed resources, and buffalo breeding is generally done by the public in family businesses (Alkhateeb et al., 2022).

Buffaloes are generally raised for milk production. Therefore, breeders take into account the high milk yield of the animals they will raise for the future. In a study, they found that the highest amount of milk produced during the lactation period of buffaloes was 12.99-15.31 kg/day (Gu et al, 2017). Milk is secreted from the udder, and therefore the characteristics of the udder structures are directly related to milk yield, and in this context, the first structures to be examined in determining whether the selected animal is productive in terms of dairy farming are the udder and udder structures (Poudel et al, 2022).

RELATIONSHIP BETWEEN MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF UDDER AND TEAT AND MILK YIELD

The average udder length in buffaloes during different lactation periods is between 52.21±0.61 cm and 55.71±0.59 cm, udder width is between 48.61±0.60 cm and 53.87±0.70 cm, and udder depth is between 15.46±0.17 cm and 15.78±0.18 cm. The length of the nipples is 7.81±0.15 cm and the diameter is 2.76±0.02 cm. R.M.VThe study conducted by Prasad et al. (2010) revealed a positive correlation between the given breast and teat measurements and milk yield. However, only the correlation between milk yield and teat diameter was found to be significant. (Prasad et al., 2010).

Table 1. Relationship between udder shape and milk yield in buffaloes (Poudel et al, 2022).

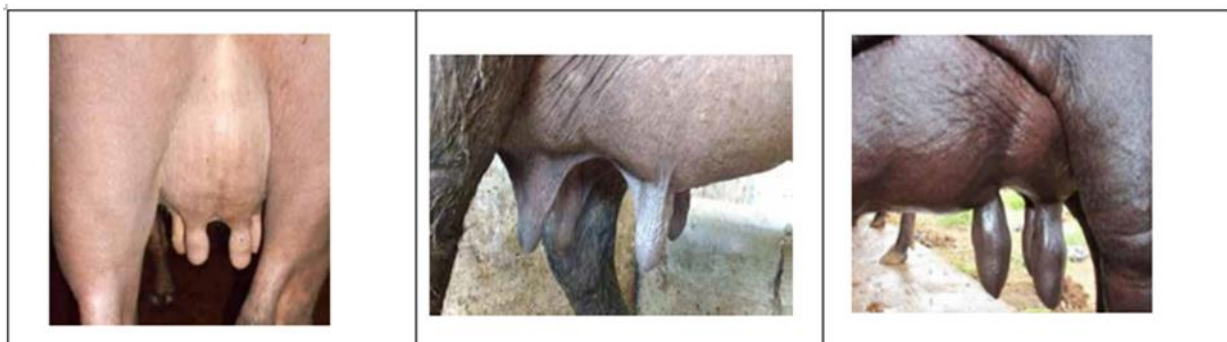
| Udder Shapes | N | Daily Milk Yield (Kg) | | | Teat Shapes | N | Daily Milk Yield (Kg) | | |
|--------------|----|-----------------------|------|------|--------------|----|-----------------------|------|------|
| | | Mean \pm S.E | Min. | Max. | | | Mean \pm S.E | Min. | Max. |
| Round | 9 | 6.20 \pm 0.58 | 3.00 | 8.60 | Funnel | 41 | 6.02 \pm 0.30 | 3.00 | 9.00 |
| Bowl | 8 | 5.85 \pm 0.75 | 3.00 | 9.00 | Bottle | 25 | 5.47 \pm 0.35 | 3.00 | 8.60 |
| Goaty | 4 | 5.40 \pm 0.88 | 3.20 | 7.20 | Cylindrical | 16 | 6.00 \pm 0.35 | 4.20 | 9.00 |
| Stepped | 3 | 5.80 \pm 1.13 | 4.20 | 8.00 | Conical | 14 | 6.18 \pm 0.46 | 3.00 | 9.00 |
| Overall Mean | 24 | 5.90 \pm 0.36 | 3.00 | 9.00 | Overall Mean | 96 | 5.90 \pm 0.18 | 3.00 | 9.00 |

There was no difference between groups ($P < 0.05$).

As with other farm animals, buffaloes have more than one teat and teat shapes. There are 4 different teats: funnel, bottle, cylindrical and conical shaped teats and 4 different udder shapes: round, bowl, goat and step. Poudel et al. (2022) observed that; 26% bottle, 42.7% funnel, 14.6% conical, 16.7% cylindrical shaped teats and 37.5% round shaped udder, 33.3% bowl shaped udder, 16.7% goat shaped udder and 12.5% step shaped udder. Udder and teat shapes are shown in Figure 1 and Figure 2. In the study, buffaloes gave an average of 5.90 ± 0.36 kg of milk per day and the highest milk yield was observed in buffaloes with conical teats and round teats The relationship between udder shape and milk yield in buffaloes is shown in Table 1.. (Poudel et al, 2022).

**Figure 1.** Bowl, round and goat-shaped breasts, respectively (Raju et al., 2020)

In a separate study conducted in Lahore, Pakistan, investigating the effect of teat and udder shape on milk yield in buffaloes, the majority (78%) were found to be bowl-shaped, with 19.5% exhibiting a round shape, 2.5% displaying a goat-shaped morphology, and 89% exhibiting a cylindrical morphology. Additionally, 7% were observed to possess a funnel-shaped morphology. Bottle-shaped nipples were seen in 4% of cases. Additionally, the study examined the relationship between breast and teat area measurements and milk yield. In the study, measurements of breast depth (MD), breast length (MU), breast width (MG), nipple length (MBU) and nipple diameter (MBD) were taken. A positive correlation was identified between MG and lactation number ($r = 0.341$) and milk yield ($r = 0.573$). (Abdullah et al, 2013).

**Figure 2.** Cylindrical, funnel and bottle shaped nipples respectively (Raju et al., 2020)

In another study conducted with Dehong crossbred buffaloes, the average peak milk yield was found to be 9.60 ± 2.73 and the average udder dimensions are given as follows; breast depth 16.51 ± 10.05 , rear breast width 8.07 ± 3.26 , rear breast height 8.68 ± 3.92 , rear breast height 50.74 ± 8.82 , front nipple distance 7.18 ± 2.18 , front nipple distance was measured as 7.73 ± 2.15 cm. The results of the evaluations, the presence of both negative and positive correlations between specific values and peak milk yield are given in table 2. Correlations were found to be positive in the following instances: The posterior udder height ($r=0.32$, $P<0.01$) demonstrated a positive correlation with the posterior udder width ($r = 0.24$, $P < 0.01$), posterior udder distance ($r = 0.20$, $P < 0.01$), udder length ($r = 0.34$, $P < 0.01$), anteroposterior teats distance ($r = 0.40$, $P < 0.01$), and left anterior teats distance ($r = 0.38$, $P < 0.01$). The correlation coefficients for teat length were ($r = 0.25$, $P < 0.01$) for the left teat, ($r = 0.29$, $P < 0.01$) for the left posterior teat, $r = 0.22$ ($P < 0.01$) for the right anterior teat, and ($r = 0.25$, $P < 0.01$) for the right posterior teat. The only negative correlation observed was for udder depth ($r = -0.28$, $P < 0.01$). (Gu et al., 2017).

Table 2. Relationship between udder lengths and milk yield in buffaloes (Gu et al, 2017)

| | PMY | UD | RUW | RUH | UH | DFT | DRT | DFRT | LFTL | LRTL | RFTL | RRTL | MV | TC |
|------|-----|---------|--------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|--------|
| PMY | 1 | -0.28** | 0.24** | 0.32** | 0.34** | 0.19* | 0.20** | 0.40** | 0.25** | 0.29** | 0.22** | 0.251** | -0.09 | 0.09 |
| UD | - | 1 | -0.07 | -0.25** | -0.21** | -0.23** | -0.18** | -0.14* | -0.01 | -0.07 | -0.00 | -0.06 | 0.11 | -0.01 |
| RUW | - | - | 1 | -0.03 | 0.33** | 0.22** | 0.14* | 0.34** | 0.20** | 0.12 | 0.19** | 0.12 | -0.16* | 0.19** |
| RUH | - | - | - | 1 | 0.08 | 0.14* | 0.02 | 0.18* | 0.04 | 0.17* | 0.01 | 0.14* | -0.03 | 0.06 |
| UH | - | - | - | - | 1 | 0.20** | 0.13 | 0.35** | 0.04 | 0.17* | -0.04 | 0.06 | -0.10 | 0.11 |
| DFT | - | - | - | - | - | 1 | 0.67** | 0.41** | -0.12 | -0.09 | -0.04 | -0.01 | -0.19** | -0.09 |
| DRT | - | - | - | - | - | - | 1 | 0.28** | -0.03 | -0.03 | 0.12 | 0.06 | -0.06 | -0.03 |
| DFRT | - | - | - | - | - | - | - | 1 | 0.19** | 0.20** | 0.14 | 0.16* | -0.19** | -0.07 |
| LFTL | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | 0.68** | 0.71** | 0.58** | -0.03 | 0.20** |
| LRTL | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | 0.43** | 0.69** | 0.08 | 0.23** |
| RFTL | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | 0.56** | -0.05 | 0.21** |
| RRTL | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | 0 | 0.21** |
| MV | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | 0.12 |
| TC | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 |

** ($P<0.01$) and * ($P<0.05$).

PMY: peak milk yield; UD: udder depth; RUW: rear udder width; RUH: rear udder height; UH: udder height; DFT: distance of fore teats; DRT: distance of rear teats; DFRT: distance of fore-rear teats; LFTL: left fore teat length; LRTL: left rear teat length; RFTL: right fore teat length; RRTL: right rear teat length; MV: mammary vein and TC: teat conformation.

In a study revealing the close relationship between the size of the milk vein and milk components, the positive relationship between the size of the milk vein and the components Lactose% (0.044), SNF% (0.086), Ash% (0.031) and Protein% (0.064) was presented (Javed et al, 2013).

THE RELATIONSHIP BETWEEN BODY SIZE AND MILK YIELD IN BUFFALOES

A substantial corpus of research has been undertaken with the objective of examining the relationship between milk yield and body measurements.. Larger animals have higher fat storage ability and secrete higher quality and higher amounts of milk without consuming feed. In the study conducted by Jaayid et al., (2011), they found a positive significant relationship between body length (0.320) and breast circumference (0.365) and milk yield.

A significant increase in milk yield is observed as body length increases from 165 cm to 170 cm. The increase in body length above 170 cm increases milk yield, but this increase is not as high as the increase in milk yield up to 170 cm. A 1 cm increase in body length increased milk yield by an average of 15.96 grams.

A comparison of chest circumference lengths revealed that the highest milk yield was obtained in animals with a chest circumference of 200-210 cm. Furthermore, it was demonstrated that an increase of 1 cm in chest circumference resulted in an increase of 17.96 grams of milk yield. The highest milk yield was recorded at 145 cm wither height and 80 cm chest depth (Jaayid et al., 2011).

In another study, a positive relationship was found between the distance between the hip bone and the upper wedge angle and milk yield. In this study, it was found that animals with wider hip bone distance and higher upper wedge angle had higher milk yield (Dahiya et al, 2020).

According to the study conducted by Zhang et al., it was observed that buffaloes with high hind legs, short teat crossing distance and narrow teat circumference were less likely to suffer from mastitis than other buffaloes (Zhang et al, 2023).

In another study conducted by Mirza et al. in Pakistan (2015), they reported that heart circumference and milk yield were significantly positively related. They stated that the relationship between milk yield and heart circumference could be taken into account in indirect selection for milk yield.

In the study by Dhillod et al. (2017), they found that body weight, mouth width and abdominal circumference are linked to milk yield. They also reported that body length and body depth were positively related to milk yield, but this relationship was not significant (Dhillod et al, 2017). In a study conducted on Iraqi buffaloes, it was found that body weight, body length and heart circumference had a positive relationship with milk yield, and the highest relationship with milk yield was with body weight (Alkhateeb et al., 2021).

A study looked at how skin thickness affects milk yield and content in buffaloes. The results indicated a correlation between these two variables. There is a link between milk yield and skinfold thickness. In particular, the correlations in skinfold thickness, particularly in the flank regions (-0.334) and breast regions (-0.264), were found to be statistically significant. It has been demonstrated that skin thickness exerts a significant influence on milk flow rate. Animals with thin and medium skin thickness in the neck, chest, flank and udder areas exhibited a higher milk flow rate than those with thick skin. (Barati et al, 2017). The effect of skin thickness on milk fat is presented in Figure 3.

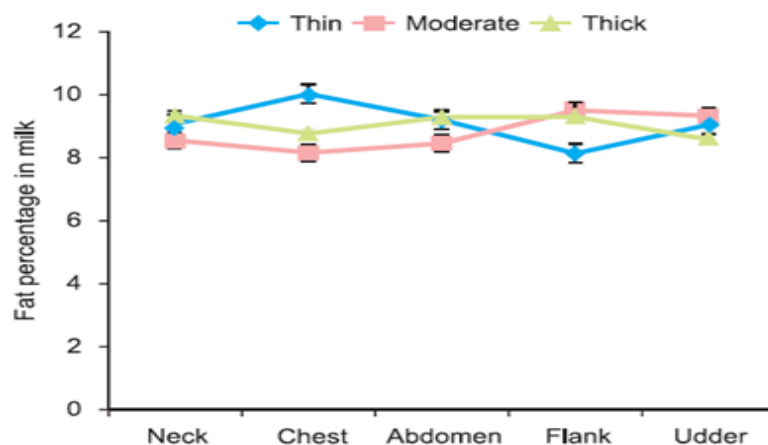


Figure 3. Relationship between skin thickness in different areas and milk fat in buffaloes (Barati et al, 2017).

CONCLUSION

Breeders can benefit from some body measurements, breast and teat shapes and sizes when choosing high-yielding buffaloes in terms of milk. The measured characteristics of the breast can generally be given as breast width, breast depth, nipple diameter, nipple length, breast length, breast height, and distance between nipples. While the teat shapes are funnel, bottle, cylindrical and conical shaped teat, the breast shapes are round shaped, bowl shaped, goat shaped and step shaped. Many studies have been conducted examining the relationship between these measurements and shapes and milk yield. A negative correlation has been identified between udder depth and milk yield, while a positive correlation has been observed between other measurements and milk yield. Furthermore, cows with round breasts and conical teats gave the most milk.

Characteristics that have a positive correlation with milk yield are chest circumference, body length, hip bone distance, chest depth and upper wedge angle. The results demonstrated that an increase of 1 cm in body length was associated with on average increase in milk yield of 15.96 grams, while an increase of 1 cm in breast

circumference was associated with an average increase in milk yield of 17.96 grams. The breast depth at which the highest milk yield was observed was 80 cm and the height of the cidago at which the highest milk yield was observed was 145 cm. It has been observed that animals with normal and thin skin thickness have higher milk yield and milk flow rates.

In conclusion, it has been observed that there is a relationship between milk yield and body and udder size of buffaloes.

CONFLICT OF INTEREST

The authors stated that they had no conflicts of interest.

AUTHOR CONTRIBUTION

All authors contributed equally.

ETHICAL APPROVAL

The study, entitled "**The Relationship Between Different Body and Udder Shapes and Sizes With Milk Yield In Buffalo**", was conducted in accordance with the relevant scientific, ethical and citation rules. No falsification was made of the collected data, and this study has not been sent to any other academic media for evaluation. As it does not require ethics committee approval, it can be considered to be in accordance with the relevant ethical standards.

REFERENCES

- Adkinson, A. Y., & Konca, Y. (2021). Sütçü Manda Irklarının Performans ve Verimliliğini Etkileyen Faktörler ve Türkiye'deki Geleceği. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (25), 498-508.
- Ahmad, S., Anjum, F. M., Huma, N., Sameen, A., & Zahoor, T. (2013). Composition and Physico-Chemical Characteristics of Buffalo Milk with Particular Emphasis on Lipids, Proteins, Minerals, Enzymes and Vitamins.
- Alkhateeb, A. R., Ibrahim, W. I., & Taha, A. A. E. (2022). Body Conformation With Daily Milk Yield Relationship on Buffaloes. *Journal of Life Science and Applied Research*, 3(1), 1-3.
- Alkhateeb, A. R., Ibrahim, W. I., & Taha, A. A. (2021). Correlation Between Udder Conformation With Daily Milk Yield of Buffaloes. *Journal of Life Science and Applied Research*, 2(2), 46-49.
- Aydoğdu, M. H., & Şahin, Z. (2022). Türkiye'deki Manda Varlığı ile Süt Üretim Miktarlarındaki Değişimlerin Son Dönemlerinin Analizi. *Journal Of Social, Humanities And Administrative Sciences*, 8(51), 612-616.
- Abdullah, M., Javed, K., Khalid, M. S., Ahmad, N., Bhatti, J. A., & Younas, U. (2013). Relationship of Udder and Teat Morphology with Milk Production in Nili-Ravi Buffaloes of Pakistan. *Editorial Board*, 1335.
- Barati, R., Singh, R., Fahim, A., Singh, Y. P., Ali, N., Gupta, A., & David, B. M. (2017). Skin Measurements in Relation to Milking Traits in Murrah Buffaloes. *Indian J Anim. Sci*, 87(10), 1282-1284.
- Dahiya, S. P., Kumar, M., & Dhillod, S. (2020). Relationship Of Linear Type Traits With Production and Reproduction Performance in Murrah Buffaloes. *Indian Journal of Animal Sciences*, 90(6), 942-946.
- Dhillod, S., Kar, D., Patil, C. S., Sahu, S., & Singh, N. (2017). Study of The Dairy Characters of Lactating Murrah Buffaloes on the Basis Of Body Parts Measurements. *Veterinary world*, 10(1), 17.
- Gu, Z. B., Yang, S. L., Wang, J., Ma, C., Chen, Y., Hu, W. L., & Mao, H. M. (2018). Relationship Between Peak Milk Yield and Udder Parameters of Dehong Crossbred Dairy Buffaloes. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, 8(1), 25-32.
- Hayashi, Y., Shah, M. K., & Kumagai, H. (2013). Transition of Milk Production and Reproduction of Dairy Buffaloes in Nepal. *Editorial Board*, 1188.
- Jaayid, T. A., Yousief, M. Y., Hamed, F. H., & Owaid, J. M. (2011). Body and Udder Measurements and Heritability and Their Relationship to the Production of Milk in The Iraqi Buffalo. *Int. J. Biotechnol. Biochem*, 7(5), 553.
- Mirza, R. H., et al (2015):. "Genetic and Phenotypic Correlation of Some Body Measurements with Milk Yield in Nili Ravi Buffaloes of Pakistan." *Journal of Animal Health and Production* 3.1 1-5.
- Prasad, R. M. V., Rao, E. R., Sudhakar, K., Gupta, B. R., & Mahender, M. (2010). Studies on Udder and Teat Measurements as Affected by Parity and Their Relationship with Milk Yield in Murrah Buffaloes. *Buffalo Bulletin*, 29(3), 194-198.
- Poudel, S. P., Chetri, D. K., Sah, R., & Jamarkatel, M. (2022). Relationship Between Udder and Teat Conformations and

- Morphometrics with Milk Yield in Murrah Buffaloes. *Journal of Agriculture and Forestry University*, 209-217.
- Raju, B., Harikrishna, C. H., Saratchandra, A., & Venkateswarlu, M. (2020). Importance of Mammary System Conformation Traits in Selection of Jaffarabadi Buffaloes for Milk Production. *Indian Journal of Animal Production and Management*, 36(3-4), 58-68.
- Sariozkan, S. (2011). Türkiye’de Manda Yetiştiriciliğinin Önemi. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 17(1), 163-166.
- Şekerden, Özel (2016).. "Her Yönüyle Manda." Erişim adresi: <http://www.ozelsekerden.com/yukleme/sr186.pdf>
- Yilmaz, A., & Kara, M. A. (2019). Dünyada ve Türkiye’de Manda Yetiştiriciliğinin Durumu ve Geleceği. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 6(3), 356-363.
- Zhang, X., Niu, K., Wang, W., Shaukat, A., Zhao, X., Yao, Z., ... & Yang, L. (2023). Relationships Between Body-and Udder-Related Type Traits with Somatic Cell Counts and Potential Use for An Early Selection Method for Water Buffaloes (*Bubalus bubalis*). *Journal of Animal Science*, 101.
- Zicarelli, L. (2020). Current Trends in Buffalo Milk Production. *J. Buffalo Sci*, 9, 121-132.

Derleme

Suyun İncisi: Havyar

Yaren FİDAN ¹ Fulya TAŞCI ¹¹ Veteriner Fakültesi Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Burdur, Türkiye*Corresponding author e-mail: yarenfidan58@gmail.com

ÖZET

MAKALE BİLGİSİ

Havyar, balık yumurtalıklarının bağ dokusundan ayrılarak tuzlama yapılan, katkı maddeleri ilave edilen ve bazen de muhafaza edilmesi amacıyla pastörizasyona tabi tutulan balık yumurtalarından elde edilmektedir. En değerli havyar Acipenseridae (mersin balığı) ailesine ait balık yumurtalarının gıdaya uygun tuzla işlenmesiyle üretilmiştir. Antik Mısır'dan Roma İmparatorluk'larına kadar birçok medeniyet havyarı lüks ve prestij bir sembolü olarak görmüştür. Havyar içerdiği yüksek protein, çoklu doymamış yağ asitleri, vitamin ve mineralleri sayesinde insan sağlığı üzerinde olumlu etkileri bulunan besin değeri yüksek ve ekonomik açıdan değerli bir üründür. Bu nedenle, havyara talep gün geçtikçe artmış, dünya mutfağında önemli bir gıda ürünü haline gelmiştir. Günümüzde mersin balığı doğal popülasyonlarının azalmasını önlemek amacıyla havyar üretimi tamamen su ürünleri yetiştiriciliğiyle yapılmaktadır. İnsan sağlığına yönelik olası tehlikeleri ortadan kaldırmak veya en aza indirebilmek için havyarın üretim sürecini analiz etmek büyük önem taşımaktadır. Havyarın muhafazası; tuzlama, pastörizasyon ve soğuk depolama kombinasyonlarının kullanılmasıyla sağlanmaktadır. Bu makalede havyarın tarihçesi, bileşimi, üretimi, kalitesi, mikrobiyolojisi ve muhafazasını içeren konular hakkında kapsamlı bilgilere yer verilmiştir.

Geliş:
13.07.2024
Kabul:
28.10.2024

Anahtar kelimeler: *Havyar, Havyar üretimi, Havyar ikameleri*

Miracle Seafood: Caviar

ABSTRACT

ARTICLE INFO

Caviar is a delicacy obtained from fish roe by separating it from the connective tissue, salting it, adding additives, and sometimes pasteurizing it for preservation. The most valuable caviar is produced from the eggs of fish belonging to the Acipenseridae family (sturgeon), processed with food-grade salt. Many civilizations from ancient Egypt to the Roman Empire saw caviar as a symbol of luxury and prestige. Caviar is rich in protein, polyunsaturated fatty acids, vitamins and minerals. Therefore, it is a high-value food with positive effects on human health. For this reason, the demand for caviar has increased over time and it has become an important food product in world cuisine. Today, caviar production is carried out entirely through aquaculture in order to prevent the decline of natural sturgeon populations. Analyzing the production process of caviar is of great importance to eliminate or minimize potential health risks. Caviar is preserved through a combination of salting, pasteurization, and cold storage. This article provides comprehensive information on the history, composition, production, quality, microbiology and preservation of caviar.

Received:
13.07.2024
Accepted:
28.10.2024

Keywords: *Caviar, Caviar production, Caviar substitutes*

Cite this article as: Fidan, Y., & Taşçı, F. (2024). Miracle seafood: Caviar. *Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences*, 14(2), 247-267. <https://doi.org/10.53518/mjavl.1515836>

GİRİŞ

Havyar, yumurtalıkların bağ dokusundan ayrılarak tuzlama yapılan, katkı maddeleri ilave edilen ve bazen de muhafaza edilmesi amacıyla pastörizasyona tabi tutulan balık yumurtalarından elde edilen bir üründür (Fioretto ve ark., 2005). Havyar'ın kökeni geleneksel olarak Rus ve Pers imparatorluklarına dayanmaktadır ve günümüzde tüm dünyada takdir edilen en pahalı ve lüks gıda ürünlerinden birisini temsil etmektedir (Vasconi ve ark., 2020). Havyar teriminin kökeni Mahi Khaviari'nin Farsça olan söyleminden "yumurta üreten balık" anlamına gelmektedir (Tavakoli ve ark., 2021). Dünyanın en pahalı havyarı 100 yaşının üzerinde olduğu iddia edilen Beluga mersin balığından elde edilen "Almas" tır. Almas'ın rengi beyazdan altına kadar değişiklik göstermektedir ve son derece nadir bulunmaktadır (Bledsoe ve ark., 2003). Almas 24 ayar altın kutularda paketlenmekte ve kilogramı 35.000 ABD dolarına satılmaktadır (Bledsoe ve ark., 2003; Mouritsen, 2023).

Bazı ülkelerdeki mevzuata göre havyar terimi yalnızca mersin balığından elde edilen işlenmiş balık yumurtası için kullanılmaktadır. Bu ülkelerde havyar yerine kullanılan ürünlerin üzerindeki etiketin genellikle menşei türünün ortak adıyla birlikte açıkça belirtilmesi gerekmektedir. Örneğin, uçan balık yumurtası yani "tobiko", "uçan balık havyarı" olarak satışa sunulmalıdır (Tavakoli ve ark., 2021).

Havyar içerdiği A vitamini ve kompleks B vitaminleriyle yönüyle yüksek besin değerine sahip pahalı bir lezzettir (Heshmati ve ark., 2011). Havyar üretiminin hammaddesi, üreme terminolojisinde dişi balık veya kabuklu deniz hayvanlarının yumurtalıklarında bulunan yumurta kütlesi olarak adlandırılan yumurta hücrelerinden (oositler) oluşmaktadır (Maćkowiak-Dryka ve ark., 2020). Modern hasat yöntemleri balığın öldürülmesini engelleme eğiliminde olsa bile, mersin balığı yumurtaları canlı balıklardan veya ölümden hemen sonra (birkaç dakika içinde) alınmaktadır (Monfort, 2002). Yumurtalar zarlarından temizlendikten sonra havyarı korumak için salamura edilmektedir. Tuz konsantrasyonu %3,5-5 ve pH'sı 4-5 arasında değişen salamurada 4-6 hafta bekletildikten sonra -20°C sıcaklıkta depolanmaktadır (Altug ve Bayrak, 2003). Balık yumurtası genellikle tüketime hazır ürün olup taze, dondurulmuş, salamura edilmiş, tütsülenmiş ve konserve olarak pazarlanmaktadır (Monfort, 2002; Vasconi ve ark., 2020).

Günümüzde, su ürünleri yetiştiriciliğinden elde edilen mersin balığı havyarının başlıca üretici ülkeleri arasında Çin, İtalya, Fransa, Amerika Birleşik Devletleri ve İran yer almaktadır (Dudu ve Georgescu, 2024). CITES Ticaret veri tabanına göre, 2022-2024 yılları arasında *A. baerii* ve *A. gueldenstaedtii* ticareti en fazla yapılan mersin balığı türleridir (CITES, 2024).

HAVYARIN TARİHÇESİ

Havyar dünyanın en lezzetli yiyeceği olarak kabul edilmekte ve genellikle Çin'de "siyah altın" olarak bilinmektedir (Hu ve ark., 2023). Havyar üretimi tarihsel olarak Rusya'da başlamıştır ve 20. yüzyılın başlarında Rusya havyar ticaretinde önemli bir ülke haline gelmiştir (Sicuro, 2019).

Mersin balığı havyarına yönelik artan talebe karşılık tedarik azalmaktadır. Son on yıldır Hazar Denizi'nden mersin balığı hasadı azalmıştır ve şu anda ki üretim tüketicilerin siyah havyar talebini karşılamakta yetersiz kalmaktadır. Avrupa ile Orta ve Doğu Asya'da Hazar Denizi mersin balığı havyarı (*Huso spp.*) ve Acipenser türlerinin üretimi son yıllarda azalmış ve bu yüzden siyah havyar kaynağı olarak diğer balık türlerine (*A. transmontanus* gibi) ilgi yönelmiştir (Bledsoe ve ark., 2003).

Verimlilik açısından bakıldığında geçmişteki ve şimdiki havyar üretimindeki temel fark, yabani havyardan çiftlik havyarına olan kesin geçiştir. Günümüzde mersin balığı doğal popülasyonlarının azalmasını önlemek amacıyla havyar üretimi tamamen su ürünleri yetiştiriciliğiyle yapılmaktadır. Bu durum mersin balığı su ürünleri yetiştiriciliği için son derece olumlu perspektifler sunmaktadır (Sicuro, 2019).

Dünya su ürünleri yetiştiriciliğinde mersin balığı üretimi 2020 yılında yaklaşık 123,476 tondur (EUMOFA, 2023). Günümüzde mersin balığı yetiştiriciliğinde Çin dünya çapında liderdir ve 2020'de mersin balığı üretiminde 104,280 tonla üretimin %84'üne katkıda bulunmuştur (Bronzi ve ark., 2019; Tunçelli ve Yamaner, 2024). Onu % 4' lük payıyla Rusya (4,836 ton) ve % 3' lük payıyla Ermenistan (4,200 ton) takip etmektedir. İtalya, 2020 yılında 1051 tonluk üretimiyle AB üreticileri arasında en fazla mersin balığı üretimi yapan ülkedir

(EUMOFA, 2023). Türkiye’de 2017 yılında mersin balığı üretimi 23 ton civarında olmuştur (Bronzi ve ark., 2019).

Mersin balığı havyarı 2023 yılında toplam 916 ton ihraç edilmiştir. Bunun 276 tonu (% 30,1) Çin, 148 tonu (% 16,2) ABD, 73 tonu (% 8) Polonya, 67 tonu (% 7,3) İtalya ve 62 tonu (% 6,8) Litvanya tarafından gerçekleştirilmiştir (Workman, 2024).

Diğer ülkelerle karşılaştırıldığında Türkiye’de havyar üretiminin kısa bir geçmişi vardır. Türkiye’de havyar üretimi 1950’li yılların başlarında başlamış, 1960’lı yıllarda zirveye ulaşmış ve 1970’li yılların sonlarına doğru azalmaya başlamıştır. Mersin balığı balıkçılığı Kızılırmak, Sakarya ve Çoruh haliçlerinde çalışılarak öğrenilmiştir. Son 40 yılda Türkiye’deki tüm türlerin durumu tamamen değişmiş, mersin balığı türleri yok olma tehlikesiyle karşı karşıya kalmıştır. Altı mersin balığı türü (*Acipenser gueldenstaedtii*, *Acipenser nudiventris*, *Acipenser stellatus*, *Acipenser sturio*, *Acipenser ruthenus* ve *Huso huso*) tarihsel olarak tüm Karadeniz’e özgüdür ve bu nedenle aynı zamanda Karadeniz kıyısındaki Türk nehirlerindeki yerli balık faunasında bir parçasıdır (Memis, 2014). Türkiye’de bulunan mersin balığı türleri ve yerel isimleri Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Türkiye’de bulunan mersin balığı türleri ve yerel isimleri (Üstündağ, 2005).

| Tür | Yerel İsmi |
|----------------------------------|-------------------|
| <i>Huso huso</i> | Mersin morinası |
| <i>Acipenser sturio</i> | Kolan balığı |
| <i>A. stellatus</i> | Sivruşka balığı |
| <i>A. nudiventris</i> | Şip balığı |
| <i>Acipenser gueldenstaedtii</i> | Rus mersin balığı |
| <i>A. ruthenus</i> | Çuka, Çiga balığı |

Türkiye’de halihazırda iki mersin balığı çiftliği yatırımı vardır. Bunlardan biri 2008 yılında Akdeniz bölgesinde yer alan Adana şehrinde, diğeri ise 2013 yılında aynı bölgede olan Antalya şehrinde kurulmuştur (Memis, 2014).

BALIK YUMURTASI

Deniz balıklarının çoğu, kabuklular (yengeç, karides ve istakoz gibi), yumuşakçalar (midye ve kafadan bacaklılar gibi) ve derisi dikenliler (deniz kestanesi, deniz yıldızı gibi) yumurtalarla çoğalmaktadır (Mouritsen, 2023). Yumurta, dişi balık yumurtası (sert yumurta) veya erkek balığın spermi (yumuşak yumurta) için kullanılan genel bir terimdir (Monfort, 2002). Balık yumurtası, yumurtalıklarda olgunlaşmamış yumurtaların toplanmasını veya olgun yumurtaların suya salınmak üzere olduğunu ifade edilmektedir (Mouritsen, 2023). Codex Alimentarius’a göre balık yumurtası yumurtalıkların bağ dokusundan ayrılmış, ovule olmamış yumurtalarıdır (CAC, 2010). Üreme açısından bakıldığında iyi kaliteli yumurtalar genellikle kuluçka sırasındaki yüksek hayatta kalma oranları ve yumurtadan çıkan yavru miktarıyla belirlenmektedir (Schubring, 2004).

Türe ve çevre koşullarına bağlı olarak dişi balığın cinsel olgunluğa ulaşması ve vahşi doğada havyar üretimine uygun hale gelmesi 15 ila 20 yıl sürmektedir (Bledsoe ve ark., 2003). Günümüzde su ürünleri yetiştiriciliği ile üretilen mersin balıklarında olgunlaşma yaşı su sıcaklığının yükseltilmesiyle daha erkene alınabilmektedir (Yamaner, 2012). Balıklar her yıl yumurta bırakmamaktadır (Vecsei, 2001). Dişi balıklar 2 ila 11 yıl aralıklarla, erkek balıklar ise 1 ila 6 yıl aralıklarla sperma bırakmaktadır (Yamaner, 2012). Olgunluğa erişen balıklar ilkbaharın başlangıcında nehirlere girmektedir ve balıkların yumurtlaması, nehrin su sıcaklığı 12-17°C’ye ulaştığında, 1-10 m derinliğinde, akıntının hızlı olduğu çakıllı yerlerde olmaktadır (MEB, 2016).

Mersin balıklarında yumurtalıklar bir bağ dokusu ve matriks içinde bir arada tutulan tekil yumurta gruplarını içeren iki eş organdır. Havyar için pazarlanan olgun dişilerin yumurtalıkları toplam vücut ağırlığının %10 ila %30’unu oluşturmaktadır. Yumurtalık karın boşluğunun içinde sırt duvarına yapışmıştır. Bir bağ dokunun içinde tutulan yumurtalar asmada büyüyüp olgunlaşan bir salkım üzüm gibi karın boşluğunda gevşek bir şekilde sarkmaktadır (Chapman ve Van Eenennaam, 2016). Beluga mersin balığı (*Huso huso*), mersin balıklarının en iri yapılısıdır ve yumurtalarının ağırlığı 30 kilogramı geçmektedir (Vecsei, 2001).

Yumurtaların yumurtlamadan önce büyüyüp olgunlaşması gerekir. Her yumurta, yumurtayı doğrudan besleyen "foliküler hücre tabakası" adı verilen özel hücrelerden oluşan bir örtü ile çevrelenmektedir. Yumurtanın büyüme ve olgunlaşma süreci oldukça uzun olabilir, aylardan birkaç yıla kadar sürebilmektedir (Chapman ve Van Eenennaam, 2016). Olgunlaşma döneminde yumurtalar dişi balığın gonadlarında çok küçük boyutlardan dikkat çekici boyutlara kadar gelişir ve olgunlaşır. Yumurtaların olgunlaşması sürecinde vitellogenoz ile proteinler, lipidler, karbonhidratlar ve mineraller yumurtada depolanır. Bu maddeler dışının karaciğerinde yumurtaların dışında sentezlenmektedir. Vitellogenoz sırasında kan yoluyla yumurtalığa taşınır ve yumurta sarısının oluşmasını sağlar (Schubring, 2004). Yumurta sarısının oluşmasından sonra yumurtalar pigmentlenirler (kahverengi, gri, siyah) ve maksimum boyuta (2,8 ila 4,2 mm) ulaşırlar (Chapman ve Van Eenennaam, 2016).

HAVYAR

Codex Alimentarius'a göre "havyar" Acipenseridae (mersin balığı) ailesine ait balık yumurtalarının gıdaya uygun tuzla işlenmesiyle elde edilen bir üründür (CAC, 2010). Diğer türlerden elde edilen yumurtaların ise havyar olmadığı, "havyar ikameleri ya da havyar yerine geçenler" olarak adlandırılması gerektiği belirtilmektedir (Mouritsen, 2023). "Havyar ikameleri" suda yaşayan hayvanlardan, kabuklu deniz hayvanlarından ve de mersin balığı dışındaki diğer balık türlerinden elde edilen yumurta ürünleri için kullanılan bir terimdir (Tavakoli ve ark., 2021).

Bronzi ve Rosenthal (2014) 'a göre havyar 6 kategoride tanımlanmıştır:

1. Havyar: Acipenseridae ailesine ait mersin balığı yumurtalarından üretilen gerçek havyardır (Bronzi ve Rosenthal, 2014).

2. İkame Havyar: Dünyanın dört bir yanından çok sayıda başka balık türlerinden elde edilen yumurtalardır. Bazen gerçek havyarın görünümünü daha iyi taklit etmek için çeşitli maddelerle boyanmaktadır (Bronzi ve Rosenthal, 2014).

3. Taklit Havyar: Havyar taklitleri deniz balıkları, deniz yosunu ile karıştırılmış ıstakoz eti vb. ile bitkisel materyallerden (pektin, bal, karabuğday, soya fasulyesi unu, yosun vb.) pigment, esans, tuz gibi gıda katkı maddeleri ile yapılmaktadır. Doğal havyarın görünüşünü ve tadını taklit etmektedir (Hu ve ark., 2023).

4. Havyar Benzetimi: Balık ürünlerinin yanı sıra diğer biyolojik maddelerden elde edilmektedir. Bu ürünler havyar görünümünde olmayan, ancak tadını taklit etme amacı taşıyan çok çeşitli ürünleri içermektedir. Bu ürünler macun veya sürülebilir formdadır (Bronzi ve Rosenthal, 2014).

5. Havyar Türüleri: Gerçek havyar içeriğine sahip olan ürünlerdir, ancak tamamen farklı görünüm ve kullanımlara sahiptir. Orijinal ürünün çekiciliğini ve imajını beğenen ancak geleneksel havyar tüketicileri olmayan tüketicileri hedefleyen ürünler arasında yer almaktadır (Bronzi ve Rosenthal, 2014).

6. Duyusal Havyar: Bu ürünler çoğunlukla duysal bir lezzet katmakta ancak havyar içermemektedir. "Havyar" adı lüks bir imaj uyandırmak, ürün ve hizmetlerini yüksek bir değere çıkarmak için bir pazarlama stratejisi olarak dahil edilmiştir. Bunlar yenilebilir olabileceği gibi yenmeyen ürünler de olabilmektedir (Bronzi ve Rosenthal, 2014).

HAVYARIN TİCARİ KATEGORİLERİ

1. Malossol: Bu havyar düşük tuz içeriğine (%2-3) sahip, potansiyel olarak yüksek kaliteli bir havyardır. Yakalanan mersin balığı kalite kontrolünün ardından mukus ve yüzey kirliliğini gidermek için yıkanır ve kanının akması için solungaçları kesilir (2-3 dakika). Daha sonra balığın karın kısmı kesilerek yumurtaların çıkarılması sağlanır. Yumurtalar 1-3 kez yıkanır, tartılır ve tuz ilave edilir. "Malossol" hafif tuzlu havyar olarak bilindiğinden tuz ilavesi %2-3'ten fazla olmamalıdır. Ürünler sıcaklığı 0-3°C'de tutulan kaplarda saklanmaktadır. Bu tür havyarlar içerdiği tuz nedeniyle koruyucu madde kullanılmadan ve dondurulmadan -2°C ve -3°C sıcaklıkta 3 ay saklanabilmektedir (Tavakoli ve ark., 2021).

2. Tuzlu Havyar: Malossol ile aynı işlemler uygulanarak hazırlanan ancak daha uzun raf ömrü için daha yüksek tuz içeriğine sahip (%10-12) olan havyardır (Chapman ve Van Eenennaam, 2016).

3. Preslenmiş Havyar: Preslenmiş havyar üretiminde daha düşük kaliteli ve kabuğu hasarlı yumurtalar kullanılmaktadır (Tavakoli ve ark., 2021). Bazı tüketiciler yoğun tadı ve sürülebilir dokusu nedeniyle tercih etmektedir (Chapman ve Van Eenennaam, 2016).

4. Ovule Olmamış Yumurta: Daha yakın zamanda geliştirilmiş olan ve patentli bir süreci içeren dördüncü bir kategori daha vardır. Bu yöntemde dişi mersin balığına ya bir hormon verilir ya da balığı öldürmeden hatta kesmeden yumurtalarını bırakmalarını (yumurtalama) teşvik etmek için yapay olarak uyarılmaktadır (Chapman ve Van Eenennaam, 2016). Bir sonraki adımda yumurtaların kabukları şişme ve suda sertleşmeye karşı korunmaktadır (Tavakoli ve ark., 2021).

MERSİN HAVYARI

En değerli havyar Hazar Denizi'nde avlanan mersin balıklarından üretilmiştir. Kıkırdak iskeletli (Chondrostei) takımına giren mersin balıkları Acipenseridae ailesine ait 27 balık türünün ortak adıdır (MEB, 2016; Tavakoli ve ark., 2021). Mersin balığı ailesinin *Acipenser*, *Huso*, *Pseudoscaphirhynchus* ve *Scaphirhynchus* olmak üzere dört cinsi vardır (Tavakoli ve ark., 2021) Bu cinslere ait türlerden yalnızca 14'ü ticari açıdan öneme sahiptir (Fahim ve ark., 2018). En ünlüleri Rus ve İran Beluga (*Huso huso*), Osetra (*Acipenser gueldenstaedtii*) ve Sevruga (*A. stellatus*) mersin balıkları tarafından üretilen havyarlardır. Ayrıca Çin veya Kaluga mersin balıklarından (*Huso dauricus*, *A. dauricus* veya *A. manschuricus*) ve Amur nehri mersin balığından (*A. schrenki*) elde edilen havyarlarda yaygın olarak tüketilmektedir. Amur nehri mersin balığı (*A. schrenki*) hem Çin'i hem de Rusya'yı boydan boya geçen Amur nehri havzasında yaşar. Bunların hepsi yüksek kaliteli ve pahalı olan mersin balığı havyarının önemli kaynaklarıdır. Diğer önemli havyar kaynakları ise Rus mersin balığı (*A. gueldenstaedtii*), gemi mersin balığı (*A. nudiiventris*) ve Sibiryaya mersin balığı (*A. baerii*)'dir (Bledsoe ve ark., 2003).

Son yıllarda dünyadaki mersin balığı popülasyonu %70 oranında azalış göstermiştir. Bu azalışın sebebi çevre kirliliği, seçici olmayan balıkçılık aletlerin kullanımı, nehirlerde kurulan barajlar ve yasadışı avlanan mersin balıklarıdır. Tüm mersin balığı türleri Nisan 1998'den bu yana CITES (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora / Nesli Tehlikede Olan Yabani Hayvan ve Bitki Türlerinin Uluslararası Ticaretine İlişkin Sözleşme) kapsamına alınmıştır (Vecsei, 2001).

Beluga, Osetra ve Sevruga

En tanınmış balık türleri ve onlardan üretilen değerli havyar çeşitleri; *Huso huso*'dan Beluga, *Acipenser gueldenstaedtii*'den Osetra, *Acipenser stellatus* ve *A. persicus*' dan Sevruga'dır (Lopez ve ark., 2020). Mersin balığı havyarının ticari ve tür isimleri Tablo 2'de verilmiştir.

Beluga mersin balığı (*H. huso*) dünyadaki en büyük mersin balığıdır ve 5 m uzunluğa, 2 tondan fazla ağırlığa sahiptir. Rus mersin balığı (*Acipenser gueldenstaedtii*) ve İran mersin balığı (*A. persicus*) genellikle 2 m'ye ulaşan ve 65 ila 115 kg ağırlığa sahip orta büyüklükteki mersin balıklarıdır. İki tür morfolojik açıdan oldukça benzerdir. Yalnızca immünokimyasal özelliklerine göre birbirinden ayrılırlar Sevruga mersin balığı (*Acipenser stellatus*) ise 2 m'ye ulaşır ve 80 kg'a kadar ulaşan ağırlığa sahiptir (Monfort, 2002). Osetra havyarının taneleri, Beluga havyarının tanelerinden daha küçüktür (çapı 2 ila 3 mm). Osetra havyarının rengi koyu kahverengiden altın sarısına kadar değişmektedir. Sevruga havyarı ise daha küçük tanelerden oluşmaktadır (Monfort, 2002). Yumurtanın boyutu tür içinde çok değişkenlik göstermemektedir. En büyük havyar tanesini *Huso huso* verir, bunu sırasıyla *A. gueldenstaedtii*, *A. baeri* ve *A. stellatus* takip etmektedir (Farag ve ark., 2021).

Tablo 2. Mersin balığı havyarının ticari ve tür isimleri (Monfort, 2002).

| Havyarın Ticari İsmi | Tür |
|----------------------|---|
| Beluga | <i>Huso huso</i> |
| Osetra | <i>Acipenser gueldenstaedtii</i> , <i>A. persicus</i> , <i>A. nudiventis</i> , <i>A. nudiventis</i> , <i>A. schrenckii</i> |
| Sevruga | <i>Acipenser stellatus</i> |
| Caviar d'Aquitaine | <i>Acipenser baerii</i> |
| Calvisius (İtalya) | <i>Acipenser transmontanus</i> |
| Sterling (ABD) | <i>Acipenser transmontanus</i> |

İthal siyah havyarın mevcut fiyatları ons başına (28,3 gram) 125,00 doları aşabilmektedir. Bir tonluk tek bir beyaz (Beluga) mersin balığı toptan pazarda yüz binlerce dolar değerinde olan 158 kilogram havyar üretebilmektedir (Bledsoe ve ark., 2003). Siyah havyar aynı zamanda ABD'deki Mississippi-Missouri drenajına özgü *Acipenseriform* bir tür olan mersin balığının alt akrabası Kaşık-Ağızlı Mersin balığı'ndan (*Polyodon spathula*) elde edilmektedir (Farağ ve ark., 2021).

DİĞER BALIK TÜRLERİNDEN ÜRETİLEN HAVYARLAR

Hazar denizi mersin balığı havyarı (*Huso sp.*) ve *Acipenser* türlerinin bulunabilirliğinde ki azalma diğer balık türlerinden elde edilen havyar ürünlerine daha fazla ilgi gösterilmesine neden olmuştur. Buna ek olarak suşi ve sashimi'nin popüleritesinin ve uluslararası füzyon mutfaklarına olan ilginin artması, pazarların genişlemesi diğer balık türlerinden elde edilen yumurtalardan yeni ürünler geliştirilmesini teşvik etmiştir (Bledsoe ve ark., 2003).

1. Somon Havyarı (İkura-Sujiko)

Yaygın bir şekilde tüketilen somon yumurtası ürünleri chum somonu (*Oncorhynchus keta*) ve pembe somon (*Oncorhynchus gorbuscha*) gibi balık türlerinden elde edilen "ikura" ve "sujiko"dur (Bekhit ve ark., 2009). Somon havyarı, esas olarak Japonya'ya bütün yumurtalıklar veya keseler (sujiko) ve tekli yumurtalar (ikura) olarak ihraç edilen, tuzlanmış bir lezzettir. Son yıllarda ikura'nın popüleritesi önemli ölçüde artmıştır. İkura üretimi geleneksel olmayan sujikoya göre çok daha fazla işlem gerektirmektedir (Himelbloom ve Crapo, 1998).

2. Lumpfish Havyarı

Lumpfish havyarı dişi lumpfish balığının (*Cyclopterus lumpus*) yumurtasından elde edilmektedir (Johannesson, 2006). Lumpfish yumurtası genellikle kırmızı veya siyah renkli 2 ila 5 mm'lik küçük bir yumurtadır. Olgunlaşmamış yumurtalar için gri-beyazdan, olgunlaşmış yumurtalar için mordan kırmızıya, aşırı olgunlaşmış yumurtalar için kırmızısımsı turuncuya kadar değişmektedir (Bledsoe ve ark., 2003). Lumpfish balığı ABD, Kanada, Grönland, Norveç ve İzlanda kıyılarında yakalanmaktadır. İsveç, Kanada ve İzlanda lumpfish havyarı üretiminde dünya lideridir (Mouritsen, 2023). Lumpfish yumurtası pastörizasyonda diğer havyar ürünlerinden daha iyi hayatta kalabilmekte ve rafta stabil olmasını sağlayacak şekilde yüksek tuz ve yeterince düşük su aktivitesinde üretilebilmektedir. Lumpfish havyarının su aktivitesini azaltmak için kitre (Taragakant Zamkı) ve sodyum benzoat eklenebilmektedir (Bledsoe ve ark., 2003).

3. Yayingiller Balık Yumurtası

Kanal kedi balığı (*Ictalurus punctatus*) siyah havyar üretimi için ham madde kaynağı olarak değerlendirilmektedir. Daha doğru bir ifadeyle siyah havyarın alternatifi olarak adlandırılmaktadır. *Ictalurus sp.* ve *Clarius sp.* gibi bazı yayingil balıklarından üretilen havyar, çok dişli mersin balığıgiller (Paddlefishes) veya sterlet havyarına benzemektedir, ancak rengi koyu kömür renginden altın rengine kadar değişebilmektedir (Bledsoe ve ark., 2003). Yayın balığı yumurtası %24,6 protein ve yüksek miktarda lösin içermektedir (Sathivel ve ark., 2009).

4. Tobiko

Uçan balık yumurtası veya tobiko, *Cheilopogon furcatus* (nokta yüzgeçli uçan balık)'dan elde edilir ve suşi hazırlıklarında kullanılır. Tobiko çıtır bir dokuya ve altın turuncu renge sahiptir. Büyüklüğü 2 mm veya daha azdır. Acı biber, wasabi (Japon yaban turpu) ile tatlandırılır ve açık bahar yeşiline boyanır (Bekhit, 2022).

Tobiko'ya olan yüksek talep, ringa balığı (*Clupea* sp.) ve diğer balık türlerinin yumurtalarından taklit tobiko üretilmesine yol açmıştır. Taklit tobiko yapmak için bütün tuzlanmış olgunlaşmamış ringa balığı yumurtası kullanılmaktadır (Bekhit, 2022).

5. Bottarga

Kuru tuzlanmış kefal (*Mugil cephalus*) yumurtası muhtemelen en iyi bilinen kurutulmuş balık yumurtası ürünüdür ve farklı ülkelerde yerel isimlerle bilinmektedir (Bekhit, 2022). Örneğin; Yunanistan'da Avgotaraho, Fransa'da Poutargue, İtalya'da Bottarga ve Japonya'da Karasumi olarak adlandırılmaktadır (Caredda ve ark., 2018). Kurutulmuş kefal yumurtasından ekstrakte edilen yağın %60-70'ini oluşturan balmumu esterleri, ürüne karakteristik çığnenebilir bir doku kazandırmaktadır. Ürün 4-5 saat tuzda kürlenme, ardından tuzun uzaklaştırılması, ahşap bir kalas altında preslenmesi ve ürünün orijinal ağırlığının %30'u alınana kadar havayla kurutulmasıyla hazırlanmaktadır (Bekhit, 2022). İşlemden sonra yumurtanın rengi sarı-altın renginden koyu kehribar rengine kadar değişmektedir. Bottarga parçalar halinde (bozulmamış keseler) satılmaktadır ve vakumla paketlenmektedir. Yumurta kesesinin tamamının yanında, cam kavanozlarda paketlenmiş, rendelenmiş, kurutulmuş bottarga veya vakumla paketlenmiş bottarga dilimlerinden yapılan bottarga ezmesini de bulmak mümkündür (Monfort, 2002). Bottarga'nın organoleptik karakteri yoğun ve tatlı bir lezzettedir. Belirgin tuzlu bir lezzete sahiptir ama yuvarlak ve dengeli, ağızda hafif acı ve baharatlı bir tat bırakmaktadır (Corrias ve ark., 2020).

6. Morina Yumurtası

Tuzlu morina yumurtası; *Gadus macrocephalus* (Pasifik morinası), *Gadus morhua* (Atlantik morinası) ve diğer beyaz balıklardan elde edilen yumurtalardır. Bu yumurtalar şekerle tatlandırılır, nitritle işlenir, bazende tütsülenir. Bu yumurtalar satılmadan önce birkaç ay boyunca olgunlaştırılır. Morina yumurtaları tek başına tüketilir veya ekmeğe ya da krakerlerde kullanılmak üzere tereyağı, yumuşak peynirler veya diğer sürülebilir ürünler ve bitkilerle karıştırılarak tüketilmektedir (Bledsoe ve ark., 2003).

6.1. Tütsülenmiş Morina Yumurtası

Morina yumurtası tütsülenmeden önce (taze veya dondurulmuş) salamura veya kuru tuzlama yoluyla tuzlanmaktadır. Daha sonra bu yumurtalar soğuk tütsülenmektedir. Bu işlem sırasında ağırlık kayıpları %20 ile %30 arasında değişmektedir. Tütsülenmiş morina balığı yumurtalarının tamamı vakumlu paketlerde satılabilmektedir (Monfort, 2002).

6.2. Tüpte İskandinav Havyarı

Tüpte morina yumurtası İskandinavya'da oldukça yaygın bir gıda ürünüdür, soğuk tütsülenmiş veya tütsülenmemiş şekerle tuzlanmış olarak hazırlanmaktadır. Genellikle 175 g veya 250 g tüplerde satılmaktadır. Bu ürün pastörize edilmemiştir ancak yüksek tuz içeriği, düşük sıcaklıklarda (0°C ve +4°C) saklandığında uzun bir raf ömrü sağlamaktadır. Bu, İsveç'in bir numaralı pazar payına sahip olduğu, onu Norveç ve Finlandiya'nın takip ettiği tipik bir İskandinav ürünüdür (Monfort, 2002).

7. Kazunoko

Pasifik ringa balığı (*Clupea pallasii*) ve Baltık ringa balığı (*Clupea harengus*) yumurtası Asya'da, özellikle Japonya'da çok ilgi görmektedir. Kazunoko veya "sarı elmas" yumurtası tuzlanmış ringa balığı ve onun bağ dokusudur (Bekhit, 2022). Ringa yumurtası keseleri yaklaşık 3 cm genişliğinde ve 8 cm uzunluğundadır. Tekli yumurtaları ise 1,3-1,5 mm kadar küçüktür ve açık sarı renktedir. Ringa yumurtası yağsız olup yalnızca %2-4 oranında yağ içermektedir. Yumurtaların ağızda bıraktığı his neredeyse tobiko kadar çıtırdir (Mouritsen,

2023). En değerli kazunoko iki yumurta kesesinin tam olarak eşleştirilmesiyle elde edilmektedir (Bekhit, 2022).

Ringa balığının kalitesi nasıl toplandığına bağlıdır. Balıklar birbirlerine karşı agresyon sergiledikçe ve yumurta hasadı sırasında oluşan stres sonucu yumurta kesesi rengini kaybeder ve zarar görecük üzerinde kan çizgileri meydana gelir. Yumurta keselerinin doğal şeklini ve yapısını korumak için balıklar, ideal bir şekilde tuzlu suda dondurma, şok veya plaka dondurma kombinasyonlarıyla dondurulmaktadır (Bekhit, 2022). Kıyı Avrupa'sında ringa balığı yumurtası geleneksel olarak kızartılmış, tütülenmiş ve tuzlanmış olarak tüketilmektedir (Mouritsen, 2023).

8. Beyaz Balık Yumurtası

Beyaz balık yumurtası, kefal (*Mugilcephalus*) ve çeşitli beyaz balıklardan *Coregonus huntsmani* (Atlantik beyaz balığı), *Coregonus clupeaformis* (göl beyaz balığı), *Prosopium williamsoni* (Dağ veya Rocky Dağları (altın) beyaz balığı), *Coregonus albula* (beyaz balık veya vendace), *Coregonus lavaretus* (lavaret), *Rutilus rutilus* (kızıl göz), *Perca fluviatilis* (tatlı su levreği), *Clupea pallasii* (Pasifik ringa balığı), *Clupea harengus* (Atlantik veya Baltık ringa balığı) ve *Lota lota* (tatlı su gelinciği) elde edilmektedir. Bunlar Avrupa'da yaygın olarak kullanılan ürünlerdir. Bu yumurtalar salamura edilmekte ve bazen tütülenmektedir (Bledsoe ve Rasco, 2006).

9. Mentaiko

Karashi mentaiko "mentiko" olarak da bilinmektedir. Japon ve Kore pazarlarındaki bir diğer popüler balık yumurtası ürünüdür (Bekhit, 2022). Mentaiko alaska mezgiti (*Theragra chalcogramma*) havyarı olarak da bilinmektedir (Bledsoe ve ark., 2003). Baharatlı pollock yumurtası (mezgit havyarı) Kore pazarlarında çeşni olarak satılır ve "baharatlı yumurta" veya "metai" olarak bilinmektedir (Bekhit, 2022). Mentaiko Güney Kore ve Japonya'da oldukça popüler olmakla birlikte Rus ve Fransız mutfağında da kullanılmaktadır (Mouritsen, 2023). Pembe renkli bir mentaiko oluşturmak için sodyum nitrit, askorbik asit veya nikotik asit kullanılabilir (Bekhit, 2022).

Mentaiko'nun daha küçük tuzlu yumurta keseleri "tarako" olarak adlandırılmaktadır. Japonca'da morina balığı yumurtası anlamına gelen tarako aslında morina balığı yumurtasından değil, pollock yumurtasından yapılmaktadır (Bekhit, 2022).

HAVYARIN BESİN DEĞERİ

Havyar, dünya çapında en popüler yenilebilir balık yumurtası ürünüdür ve yüksek besleyici değeri, yüksek kaliteli protein, çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA), A, B, C, D ve E vitaminleri açısından zengin olması nedeniyle değerlidir (Farg ve ark., 2021). Doğal havyarın ve havyar ikamelerinin besin bileşimi türler arasında önemli ölçüde farklılık göstermektedir (Hu ve ark., 2023). Bunun nedeni yumurtaların olgunluğunun yanı sıra coğrafi bölge, hasat mevsimi ve işleme yöntemidir. Olgunluk seviyesinin artmasıyla birlikte suyun lipitlere oranı ve kütlesi artmaktadır. Salamura işleminden sonra nem miktarı azalmakta, protein ve lipit yüzdesi ise artmaktadır (Tavakoli ve ark., 2021). Balık yumurtasının besin değeri, coğrafi bölgeye ve yıllık mevsime göre değişmektedir. Balık yumurtalarındaki protein ve yağ, balığın kendi etine kıyasla çok daha yüksektir; yumurtanın yağ içeriği olgunlaşmamışken en yüksek seviyededir (Schubring, 2004).

Kanatlı hayvan yumurtaları gibi balık yumurtası da yüksek konsantrasyonlarda lipid ve protein içermektedir. Genel olarak balık yumurtası ürünleri protein bakımından yüksektir (%16 ila %30). Ham lipid içeriği ise %5 ile %20 arasında değişebilmektedir ve somon için ortalama değer %10 civarındadır (Bledsoe ve ark., 2003). Yüksek kaliteli Rus havyarı %48 organik madde, %40 su ve %12 yağ; Somon havyarı ise %49 su, %32 protein, %11 yağ, %7 kül ve %3 tuz içermektedir (Altug ve Bayrak, 2003). Siyah ve kırmızı (taneli) havyarın besin değeri Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Siyah ve kırmızı (taneli) havyarın besin değeri (100 g) (USDA, 2018a).

| Havyarın Besin Değeri (100 gram) | | | |
|----------------------------------|----------|------------------------|---------|
| Enerji | 264 kcal | Çinko (Zn) | 0,95 mg |
| Su | 47,5 g | A vitamini | 905 IU |
| Protein | 24,6 g | Tiamin | 0,19 mg |
| Toplam yağ | 17,9 g | Riboflavin | 0,62 mg |
| Kül | 6,5 g | Niasin | 0,12 mg |
| Karbonhidrat | 4 g | Pantotenik asit | 3,5 mg |
| Sodyum (Na) | 1500 mg | B6 vitamini | 0,32 mg |
| Kalsiyum (Ca) | 275 mg | Folat | 50 µg |
| Demir (Fe) | 11,9 mg | B12 vitamini | 20 µg |
| Magnezyum (Mg) | 300 mg | Kolekalsiferol | 2,9 µg |
| Fosfor (P) | 356 mg | Alfa- tokoferol | 1,89 mg |
| Potasyum (K) | 181 mg | Filokinon | 0,6 µg |

Havyarda Omega-3 yağ asitleri, selenyum, B12 ve D vitaminleri, diğer birçok mineral ve vitamin bol miktarda bulunmaktadır. Günlük 1 g havyardaki Omega-3 yağ asitleri sağlık üzerinde olumlu etkileri bulunmaktadır. Bu asitler arter sağlığını desteklemektedir, felç, kalp hastalığı ve pıhtılaşma riskini azaltmaktadır. Ayrıca, omega-3 yağ asitleri, ruh halini ve bilişi iyileştirmesi yanı sıra depresyon, bipolar hastalıklar için popüler bir tedavi yöntemidir. Havyar, hücreleri serbest radikallerden koruyan selenyum ve E vitaminini içermektedir ve bunlar birlikte hareket etmektedir. Bu temel eser mineralin sağlık açısından faydaları arasında güçlendirilmiş bağışıklık ve daha iyi hafıza yer alır. (Mandal ve ark., 2023; Sicuro, 2019). B12 vitamini, kırmızı kan hücresi üretimine yardımcı olmaktadır. Havyar, C vitamini, A vitamini, çinko, kalsiyum, magnezyum ve demir de içermektedir. Araştırmalar havyarın erektil disfonksiyona yardımcı olduğunu ortaya koymaktadır. Havyarın antioksidanları cilt hasarını iyileştirmeye ve Parkinson gibi nörolojik hastalıkları önlemektedir. Havyarın yüksek pantotenol içeriği, metabolizmayı hızlandıran koenzim A ve 4-fosfopanteteine dönüşür ve havyar kolinerjik içeriği nedeniyle stresi iyileştirmektedir (Mandal ve ark., 2023).

Protein İçeriği

Protein, havyar ve balık yumurtasının ana bileşenidir (Tavakoli ve ark., 2021). Balık yumurtaları, havyara karakteristik tadını veren, özellikle küçük peptidler, 3 alanin, glutamik asit, valin, glisin, arginin ve metiyonin gibi serbest amino asitler olmak üzere çeşitli maddeler bakımından zengindir (Binsi ve ark., 2017).

Balık yumurtası, mersin balığında yaklaşık olarak %26-28 ve chum somonunda %29 oranında yüksek kaliteli protein (ağırlıkça %16-30) açısından zengin bir kaynaktır (Frag ve ark., 2021). Genel olarak balık yumurtasında ortalama %75 ovoglobulin, %13 kollajen ve %11 albümin bulunur. Balık yumurtası ayrıca güçlü bir antibakteriyel madde olan lizozim içermektedir (Tavakoli ve ark., 2021).

Beluga, Imperial ve Osetra havyarlarında protein oranı yaklaşık olarak 100 g yumurtada 24 g'dır, bu da somon ve kefal yumurtalarındaki protein oranı ile (yaklaşık 100 g yumurtada 27 g protein) kıyaslanabilir düzeydedir (Frag ve ark., 2021). Balık yumurtalarında tanımlanan başlıca amino asitlerden biri olan aspartik asit, siyah havyarlarda 100 g balık yumurtasında 2958-3348 mg arasında saptanmış, bu da kefal yumurtalarındaki seviyesinden (100 g balık yumurtasında 3133 mg) biraz daha yüksek olarak tespit edilmiştir (Frag ve ark., 2021). Kırmızı somon yumurtasının, balık yumurtaları için ikinci en önemli amino asit olarak kabul edilen glutamik asit'in yüksek oranda (100 g balık yumurtasında 4953 mg) bulunduğu bildirilmiştir (Frag ve ark., 2021). Osetra havyarının aminoasit kompozisyonu Tablo 4'de verilmiştir.

Tablo 4. Osetra havyarının aminoasit kompozisyonu (g/100g) (Farag ve ark., 2021).

| Osetra Havyarının Aminoasit Kompozisyonu (g/100g) | | | |
|---|---------|----------------------|---------|
| Metiyonin | 2,56 g | Asparajin | 0,075 g |
| Histidin | 0,105 g | Aspartik Asit | 3,348 g |
| Lizin | 5,59 g | Glutamin | 4,85 g |
| Lösin | 0,367 g | Serin | 3 g |
| İzolösin | 0,163 g | Glisin | 0,285 g |
| Fenilalanin | 0,227 g | Arjinin | 0,31 g |
| Treonin | 0,38 g | Prolin | 0,065 g |
| Triptofan | 0,18 g | Alanin | 0,814 g |

Yağ İçeriği

Farklı balık türleri için havyardaki yağ asitlerinin bileşimi önemli ölçüde değişkenlik göstermektedir. Bunlar, en faydalı esansiyel yağ asitleri arasında yer alan yani doğrudan insan vücudu tarafından sentezlenemeyen ve gıdalardan alınması gereken orta zincirli, doymuş yağ asitlerini farklı miktarlarda içermektedirler (Tavakoli ve ark., 2021). Balık yumurtası ürünleri, başta EPA (Eikosapentaenoik Asit) ve DHA (Dokosaheksaenoik Asit) olmak üzere yüksek seviyelerde uzun zincirli n-3 PUFA'ya (toplam yağ asitlerinin %30-50'si) sahip önemli miktarda lipit içermektedir (Rosa ve ark., 2009). Bu yağ asitleri kardiyovasküler hastalıkların önlenmesinde ve tedavisinde, öğrenme yeteneğinin gelişiminde önemli bir rol oynamaktadır (Shirai ve ark., 2006).

Balık yumurtası lipidi; çoğunlukla triasilgliserollerden (TAG), fosfolipitlerden (PL), mumlardan ve kolesterolden (Farag ve ark., 2021), lipid bileşiminin ise %42'si trigliseritler, %2,1'i digliseritler, %8,5'i serbest yağ asitleri, %14,0'ı fosfolipitler, %5,7'si kolesterol (376 mg/100 g balık yumurtası) ve %27,6'sı mumlardan oluşmaktadır (Shirai ve ark., 2006).

Beluga, Imperial ve Osetra tipi siyah havyarın toplam lipit içerdiği %14,6 ile 15,9 arasında değişmektedir. Siyah havyarda en baskın yağ asidi oleik asit [18:1 n-9] olup, Beluga en yüksek oleik asit seviyesine sahiptir (%36,2). Onu Imperial (%30,9) ve Osetra (%29,3) türleri takip etmektedir. Buna karşılık, kırmızı somon (%14,9) ve mumlu kefal yumurtaları (%8,4) oldukça düşük seviyelerde oleik asit içermektedir. Oleik asit, aynı zamanda *H. huso* (%31,02) ve *A. schrenckii*'de (%25,2) yüksek seviyelerde mevcuttur (Farag ve ark., 2021). Beluga havyarının yağ asitleri kompozisyonu Tablo 5'de verilmiştir.

Balık yumurtasının kolesterol içeriği tavuk yumurtasının yaklaşık dörtte biri kadardır. Omurgalı balık yumurtasının kolesterol içeriği 300 ila 500 mg/100 g arasında değişmektedir (Bledsoe ve ark., 2003). Alabalıkgiller, kanal yayın balığı, sazangiller ve Avustralya somonu gibi bazı balık türleri 550 ila 640 mg/100 g arasında değişen kolesterol içermektedir (Farag ve ark., 2021). Balık yumurtasının kolesterol içeriği balık eti, domuz eti, tavuk ve sığır etinden daha yüksektir, ancak Tarako ve Kazunoko'nun kolesterol içeriği bütün bir tavuk yumurtasından daha düşüktür (Shirai ve ark., 2006). Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı tarafından 100 g'da sığır eti 90 mg, balık eti 63 mg, domuz eti 80 mg, tavuk eti 88 mg, tavuk yumurtası 372 mg, balık yumurtasının ise 479 mg kolesterol içerdiği belirtilmiştir (USDA, 2018b). Balık yumurtası, bütün yumurtadan farklı olarak DHA ve EPA miktarı bakımından zengindir ve bu nedenle plazma kolesterol içeriğini artırmamaktadır (Shirai ve ark., 2006).

Tablo 5. *Beluga havyarının yağ asitleri kompozisyonu (Faray ve ark., 2021).*

| Beluga Havyarının Yağ Asitleri Kompozisyonu (%) | |
|---|-------|
| Oleik Asit (C18:1) | 29,1 |
| Palmitik Asit (C16:0) | 29,88 |
| Linoleik Asit (C18:2) | 0,78 |
| Linolenik Asit (C18:3) | 0,3 |
| Araşidonik Asit (C20:4) | 6,2 |
| Palmitoleik Asit (C16:1) | 9,65 |
| Stearik Asit (C18:0) | 2,32 |
| DHA (C22:6) | 5,1 |
| EPA (C20:5) | 2,9 |

Mineral ve Vitamin İçeriği

Havyar ve havyar ikameleri mineraller, özellikle kalsiyum, demir, magnezyum, manganez, fosfor, potasyum, bakır ve çinko açısından zengindir. Bu ürünler ayrıca yüksek düzeyde vitaminler, özellikle D3 vitamini veya kolekalsiferol içermektedir (Tavakoli ve ark., 2021). Örneğin somon yumurtası önemli miktarda A vitamini (50-3000 IU/g), C vitamini (10-30 IU/100 g), D vitamini (5-25 ID/g) ve B1, B2 ve B12 vitaminleri (10-80 IU/100 g) içermektedir. Somon balığı yumurtasının yanı sıra yayın balığı yumurtası da orta düzeyde vitamin içeriğine sahip olup A vitamini 2 mg/100 g, C vitamini 0,26 mg/100 g, D vitamini 0,2 mg/100 g ve E vitamin 0,1 mg/100 g düzeyinde bulunmaktadır (Faray ve ark., 2021).

HAVYARIN GEÇİRDİĞİ İŞLEMLER

İnsan tüketimi için yumurta kesesi pişmiş bütün bir balığın bir parçası olarak yenilebilir veya tuzlanmış, kızartılmış, tütsülenmiş bütün bir organ olarak hazırlanabilir. Ezmelerde, salatalarda ve soslarda kullanılabilir. Ancak çoğu durumda yumurtalar keseden gevşetilerek çıkartılır, hafif tuzlanır ve ‘‘havyar’’ adı verilen bir ürüne dönüştürülür (Mouritsen, 2023).

Havyarın tadı tipik olarak tuzla zenginleştirilse de balığın yediğinden ve yaşamı boyunca ne tür suda yaşadığından büyük ölçüde etkilenmektedir. En yüksek kalite ve lezzete sahip geleneksel birinci sınıf mersin balığı havyarı, halen foliküler hücrelerle çevrili yumurtalar, maksimum boyutuna ulaşmış, bilindik havyar görünümünü ve dokuyu kazanmış ve olgunlaşmaya yeni başlayan yumurtalar (oositler) ile hazırlanan türdür. Yumurtalar olgunlaşmamışsa hem olduğundan daha küçük hem de tam rengine ulaşmamış olur. Yumurtalar çok eskirse, sarılarını absorbe etmeye başladığı için şişkinliğini kaybeder (çok daha yumuşak hale gelir) ve şekli düzensiz bir hal alır. Olgunlaşmamış ve aşırı olgunlaşmış yumurtaların kalitesi tehlikeye girmektedir ve ürün çok daha az çekici ve değerli olmaktadır (Chapman ve Van Eenennaam, 2016).

Havyarın Üretiminde Geleneksel Metot Yöntemi

Havyarın geleneksel metot yöntemi ile üretilmesine ilişkin bilgiler fotoğraflar (Chebanov ve Galich, 2013; Oona Caviar, 2024) ile anlatılmıştır (Şekil 1-10).



Şekil 1. Havyar üretimi su ürünleri yetiştiriciliği ile yapılmaktadır. Balık, çiftliklerde özel tanklarda yetiştirilir (Chebanov ve Galich, 2013).



Şekil 2. Mersin balıklarında cinsiyet seksüel dimorfizm nedeniyle dışarıdan gözlemlenememektedir. Balıklar 1 ila 2 yaşlarındayken ultrason ile cinsiyeti tespit edilmektedir (Yamaner, 2012). Cinsiyet tespiti ultrasonografi ile yapılmaktadır ve havyar üretiminde dişi balıklar kullanılmaktadır (Chebanov ve Galich, 2013).



Şekil 3. Yumurtanın kalitesi ve olgunluğunu (renk, boyut) değerlendirmek için dişi balıklara biyopsi yapılmaktadır (Chebanov ve Galich, 2013).



Şekil 4. *Balığın karın boşluğundaki yumurtalar toplanır (Oona Caviar, 2024).*



Şekil 5. *Toplanan yumurtalar zarlarından arındırılmak üzere paslanmaz çelik eleğin üzerine hafifçe sürülür (Oona Caviar, 2024).*



Şekil 6. *Yumurtalıktan ayrılan tekil yumurtalar alttaki kaba düşer (Oona Caviar, 2024).*



Şekil 7. Yumurtalar temiz suda birkaç kez durulanır (Oona Caviar, 2024).



Şekil 8. Zar kalıntıları ve yapısı bozulmuş yumurtalar cımbızla ayıklanır (Oona Caviar, 2024).



Şekil 9. Havyar tartılır ve tuzlanır. Tuz yüzdesi üretilmek istenen ürüne göre değişmektedir. Ardından ilk tadım gerçekleştirilir (Oona Caviar, 2024).



Şekil 10. Gıdaya uygun metal kaplarda paketlenir. Uygun koşullarda depolamaya kaldırılır (Oona Caviar, 2024).

HAVYARDAKİ MİKROBİYOLOJİK TEHLİKELER

Balık yumurtası başlangıçta sterilidir; ancak üretim sırasında az da olsa kontamine olmaktadır (Miettinen ve ark., 2003). Balıklar, yaşadıkları suyun mikrobiyolojik kalitesine bağlı olarak kontamine olabilmektedir. Yumurtanın balıktan uzaklaştırılması işlemi sırasında balığın yüzeyindeki bu bakteriler yumurtaya aktarılabilir (Arvanitoyannis ve ark., 2005). Yumurtanın elenip ayrılması işlemi kritik bir adımdır ve burada sıklıkla ortaya çıkan hijyen eksikliği mikrobiyel kontaminasyona neden olmaktadır (Fioretto ve ark., 2005).

Havyarın bakteriyel kontaminasyonunu etkileyen temel faktörler pH seviyesi, depolama sıcaklığı ve serbest amino asitlerin varlığıdır. İşleme sırasındaki bakteriyel kontaminasyon, toplam uçucu nitrojen, peroksit değeri, serbest yağ asidi, amonyak ve metilamin, trimetilamin gibi biyojenik aminlerin içeriğini arttırmaktadır (Sicuro, 2019).

Havyarın mikroflorası 35°C'de çoğalan koklar, koli gibi bakteriler, mayalar ve küfler gibi mikroorganizmalardan oluşmaktadır. Bu mikroorganizmalar balığın florasından kaynaklanmaktadır. İşleme sırasında balık yumurtalarına bulaşabilmekte ve havyar üretimi sırasında hijyen ve sanitasyon eksikliği nedeniyle ürünü olumsuz yönde etkilemektedir (Altug ve Bayrak, 2003).

Mikrobiyolojik tehlikeler bakteriyel, viral ve paraziter tehlikeler olarak üçe ayrılmaktadır (Johannesson, 2006).

Bakteriyel Tehlikeler

Havyar çeşitli bakteri türleriyle ve özellikle patojenlerle (*S. aureus*, *Salmonella* sp, *Vibrio* sp, *Aeromonas* sp, *Clostridium botulinum*) kontamine olabilmektedir. Bu nedenle havyar uygun şekilde işlenmediği takdirde gıda güvenliği riskleri oluşturmaktadır (Fioretto ve ark., 2005). Pembe somon (*Oncorhynchus gorbuscha*) yani ikura *Aeromonas* sp., *Enterococcus* sp., *Flavobacterium* sp., *Lactobacillus* sp., *Micrococcus* sp., *Moraxella* sp. ve *Pseudomonas* sp. dahil çeşitli psikrotrofik ve mezofilik mikroorganizmalarla kontamine olabilmektedir (Bledsoe ve ark., 2003).

Laktik asit bakterileri insanlar için patojenik değildir ve havyar numunelerinin %20'sinde bulunmakta ve laktik asit üretimiyle diğer birçok mikroorganizmanın çoğalmasına engel olmaktadır. Bu nedenle bazı gıdalar laktik asit bakterileri kullanılarak üretilmektedir. Ancak laktik asit bakterileri kapalı ambalajlarda çoğalarak bozulmaya neden olabilmektedir. Yüksek LAB konsantrasyonları ekşi ve yapışkan organoleptik tatlarla sonuçlanmaktadır (Oeleker ve ark., 2015).

Balık ürünlerinin işlenmesi sırasında, insanlar Gram pozitif bir mikroorganizma olan *Staphylococcus aureus* ile kontaminasyon riskini taşımaktadır. Bu bakteriler tuza dayanıklıdır ve bu nedenle havyar ve balık bazlı tüm salamura edilmiş ürünleri kontamine edebilmektedir (Fioretto ve ark., 2005).

Salmonella Enteritidis kıyıya yakın bölgelerde hayvan ve insan atıklarıyla kirlenmiş sulardan izole edilebilen, çok çeşitli hayvanların bağırsaklarında yaşayan Gram negatif bir mikroorganizmadır. Bu nedenle balıklar sıklıkla *Salmonella* ile kontamine olmaktadır (Fioretto ve ark., 2005). *Salmonella* pastörizasyonla elimine edilmektedir (Johannesson, 2006).

Listeria monocytogenes su ortamında, balıklarda ve balık işleme fabrikalarında bulunması nedeniyle üretim sırasında balık yumurtasını kontamine edebilmektedir (Miettinen ve ark., 2003). *Listeria* spp. gibi psikrotrofik bakteriler ideal koşullar altında 3°C kadar düşük sıcaklıklarda ve yüksek tuzda (%10'a kadar) üreyebilmekte ve soğutulmuş gıdalarda potansiyel bir gıda güvenliği riski oluşturmaktadır (Shin ve ark., 2010). Tüketime hazır deniz ürünleri sıklıkla *Listeria monocytogenes* ile kontamine olmaktadır (Bledsoe ve ark., 2003). *Listeria* türleri yüksek ısı direnci ve soğukta çoğalabilme yetenekleri nedeniyle yaygın bulunmaktadır. ABD Gıda ve İlaç Dairesi tarafından düzenlenen gıdalarda sıfır tolerans politikası sebebiyle, *Listeria monocytogenes*'in kontrolü soğukta saklanan hazır tüketim gıdalarında hayati derecede önemlidir (Al-Holy ve ark., 2004). Yapılan bir çalışmada *Listeria monocytogenes* havyarda dahil olmak üzere kurutulmuş deniz ürünlerinde saptanmış ancak 5°C'de çoğalmadığı belirlenmiştir. Bu durum havyarın koruyuculuğunu sağlayan tuz parametreleri, düşük pH ve kimyasal koruyucuların kullanımı ile ilişkilendirilmiştir (Johannesson, 2006).

Clostridium spp. süt, et, balık, kabuklu deniz ürünleri ve su ortamında yaygın olarak bulunan Gram pozitif, mezofilik, anaerobik, spor oluşturan çubuk formundaki mikroorganizmadır. *C. botulinum*'un spor oluşturmamasını engellemek için havyara yalnızca ısıyla sterilizasyon uygulamak yeterli gelmemektedir. Tavuk yumurtası pişirildiğinde gözlemlenene benzer bir şekilde havyar proteinin geri dönülemez biçimde denatüre olmaması için yalnızca 80°C'nin altına kadar ısıtılmalıdır. Bu nedenle sporların gelişmesini engellemek için sterilizasyona ek olarak koruyucuların da eklenmesi gerekmektedir (Bledsoe ve ark., 2003). Avrupa Birliği Komisyon Yönetmeliği 1129/2011'a göre maksimum 4 g/kg düzeyde kullanımına izin verilen tek havyar koruyucuları borik asit ve sodyum borattır (EC, 2011). Havyarın pastörizasyonunda konserveler 65°C-70°C sıcak su pastörizasyonuna tabi tutulmaktadır (Monfort, 2002). *Clostridium botulinum* tip E ve *Listeria monocytogenes* için Gaze ve ark. (1989) yeterli bir pastörizasyon işlemi olarak 2 dakika boyunca 70°C uygulanmasını (*L. monocytogenes* için 70°C'de D değerleri 0,14 ile 0,27 dakika arasında değişir) önermiştir.

İşlenmiş %8 tuz içeren Kanada somon yumurtası, *Clostridium botulinum* tip A ve tip E'nin çoğalmasını engellerken, -20°C depolama *Escherichia coli* ve *Vibrio parahaemolyticus*'u etkisiz hale getirmiş ve *Streptococcus faecalis* sayılarını azaltmıştır (Himelbloom ve Crapo, 1998).

Viral Tehlikeler

Viruslar gıdada çoğalmamaktadır ancak çevrede mevcut olmaları durumunda ürünün işlenmesi sırasında kontaminasyona neden olmaktadır. Viral enfeksiyonlar genellikle fekal-oral yolla bulaşır. Bu nedenle gıdanın fekal kontaminasyonu tehlikesini ortadan kaldırmayı amaçlayan genel kişisel hijyen ve temizlik prosedürleri viral kontaminasyonun önlenmesinde önemlidir (Johannesson, 2006).

Herpesvirusler, özellikle Alloherpesviridae ailesine ait türler bilinen balık patojenleridir. Amerika ve Avrupa'da mersin balığını enfekte edebilen *herpesvirusler* bulunmaktadır. Bu çift sarmallı DNA viruslerinin Acipenseridae'yi spesifik olarak enfekte edebilen birkaç türü tanımlanmıştır. Bunlardan yalnızca *Ictalurivirus* cinsine dahil olan *Acipenserid herpesvirus 2 (AciHV-2)*, ICTV (Uluslararası Virus Taksonomisi Komitesi) tarafından resmi olarak tanınmaktadır (Mugetti ve ark., 2020). *Acipenserid herpesvirus 2 (AciHV-2)*, Alloherpesviridae ailesine ait büyük, çift sarmallı bir DNA virüsüdür ve genç beyaz mersin balığı (*Acipenser transmontanus*) popülasyonlarında %80'e varan ölüm oranlarıyla büyük salgınlara neden olmaktadır (Quijano Cardé ve ark., 2024).

Mersin Balığı Nükleositoloplazmik Büyük DNA Virüsleri (sNCLDV), mersin balığında hastalığa neden olan viral etkenlerin en çok sayıda ve heterojen grubunu temsil etmektedir. Virusların çoğu, Iridoviridae ailesine ait olabilecekleri anlamına gelebilecek olan "*Iridovirus*" olarak tanımlanmaktadır (Mugetti ve ark., 2020). *Iridovirus* enfekte mersin balığında ölümcül bir deri hastalığına yol açar ve popülasyonlarda %90'dan fazla ölüm oranına neden olmaktadır (Radosavljević ve ark., 2019).

Paraziter Tehlikeler

Mersin balıkları protozoalar, trematodlar, nematodlar, monojenlar, helmintler ve argüldler gibi birçok parazitin konakçısıdır (Deák ve ark., 2024). Lumpfish balıklarındaki parazitler, muhtemelen insanlar için bir sağlık tehlikesi olduğu düşünülen, nematodlar *Anisakis simplex* ve *Pseudoterranova dicipiens*'tir. Her ikisi de Norveç sularında lumpfish balıklarının bağırsaklarında bulunmaktadır. Her iki türde 55°C'nin üzerindeki ısı işlemlerle ölmekte ve dolayısıyla uygun pastörizasyonla elimine edilmektedir (Johannesson, 2006). Diğer yandan, bazı protozoalar mersin balıklarına zarar verebilmekte, hastalıklara ve diğer sağlık sorunlarına neden olmaktadır. Örneğin, mersin balıkları ve diğer balıkları enfekte edebilen *Ichthyophthirius multifiliis*, bu türlerin derisinde ve solungaçlarında beyaz nokta hastalığına neden olmaktadır. Yetiştirilmenin farklı aşamalarında balıkların diğer parazitlere karşı duyarlı olması normal büyüme ve gelişmelerini ciddi şekilde etkilemektedir (Deák ve ark., 2024).

Havyarın sınırlı tüketimi göz önüne alındığında, insan sağlığına yönelik riskler gerçekten düşüktür ve su ürünleri yetiştiriciliğinden gelen havyarın yaygınlaşması muhtemelen bu riskleri azaltacaktır (Sicuro, 2019).

HAVYARIN MUHAFAZASI

İnsan sağlığına yönelik olası tehlikeleri ortadan kaldırabilmek veya en aza indirebilmek için üretim süreçlerini analiz etmek büyük önem taşımaktadır (Johannesson, 2006). Havyar genellikle çiğ tüketildiği için mevcut risk pişirme gibi termalizasyon yoluyla azaltılamamaktadır (Oeleker ve ark., 2015). Havyarın muhafazası; tuzlama, pastörizasyon ve soğuk depolama kombinasyonlarının kullanılmasıyla sağlanmaktadır (Bekhit, 2022). Havyarın 4°C'de soğutulması havyar için ana koruma yöntemidir; sodyum klorür (NaCl) ise tüketiciler tarafından evrensel olarak kabul edilen tek koruyucudur (Sicuro, 2019). Havyar, gıda kalitesindeki tuz kullanılarak balık yumurtalarının tuzlanmasıyla hazırlanmaktadır (CAC, 2010). Geleneksel işlemede havyar, yumurtaların yumurtalıklardan ayrılmasından sonra %4-8 oranında tuz eklenmektedir, ancak "malossol" gibi daha iyi havyar çeşitleri genellikle daha az tuz içermektedir (Heshmati ve ark., 2011). Tuz içeriği çok önemlidir, çok fazlası yumurtaları kurutmakta, çok azı ise havyar tanelerini bozmaktadır (CAC, 2010). En kaliteli havyar hafif tuzludur ve "malossol" olarak bilinmektedir (Sicuro, 2019). Tüketicilerin daha düşük tuz konsantrasyonlu havyar ve balık yumurtası tercihi, pastörizasyonun önemini artırmaktadır, çünkü tuz içeriği *Listeria monocytogenes*'in çoğalmasını engelleyecek kadar yüksek değildir (Ovissipour ve ark., 2018).

Pastörizasyon, gıda kaynaklı hastalık riskini azaltmak için gıda endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Ovissipour ve ark., 2018). Havyar pastörize edilebilir ancak ısı işlem görmüş havyarın duyuşal özelliklerinde meydana gelecek değişiklikler tüketiciler tarafından beğenilmemektedir (Fioretto ve ark., 2005). Yüksek sıcaklıklar, havyar ve balık yumurtasındaki proteinleri geri dönülemez şekilde denatüre etmektedir. Bu da ürünün özelliklerini tamamen değiştirmektedir ve kalitelerini büyük ölçüde azaltmaktadır. Bu nedenle balık yumurtası için pastörizasyon sıcaklığının 70°C'yi geçmemesi tavsiye edilmektedir. Cam kavanozların su banyosunda pastörize edilmesi, endüstride havyarın pastörizasyonu için kullanılan yaygın bir işlemdir (Ovissipour ve ark., 2018). Pastörize havyar yüksek kaliteli ürünlerden hazırlanabilse de bu işlem genellikle taze havyarın raf ömrünü uzatmak için (10 ila 12 aya kadar) uygulanır (Monfort, 2002).

Patojenitesi olmayan ancak *Listeria monocytogenes* ile ilişkili bir tür olan *L. innocua*, genellikle gıda pastörizasyon süreçlerindeki model sistemlerde indikatör mikroorganizma olarak kullanılmaktadır. Bunun nedeni, bu organizmanın biyofiziksel özelliklerinin *L. monocytogenes*'e çok benzerlik göstermesidir (Bledsoe ve ark., 2003).

Vakumlama ile paketlenmiş veya hava geçirmez şekilde paketlenmiş pastörize edilmemiş havyarın -20°C'de 1 ila 2 yıl raf ömrü bulunmaktadır. Pastörize edilmemiş yeşil balık yumurtası soğutma sıcaklığında saklandığında raf ömrü 3 ila 5 gündür (Bledsoe ve ark., 2003). Paketleme, depolama ve satış sırasında ürün sıcaklığı +2 ile +4°C arasında olurken, depolama ve taşımacılık dahil toptan ticaret işlemlerinde sıcaklıklar 0° ile -4°C arasında olmaktadır (CAC, 2010). Aynı zamanda anaerobik koşullarda paketleme ile havyarın kontaminasyonu ve bozulmasının kontrolü sağlanmaktadır (Sicuro, 2019). Taze havyarın -2°C ile -3°C arasında saklanması gerekmektedir (Monfort, 2002).

Ürünler dayanıklı gıda cilası veya emaye ile kaplanmış metal kutular, cam kavanozlar ya da gıdaya uygun başka kaplar ile paketlenmektedir (CAC, 2010). En iyi havyar, taneleri birbirinden ayrılmış taze taneli havyardır. Taneler 1,7 ila 1,8 kg arası verniklenmiş konserve kutularda paketlenmektedir. Fazla sıvının dışarı çıkmasını sağlamak için kapak aşağı bastırılır ve kapağın etrafına yerleştirilen basit bir lastik bant kutunun su ve hava sızdırmazlığını sağlar (Monfort, 2002).

Avrupa Birliği havyarda koruyucu madde olarak bazı bor bileşiklerinin (örn., E284: borik asit-E285: sodyum tetraborat) hala kullanılmasına izin vermektedir (EFSA, 2013), ancak son zamanlarda Codex Alimentarius ve bazı ulusal düzenlemeler boraks içermeyen ürünlere yönelmiştir (Brambilla ve ark., 2020). EFSA (Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi), 2013 tarihli son bilimsel görüşünde boraksın havyar hazırlanmasında sınırlı kullanımını doğrulamış olsa da uluslararası pazar boraks içermeyen ürünleri tercih etmektedir (EFSA, 2013). Birçok ülke zaten boraks kullanımını yasaklamıştır. Koruyucu madde içermeyen bir ürünün üretilmesi, ürünün güvenliğini ve nihai kalitesini artırmaktadır (Brambilla ve ark., 2020). Havyarın pürüzsüz ve taze bir görünüm kazanması için boraks eklenebilmektedir. Ancak bu gıda katkı maddesi ABD'de yasaklanmıştır (Monfort, 2002).

HAVYARIN KALİTESİ

Havyarda son ürünün kalitesi; organoleptik (koku, görünüm, tat), kimyasal (tuz, pH değeri, uçucu azot bileşenleri) ve mikrobiyolojik (toplam canlı bakteri sayımı) yönüyle değerlendirilmektedir (Schubring, 2004). Mikroorganizma yükünün fazla olması genellikle kontaminasyonları veya işleme ya da depolama sırasındaki uygun olmayan sıcaklıkları ifade etmektedir (Oeleker ve ark., 2015). Havyarın kalitesi, tanenin olgunluk aşamasına (çok olgunlaşmamış), muamele, işleme tabii tutma (tane ayırma, kaliteli tuzla tuzlama ve paketlenme) ve depolama koşullarına bağlıdır (Monfort, 2002). Mikrobiyolojik kaliteyi korumak için artan tuz konsantrasyonları (%3-6) ve soğuk zincirin korunması çok önemli faktörlerdir. Raf ömrünü uzatmak için pastörizasyon yapılmaktadır veya benzoik asit, boraks gibi koruyucular eklenmektedir (Oeleker ve ark., 2015). Havyarın işleme ve saklama koşulları optimal olmalıdır. Aksi takdirde bakteriler çoğalarak havyardaki uçucu nitrojen bazlarını, peroksitleri, serbest yağ asitlerini, amonyağı ve biyojenik aminleri artıracaktır. Sonuçta, bu bileşikler birçok olumsuz organoleptik değişikliğe neden olmaktadır (Tavakoli ve ark., 2021). Modern havyar mükemmelliği kavramı, özellikle mikrobiyal kontaminasyonun neden olduğu kötü tatların, mikrobiyal fermantasyon katabolitlerinin bulunmamasına, yumurtalık yağının düşük insidansına dayanmaktadır (Sicuro, 2019). Özellikle çok sayıda çoklu doymamış yağ asitlerinden türetilen aroma bileşikleri aromadan sorumludur (Vilgis, 2020).

Balık yumurtasının ve havyarın kimyasal kompozisyonu iç (tür, yumurtaların olgunluğu, yumurtanın yumurtalıktaki yerleşimi) ve dış faktörlerden (beslenme, balığın olgunluğu, mevsim, hasat alanı ve yapım koşulları) etkilenmektedir (Bekhit ve ark., 2009). Havyarı işlemek için kullanılan teknikler, ürünün kalitesi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Muhafaza sırasında ortaya çıkan kötü tatlar; toplam uçucu nitrojen, histamin ve diğer biyojenik aminler esas olarak *Pseudomonas* ve *Coliform*'ların neden olduğu mikrobiyal kontaminasyonlarla ilişkilidir (Sicuro, 2019).

Taze havyarın duysal kalite açısından dondurulmuş veya dondurulup çözülmüş havyara göre daha kabul edilebilir olduğu belirtilmektedir (Balaswamy ve ark., 2010). Büyük ve soluk renkli balık yumurtası, tüketiciler için en popüler ve çekicidir. Havyarın kabul edilebilirliğinde doku ve lezzet sonraki iki önemli parametredir (Tavakoli ve ark., 2021). Havyara katılan tuz lezzet açısından önemli bir rol oynamaktadır. Ayrıca bazı havyar türlerinde yüksek oranda bulunan serbest glutamik asit (3g/100g) havyarın bu güçlü tadını büyük ölçüde etkilemektedir (Vilgis, 2020). Havyarın istenmeyen kötü tadı vitellogenesis sırasında balık yumurtasında depolanan lipolitik bileşenlerden kaynaklanmaktadır. Aldehitler, geosmin ve izoborneol çeşitli istenmeyen tatlar veren izole edilmiş en büyük madde grubunu temsil etmektedir. Bu bileşikler su kütlelerinde doğal olarak oluşan aktinomisetlerin (*Streptomyces* ve *Nocardia* spp.) ve siyanobakterilerin (*Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Lyngbya*, *Oscillatoria*, *Microcystis* ve *Pseudanabaena*) varlığından kaynaklanmaktadır (Sicuro, 2019).

SONUÇ

Havyar içerdiği yağ asitleri, yüksek kaliteli proteinler, vitaminler ve mineraller açısından zengindir ve bu nedenle de sağlıklı bir besin kaynağıdır. Havyar tüketimi kardiyovasküler hastalıklarının önlenmesinde ve tedavisinde, ayrıca içerdiği EPA ve DHA sayesinde öğrenme yeteneğinin gelişiminde rol oynamaktadır. Havyarın aslında lüks bir ürün olduğu, ancak artan üretim ve düşen fiyatlar sayesinde daha geniş bir tüketici kitlesine ulaştığı görülmektedir. Buna karşılık orta gelirli tüketicilerin havyar ikamelerine karşı ilginin arttığı belirtilmektedir. Havyarın kalitesi mevsim, balığın olgunluğu, işleme ve depolama koşulları, hasata bağlı olarak değişmektedir. Artan havyar üretimi yeni pazarların gelişmesine olanak sağlamıştır.

Havyar üretiminin sürdürülebilir kılınması önemlidir. Doğal popülasyonların korunması için daha fazla yatırım yapılmalıdır. Farklı havyar türlerinin besin değerleri ve sağlık üzerindeki etkileri için daha fazla çalışma yapılmalıdır. Tüketicilere havyar ve havyar ikameleri arasındaki fark, havyarın tüketimine ilişkin daha fazla bilgi sunulmalıdır. Tehlike altındaki mersin balığı türlerinin korunması için daha sıkı programlar uygulanmalıdır. Türkiye’de havyar endüstrisi ve yetiştiriciliği üzerine daha fazla yatırım yapılmalı ve bu konuyla ilgili eğitim ve destek programları oluşturulmalıdır. Eğitim ve destek programlarının kalite standartlarına uyumlu olması sağlanmalıdır. Böylece üreticilerin uluslararası pazarlarda rekabet edebilir hale gelmesi sağlanacaktır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını tasdik ederler.

YAZAR KATKISI

Tüm yazarlar eşit katkı sağlamıştır.

ETİK BEYAN

“Suyun İncisi: Havyar” başlıklı çalışmanın yazım sürecinde bilimsel kurallara, etik ve alıntı kurallarına uyulmuş; toplanan veriler üzerinde herhangi bir tahrifat yapılmamış ve bu çalışma herhangi başka bir akademik yayın ortamına değerlendirme için gönderilmemiştir. Bu araştırma doküman analizi ve betimsel incelemeye dayalı olarak yapıldığından etik kurul kararı zorunluluğu bulunmamaktadır.

KAYNAKLAR

- Al-Holy, M., Ruiter, J., Lin, M., Kang, D. H., & Rasco, B. (2004). Inactivation of *Listeria innocua* in nisin-treated salmon (*Oncorhynchus keta*) and sturgeon (*Acipenser transmontanus*) caviar heated by radio frequency. *Journal of Food Protection*, 67(9), 1848-1854. <https://doi.org/10.4315/0362-028x-67.9.1848>
- Altug, G., & Bayrak, Y. (2003). Microbiological analysis of caviar from Russia and Iran. *Food Food Microbiology*, 20(1), 83-86. [https://doi.org/10.1016/S0740-0020\(02\)00090-4](https://doi.org/10.1016/S0740-0020(02)00090-4)
- Arvanitoyannis, I.S., Tsitsika, E.V., & Panagiotaki, P. (2005). Implementation of quality control methods (physico-chemical, microbiological and sensory) in conjunction with multivariate analysis towards fish authenticity. *International Journal of Food Science & Technology*, 40(3), 237-263. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2004.00917.x>
- Balaswamy, K., Prabhakara Rao, P. G., Rao, D. G., & Jyothirmayi, T. (2010). Effects of pretreatments and salt concentration on rohu (*Labeo rohita*) roes for preparation of roe pickle. *Journal of Food Science and Technology*, 47(2), 219-223. <https://doi.org/10.1007/s13197-010-0035-z>
- Bekhit, A.E.D.A., Morton, J.D., Dawson, C.O., Zhao, J.H., & Lee, H.Y. (2009). Impact of maturity on the physicochemical and biochemical properties of chinook salmon roe. *Food Chemistry*, 117(2), 318-325. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.04.009>
- Bekhit, A.E.D.A.A. (2022). *Fish roe: biochemistry, products, and safety*. 1st Edition, Publisher, Elsevier Science, eBook ISBN: 9780128231760.
- Binsi, P.K., Natasha, N., Sarkar, P.C., Ashraf, P.M., George, N., Ravishankar, C.N. (2017). Structural, functional and in vitro digestion characteristics of spray dried fish roe powder stabilised with gum arabic. *Food Chemistry*, 221, 1698-1708. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.10.116>
- Bledsoe, G. E., Bledsoe, C. D., & Rasco, B. (2003). Caviars and fish roe products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 43(3), 317-356. <https://doi.org/10.1080/10408690390826545>
- Bledsoe, G., & Rasco, B. (2006). Caviar and fish roe. In: *Handbook of Food Science, Technology, and Engineering*. Yiu H. Hui (ed.), CRC Press, Publisher : Taylor & Francis Ltd.

- Brambilla, M., Buccheri, M., Grassi, M., Stellari, A., Pazzaglia, M., Romano, E., & Cattaneo, T.M.P. (2020). The influence of the presence of borax and nacl on water absorption pattern during sturgeon caviar (*Acipenser transmontanus*) storage. *Sensors*, 20(24), 7174. <https://doi.org/10.3390/s20247174>
- Bronzi, P., & Rosenthal, H. (2014). Present and future sturgeon and caviar production and marketing: A global market overview. *Journal of Applied Ichthyology*, 30(6), 1536-1546. <https://doi.org/10.1111/jai.12628>
- Bronzi, P., Chebanov, M., Michaels, J.T., Wei, Q., Rosenthal, H., & Gessner, J. (2019). Sturgeon meat and caviar production: Global update 2017. *Journal of Applied Ichthyology*, 35(1), 257-266.
- CAC (2010). Standard for sturgeon caviar. Codex Alimentarius Commission CODEX STAN 291-2010. http://www.codexalimentarius.org/download/standards/11516/CXS_291e.pdf. (Erişim Tarihi: 01.05.2024).
- Caredda, M., Addis, M., Pes, M., Fois, N., Sanna, G., Piredda, G., & Sanna, G. (2018). Physico-chemical, colorimetric, rheological parameters and chemometric discrimination of the origin of Mugil cephalus' roes during the manufacturing process of Bottarga. *Food Research International (Ottawa, Ont.)*, 108, 128-135. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.03.039>
- Chapman, F.A., & Van Eenennaam, J.P. (2016). Technically speaking, What is sturgeon caviar? <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/FA194>
- Chebanov, M.S., & Galich, E.V. (2013). Sturgeon hatchery manual. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. No. 558., Food and Agriculture Organization of The United Nations, Ankara, 303 p., ISBN 978-92-5-106823-6.
- CITES Trade Database (2024). [https://trade.cites.org/en/cites_trade/download/view_results?filters\[time_range_start\]=2022&filters\[time_range_end\]=2024&filters\[exporters_ids\]\[\]=all_exp&filters\[importers_ids\]\[\]=all_imp&filters\[sources_ids\]\[\]=106&filters\[purposes_ids\]\[\]=123&filters\[terms_ids\]\[\]=12&filters\[taxon_concepts_ids\]\[\]=&filters\[reset\]=&filters\[selection_taxon\]=taxonomic_cascade&web_disabled=&filters\[report_type\]=comptab](https://trade.cites.org/en/cites_trade/download/view_results?filters[time_range_start]=2022&filters[time_range_end]=2024&filters[exporters_ids][]=all_exp&filters[importers_ids][]=all_imp&filters[sources_ids][]=106&filters[purposes_ids][]=123&filters[terms_ids][]=12&filters[taxon_concepts_ids][]=&filters[reset]=&filters[selection_taxon]=taxonomic_cascade&web_disabled=&filters[report_type]=comptab)
- Corrias, F., Atzei, A., Giglioli, A., Pasquini, V., Cau, A., Addis, P., Sarais, G., & Angioni, A. (2020). Influence of the technological process on the biochemical composition of fresh roe and bottarga from *Liza ramada* and *Mugil cephalus*. *Foods*, 9(10), 1408. <https://doi.org/10.3390/foods9101408>
- Deák, G., Holban, E., Sadica, I., & Jawdhari, A. (2024). Sturgeon parasites: A review of their diversity and distribution. *Diversity*, 16(3), 163. <https://doi.org/10.3390/d16030163>
- Dudu, A., & Georgescu, S. E. (2024). Exploring the Multifaceted Potential of Endangered Sturgeon: Caviar, Meat and By-Product Benefits. *Animals*, 14(16), 2425. <https://doi.org/10.3390/ani14162425>
- EC (2011). Commission Regulation (EU) No 1129/2011 amending Annex II to Regulation (EC) No 1333/2008 of the European Parliament and of the Council by establishing a Union list of food additives. *Official Journal of the European Union*, 295(1), 177. <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:295:0001:0177:en:PDF>
- EFSA (2013). Scientific Opinion on the re-evaluation of boric acid (E 284) and sodiumtetraborate (borax) (E 285) as food additives, EFSA Panel on Food Additives and Nutrient Sources added to Food (ANS), European Food Safety Authority (EFSA), Parma, Italy. *EFSA Journal*, 11(10), 3407. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2013.3407>
- EUMOFA (2023). Sturgeon meat and other by-products of caviar. <https://eumofa.eu/documents/20178/432372/Sturgeon+meat.pdf?>
- Fahim, A., Khanipour, A.A., & Gashti, G.Z. (2018). Changes of microbial spoilage indices Beluga caviar processed (*Huso huso*) during storage at -2°C. *Agriculture, Forestry and Fisheries*, 7(1), 36. <https://doi.org/10.11648/j.aff.20180701.15>
- Farag, M.A., Abib, B., Tawfik, S., Shafik, N., & Khattab, A.R. (2021). Caviar and fish roe substitutes: current status of their nutritive value, bio-chemical diversity, authenticity and quality control methods with future perspectives. *Trends in Food Science & Technology*, 110, 405-417. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.02.015>
- Fioretto, F., Cruz, C., Largeteau, A., Sarli, T. A., Demazeau, G., & El Moueffak, A. (2005). Inactivation of *Staphylococcus aureus* and *Salmonella enteritidis* in tryptic soy broth and caviar samples by high pressure processing. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research = Revista Brasileira de Pesquisas Medicas e Biologicas*, 38(8), 1259-1265. <https://doi.org/10.1590/s0100-879x2005000800015>
- Gaze, J., Brown, G., Gaskell, D., & Banks, J. (1989). Heat resistance of *Listeria monocytogenes* in homogenates of chicken, beef steak and carrot. *Food Microbiology*, 6(4), 251-259. [https://doi.org/10.1016/S0740-0020\(89\)80006-1](https://doi.org/10.1016/S0740-0020(89)80006-1)
- Heshmati, M.K., Hamdami, N., & Shahedi, M. (2011). Evaluation of Nanocomposite Packaging Containing ZnO on Shelf Life of Caviar. In 6th International CIGR Technical Symposium- Section 6, "Towards a Sustainable Food Chain" Food Process, Bioprocessing and Food Quality Management Nantes, France - April 18-20, 2011.
- Himelbloom, B. H., & Crapo, C. A. (1998). Microbial evaluation of Alaska salmon caviar. *Journal of Food Protection*, 61(5), 626-628. <https://doi.org/10.4315/0362-028x-61.5.626>
- Hu, Q., Pan, Y., Xia, H., Yu, K., Yao, Y., & Guan, F. (2023). Species identification of caviar based on multiple dna barcoding. *Molecules*, 28, 5046. <https://doi.org/10.3390/molecules28135046>
- Johannesson, J. (2006). Lumpfish caviar – from vessel to consumer. FAO Fisheries Technical Paper. No. 485. Rome, FAO. 2006. 60p.
- Lopez, A., Vasconi, M., Bellagamba, F., Mentasti, T., & Moretti, V.M. (2020). Sturgeon meat and caviar quality from different cultured species. *Fishes*, 5(1), 9. <https://doi.org/10.3390/fishes5010009>
- Maćkowiak-Dryka, M., Pysz-Lukasik, R., Ziomek, M., & Szkucik, K. (2020). Nutritional value of a new type of substitute caviar. *Medycyna Weterynaryjna*, 76 (5), 285-288. <https://doi.org/10.21521/mw.6404>
- Mandal, S., Ghosal, S., Karmakar, I., Biswas, K., & Bakanjilal, A. (2023). Caviar the gold in your spoona, review on caviar. *Journal of Survey in Fisheries Sciences*, 10(1S), 6180-6187. <https://doi.org/10.53555/sfs.v10i1S.2123MEB> (2016). Denizcilik, Balıkçılık ve Su Ürünleri, Mersin Balığı Yetiştiriciliği.



- https://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller/Mersin%20Bal%C4%B1%C4%9F%C4%B1%20Yeti%C5%9Ftiricili%C4%9Fi.pdf
- Memis, D. (2014). A short history of sturgeon caviar production in Turkey. *Journal of Applied Ichthyology*, 30(6), 1552-1556. <https://doi.org/10.1111/jai.12602>
- Miettinen, H., Arvola, A., Luoma, T., & Wirtanen, G. (2003). Prevalence of *Listeria monocytogenes* in, and microbiological and sensory quality of, rainbow trout, whitefish, and vendace roes from Finnish retail markets. *Journal of Food Protection*, 66(10), 1832–1839. <https://doi.org/10.4315/0362-028x-66.10.1832>
- Monfort, M.C. (2002). Fish roe in Europe: supply and demand conditions. FAO/GLOBEFISH Research Programme, Vol. 72. Rome, FAO. 2002. 47p
- Mouritsen, O.G. (2023). Roe gastronomy. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 32, 2. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2023.100712>
- Mugetti, D., Pastorino, P., Menconi, V., Pedron, C., & Prearo, M. (2020). The old and the new on viral diseases in sturgeon. *Pathogens*, 9(2), 146. <https://doi.org/10.3390/pathogens9020146>
- Oeleker, K., Alter, T., Kleer, J., Pund, R.P., Gözl, G., Hildebrandt, G., & Huehn, S. (2015). Microbiological and chemical investigation of caviar at retail. *Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit*, 10(1), 35-37. <https://doi.org/10.1007/s00003-015-1002-4>
- Oona Caviar (2024). Caviar processing. <https://www.oona-caviar.ch/en/about-oona/caviar-processing>
- Ovissipour, M., Liu, C., Ünlü, G., Rasco, B., Tang, J., & Sablani S.S. (2018). Quality changes in chum salmon (*Oncorhynchus keta*) caviar (ikura) affected by thermal pasteurization, storage time, and packaging material. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 27(2), 200-210. <https://doi.org/10.1080/10498850.2017.1417340>
- Quijano Cardé, E. M., Anenson, K. M., Yun, S., Heckman, T. I., Jungers, H. T., Henderson, E. E., ... & Soto, E. (2024). Effects of Acipenserid herpesvirus 2 on the outcome of a *Streptococcus iniae* co-infection in white sturgeon (*Acipenser transmontanus*). *Frontiers in Aquaculture*, 3, 1306518. <https://doi.org/10.3389/faq.2024.1306518>
- Radosavljević, V., Milićević, V., Maksimović-Zorić, J., Veljović, L., Nešić, K., Pavlović, M., ... & Marković, Z. (2019). Sturgeon diseases in aquaculture. *Archives of Veterinary Medicine*, 12(1), 5-20. <https://doi.org/10.46784/e-avm.v12i1.34>
- Rosa, A., Scano, P., Melis, M.P., Deiana, M., Atzeri, A., & Dessì, M.A. (2009). Oxidative stability of lipid components of mullet (*Mugil cephalus*) roe and its product “bottarga”. *Food Chemistry*, 115(3), 891-896. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.01.002>
- Sathivel, S., Yin, H., Bechtel, P.J., & King, J.M. (2009). Physical and nutritional properties of catfish roe spray dried protein powder and its application in an emulsion system. *Journal of Food Engineering*, 95(1), 76-81. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2009.04.011>
- Schubring, R. (2004). Differential scanning calorimetric (DSC) measurements on the roe of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): influence of maturation and technological treatment. *Thermochimica Acta*, 415(1-2), 89-98. <https://doi.org/10.1016/j.tca.2003.09.020>
- Sicuro, B. (2019). The future of caviar production on the light of social changes: a new dawn for caviar?. *Reviews in Aquaculture*, 11(1), 204-219. <https://doi.org/10.1111/raq.12235>
- Shin, J. H., Oliveira, A. C., & Rasco, B. A. (2010). Quality attributes and microbial storage stability of caviar from cultivated white sturgeon (*Acipenser transmontanus*). *Journal of Food Science*, 75(1), C43-C48. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2009.01409.x>
- Shirai, N., Higuchi, T., & Suzuki, H. (2006). Analysis of lipid classes and the fatty acid composition of the salted fish roe food products, Ikura, Tarako, Tobiko and Kazunoko. *Food Chemistry*, 94(1):61-67. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.10.050>
- Tavakoli, S., Luo, Y., Regenstein, J. M., Daneshvar, E., Bhatnagar, A., Tan, Y., & Hong, H. (2021). Sturgeon, caviar, and caviar substitutes: from production, gastronomy, nutrition, and quality change to trade and commercial mimicry. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 29(4), 753-768. <https://doi.org/10.1080/23308249.2021.1873244>
- Tunçelli G., & Yamaner, G. (2024). Scientific Studies on Sturgeon Culture in Türkiye. Present-Day Turkish Aquaculture and Trends in International Research. 353.
- USDA (2018a). Fish, caviar, black and red, granular. <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/174188/nutrients>
- USDA (2018b). Nutrients: cholesterol (mg). <https://www.nal.usda.gov/sites/default/files/page-files/cholesterol.pdf>
- Üstündağ, E. (2005). Mersin Balıkları. SÜMAE YUNUS Araştırma Bülteni, 5, 1-8. https://www.aquast.org/uploads/pdf_408.pdf
- Vasconi, M., Tirloni, E., Stella, S., Coppola, C., Lopez, A., Bellagamba, F., Bernardi, C., & Moretti, V. M. (2020). Comparison of chemical composition and safety issues in fish roe products: application of chemometrics to chemical data. *Foods (Basel, Switzerland)*, 9(5), 540. <https://doi.org/10.3390/foods9050540>
- Vecsei, P. (2001). Cites identification guide-sturgeons and paddlefish: guide to the identification of sturgeon and paddlefish species controlled under the convention on international trade in endangered species of wild fauna and Flora. Canada. Published by Authority of the Minister of Environment, Minister of Supply and Services, ISBN 0-660-61641-6. https://cites.org/sites/default/files/vc-files/files/CAN-CITES_Sturgeons_Guide.pdf
- Vilgis, T.A. (2020). The physics of the mouthfeel of caviar and other fish roe. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 19, 100192. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2019.100192>
- Workman D. (2023). Top Caviar Export Sales by Country, Unit Price & Weight. https://www.worldstopeexports.com/top-caviar-export-sales-by-country-unit-price-weight/#google_vignette
- Yamaner, G. (2012). Farklı sulandırıcılarla dondurulan Rus Mersin Balığı (*Acipenser gueldenstaedtii* 1833) spermasının kalitesi üzerine bir araştırma. T.C. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.



Review Article

An Overview Diagnosis and Treatment Methods in Cases of Transmissible Venereal Tumor in Female Dogs

Nevzat SAAT *¹, Yusuf Bilal ÇETİNKAYA *²

¹Department of Veterinary Obstetrics and Gynecology, Faculty of Veterinary Medicine, Balıkesir University, Balıkesir, Turkey

²Doctorate Program of Veterinary Obstetrics and Gynecology, Institution of Health Science, Balıkesir University, Balıkesir, Turkey

*Corresponding author e-mail: nevzatsaat@balikesir.edu.tr

ABSTRACT

The aim of this review is to examine an overview diagnostic and treatment methods applied in cases of transmissible venereal tumors (TVT) in female dogs. TVT is a highly transmissible neoplasm affecting dogs of all ages, breeds, and genders, primarily involving the genital areas and organs such as the eyes, nose, and mouth. Various clinical manifestations are observed depending on its localization. In cases involving the genital system, cauliflower-like neoplastic masses, bloody vulvar discharge, and consequent anemia may occur. All these clinical findings, along with histopathological or cytological examinations of tissue samples obtained through methods such as excisional biopsy or fine needle aspiration biopsy, can lead to a definitive diagnosis. Once a definitive diagnosis is made, various treatment options are available, including surgical excision of tumor tissue, chemotherapy using agents such as vincristine, doxorubicin, cyclophosphamide, methotrexate, and lomustine, radiotherapy with specific dose ranges, and immunotherapy using agents like *Bacillus Calmette-Guérin* and *staphylococcal* protein A. In conclusion, with the correct diagnosis, every patient can be individually evaluated and provided with the most appropriate treatment option to ensure recovery.

Anahtar kelimeler: Dog, Diagnosis, Transmissible Venereal Tumor, Treatment

ARTICLE INFO

Received:
23.07.2024
Accepted:
12.09.2024

Dişi Köpeklerde Transmissible Venereal Tümör Vakalarında Tanı ve Tedavi Yöntemlerine Genel Bakış

ÖZET

Bu derlemenin amacı dişi köpeklerde görülen transmissible venereal tümör olgularında uygulanan güncel tanı ve tedavi yöntemlerini incelemektir. Transmissible venereal tümör dişi köpekler başta olmak üzere köpeklerin tüm yaş, ırk ve cinsiyet gruplarında; özellikle iç-dış genital bölge ve göz, burun, ağız gibi organları etkileyen çok bulaşıcı bir neoplazidir. Lokalizasyonuna göre çok farklı klinik bulgulara rastlanmaktadır. Genital sistemi tutan olgularda karnabahar benzeri neoplazik kitle, kanlı bir vulvar akıntı ve buna bağlı olarak anemi tablosu görülmektedir. Tüm bu klinik bulgular, eksizyonel biyopsi, ince iğne aspirasyon biyopsisi gibi yöntemlerle alınan doku örneklerinin histopatolojik veya sitolojik muayeneleri ile değerlendirilerek kesin teşhise gidilebilmektedir. Kesin teşhisi yapılan olgularda tümöral dokunun alındığı cerrahi; vinkristin, doksorubisin, siklofosfamid, metotreksat ve lomustin gibi ajanların uygulandığı kemoterapi; belirli doz aralığında radyasyon uygulanan radyoterapi ve *Bacillus Calmette-Guérin*, stafillokok protein A etkenlerinin kullanıldığı immünoterapi gibi birçok farklı tedavi seçeneği bulunmaktadır. Sonuç olarak doğru teşhisi koyulan her hastanın, bireysel olarak değerlendirilerek seçilen en uygun tedavi seçeneği ile iyileşmesi sağlanabilmektedir.

Keywords: Köpek, Tanı, Tedavi, Transmissible Venereal Tümör

MAKALE BİLGİSİ

Geliş:
23.07.2024
Kabul:
12.09.2024

Cite this article as: Saat, N. & Çetinkaya, Y. B. (2024). An overview diagnosis and treatment methods in cases of transmissible venereal tumor in female dogs. *Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences*, 14(2), 268-272. <https://doi.org/10.53518/mjavl.1520849>

INTRODUCTION and TRANSMISSIBLE VENEREAL TUMOR

Vaginal and vulvar tumors constitute approximately 2.5-3% of all tumors in dogs. Among these, Transmissible Venereal Tumor (TVT) is the most frequently observed type, accounting for 11-63% of cases in the vagina and vulva (Nak and Kaşıkçı, 2019). This percentage may vary due to the disease being spread by free-roaming stray dogs. Additionally, TVT is not limited to the vulva and vagina; it can also occur in areas such as the skin, nose, mouth, and eyes. It can be observed in dogs of all ages and is found in both males and females (Abedin, 2020; Abeka, 2019; Martins, Gobello, and Souza, 2005).

The aim of this review is to examine current approaches for accurately diagnosing common cases of TVT in female dogs and determining the most appropriate treatment options.

TVT is a highly transmissible neoplasm of reticuloendothelial origin that can affect both external and internal genital organs, especially in the genital area. It can also be referred to as *infectious sarcoma*, *venereal granuloma*, or *contagious lymphosarcoma*. Although it primarily affects young animals, it can be seen in all age groups. There is a higher incidence of TVT in females compared to male dogs, but male dogs are the main transporters of TVT transmission. No breed predisposition has been identified (Abeka, 2019). In the early stages of the disease, it was thought to be viral in origin. However, research has shown that the agent cannot be a virus. Transmission primarily occurs through the transfer of neoplastic cells during mating. Additionally, neoplasms can be found on body parts such as the nose, eyes, and oral mucosa during behaviors such as licking and sniffing. Any damage to the relevant mucosa makes transmission easier (Abedin, 2020; Murgia et al., 2006). Metastasis to surrounding tissues is rarely reported; however, metastases are commonly found in regional lymph nodes surrounding the neoplastic tissue. In the case of oral TVT, it is reported to spread to the lips and tonsils (Abedin, 2020).

DIAGNOSTIC APPROACHES

Although some physical examination findings such as history and hyperemia around the vulva, cauliflower-like neoplastic mass, serous discharge may suggest the presence of TVT, neoplastic structure cytology and/or histopathologically should be evaluated for a definite diagnosis. For these evaluations, vaginal smear test, fine needle aspiration biopsy or excisional biopsy may be preferred (Abeka, 2019).

Clinical Findings

Depending on the localization of neoplastic tissue, different clinical symptoms can be encountered. However, these symptoms may not always be sufficient for a differential diagnosis. For instance, symptoms such as sneezing, tooth loss, bad breath, exophthalmos can be observed, which may be confused with various other diseases (Abeka, 2019).

In severe cases of TVT involving the genital system, cauliflower-like neoplastic tissue is observed protruding from the vulvar lips. Additionally, there is intense hemorrhagic vulvar discharge, leading to anemia. This vulvar discharge can attract male dogs to bitches, and therefore, pet owners may interpret the discharge as spontaneous proestrus bleeding (Abedin, 2020; Abeka, 2019).

Histopathological Findings

After excisional biopsy samples are obtained from the neoplastic tissue under local anesthesia, they can be stained with hematoxylin-eosin and examined according to pathological principles. In examinations, high mitotic activity, polychromasia, and abundant cytoplasmic pleomorphic neoplastic cells are observed (Abeka, 2019; Mukaratirwa and Gruys, 2003; Park et al., 2006).

Cytological Findings

It is highly preferred due to being minimally invasive, cheap, simple, and less painful. Additionally, the detection methods required for histopathological examination cause significant distortion in cell morphology. In contrast, morphological distortion is much less in cytological examination. It particularly yields a very high rate of accurate positive results in cases of TVT affecting the external genital system (Abedin, 2020; Abeka, 2019).

In cases where the external genital organs are affected, samples should be obtained using a gynecological sample brush, while in cases affecting the internal genital organs, samples should be obtained using fine needle aspiration biopsy. These samples should then be stained using one of the Giemsa or Romanowsky staining methods for examination. Based on the predominant cell type of the tumor, the examinations can be categorized into three groups (Abeka, 2019; Nepomuceno de Oliveira et al., 2022).

The cells observed in the first group, which is the lymphoid-type tumor, generally have round morphologies. They contain round nuclei with scant cytoplasm and thick chromatin (Nepomuceno de Oliveira et al., 2022). The cells observed in plasmacytic-type tumors typically have ovoid morphologies. The nucleus size and cytoplasmic volume are smaller compared to the lymphoid type. These cells are considered malignant (Abeka, 2019).

In cases where both lymphoid-type and plasmacytic-type cells are observed together, it is termed as a mixed-type tumor (Nepomuceno de Oliveira et al., 2022).

TREATMENT APPROACHES

There are various treatment protocols available for TVT cases, including surgical, chemotherapy, immunotherapy, and radiotherapy, either individually or in combination. Each patient should be evaluated individually, considering factors such as the patient's overall condition, localization, and severity of the disease, and a treatment protocol should be selected accordingly.

Surgery

In cases where the tumor has not metastasized, surgical removal of the tissue is highly successful. If the tumor is small, easily accessible, and in clinical stage 1, surgical methods can be used. However, contamination of the surgical site with TVT cells can lead to recurrence in patients. Therefore, the combined use of surgical and chemotherapeutic methods is recommended (Abeka, 2019). In cases of larger tumors, surgical methods have been reported to result in recurrence rates of 50-68% (Ferreira et al., 2017; Martins et al., 2005). Electrocautery and cryosurgery are preferred surgical methods (Vicky Bahr Arias et al., 2016). However, due to recent success in chemotherapy applications in TVT cases, surgery is not recommended.

Chemotherapy

In modern times, many chemotherapy treatments are available that eliminate the risk of anesthesia associated with surgical operations. There are numerous protocols available for individual or combined use of drugs such as Vincristine, Cyclophosphamide, Doxorubicin, Methotrexate, Lomustine, and Vinblastine, with Vincristine being the most preferred (Table 1) (Abeka, 2019; Martins et al., 2005; Sewoyo and Made Kardena, 2022).

Vincristine is the most preferred and most reliable chemotherapeutic agent that can be used even in cases with metastase outside the genital organs. In cases lasting less than one year, there is a success rate of nearly 100% (Abeka, 2019).

Vincristine is an agent that inhibits the cell division during the metaphase stage. For this reason, it should be administered slowly and ensure that it does not infiltrate to subcutaneous tissue during the intravenous administrations (Küçükbeğir et al., 2021).

Doxorubicin is a chemotherapeutic agent commonly used in carcinoma-type tumors such as hemangiosarcoma, osteosarcoma and lymphoma. Some researchers have indicated successful result when used in patients developing resistance of Vincristine. However doxorubicin has cardiotoxicity, which can lead to a decrease in systolic functions and arrhythmias. Therefore, it should be used with great care, especially in patients with cardiovascular disorders (Çizmecı et al., 2012; Sewoyo and Made Kardena, 2022).

Lomustine is a chemotherapeutic agent that can cross the brain-blood barrier. It is used in dogs with the brain tumors under normal circumstances. In 2021, for the first time, Lomustine was tried in patients who had developed resistance to Vincristine sulfate and could not use Doxorubicin due to heart disease, which causes cardiotoxicity. In studies conducted, TVT was successfully treated without any side effects observed. When

the blood parameters of animals treated with Lomustine were examined, no abnormalities were found (Barboza et al., 2021).

Table 1. Chemotherapy protocols used in TVT treatment

| Agent | Dosage | Effect | Side Effect | Referances |
|------------------|--|--|---|---|
| Vincristine | 0.025 – 0.035mg/kg IV Once per week, 2-6 week | A serious positive effect have been reported in treatment. | Mild side effects have been reported. | Küçükbekir et al., 2021 |
| Cyclophosphamide | 5mg/kg PO | A mild positive effect have been reported in treatment. | Gastrointestinal toxicity have been reported. | Martins et al., 2005 |
| Doxorubicin | 1.5mg/kg IV | A serious positive effect have been reported in treatment. | Cardiotoxicity have been reported. | Çizmeçi et al., 2012; Sewoyo and Made Karden, 2022 |
| Methotrexate | 0.125mg/kg PO | It has been reported that it did not provide a positive response when used alone in treatment. | Serious side effect have not been reported. | Sewoyo and Made Karden, 2022 |
| Lomustine | 3mg/kg PO Once per week, 3 week | A serious positive effect have been reported in treatment. | Serious side effect have not been reported. | Barboza et al., 2021 |

IV: intravenous, PO: per os

Radiotherapy

Wong and K'Ang (1932) are researchers who first reported that TVT is highly sensitive to radiation. Radiation can completely eliminate all TVT cells. A dose between 1500 to 3000 rad is sufficient for effective treatment. It has been reported that if radiotherapy is administered in divided doses of 400-500 rad over a period of 1-2 weeks, it can be 100% successful without leaving any scars. However, due to the need for advanced technical equipment and specially trained personnel, it is not widely preferred today (Abeka, 2019; Sewoyo and Made Karden, 2022).

Immunotherapy

Currently, there are a limited number of experimental immunotherapy methods available for the treatment of TVT. Studies have reported partial positive responses to the intratumoral application of *Bacillus Calmette-Guérin* (BCG) for three weeks. Another agent used for this purpose is *Staphylococcal* protein A. However, serious recurrence rates have also been reported in immunotherapy protocols using both agents (Nak and Kaşıkçı, 2019; Ramos-Zayas et al., 2019; Uçar, 2016).

CONCLUSION

In conclusion, TVT is a highly transmissible malignant tumor that affects various parts of the body, particularly the external genital organs, but also internal genital organs, nose, eyes, and oral cavity. It can affect dogs of all genders and ages. Physical examination findings may include vulvar hyperemia, cauliflower-like neoplastic mass protruding from the vulvar lips, and bloody discharge. Diagnosis of the disease can be confirmed through biopsy sampling, followed by histopathological examination and cytological examination of samples stained with dyes like Giemsa or Romanowsky. Once TVT is definitively diagnosed, various treatment protocols such as surgery, chemotherapy, radiotherapy, and immunotherapy can be employed to achieve patient recovery.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declared no conflict of interest.

AUTHOR CONTRIBUTION

All authors contributed equally.

ETHICAL APPROVAL

During the writing process of the study titled "**An Overview Diagnosis and Treatment Methods in Cases of Transmissible Venereal Tumor in Female Dogs**", scientific rules, ethical and citation rules were followed; No falsification has been made on the collected data and this study has not been sent to any other academic media for evaluation. Ethics committee approval is not required.

REFERENCES

- Abedin, S. (2020). Canine transmissible venereal tumor: A review SN Abedin. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 8(2), 596–599.
- Abeka, Y. T. (2019). Review on Canine Transmissible Venereal Tumor (CTVT). *Cancer Therapy & Oncology International Journal*, 14(4). <https://doi.org/10.19080/ctoij.2019.14.555895>
- Barboza, A. D., Algibay, N. R., Caorsi, C. M., Villardino, N. B., Oribe, C. A., Brandl, S., and Gulla, A. B. (2021). Lomustine therapy for vincristine-resistant canine transmissible venereal tumor: a case report. *Brazilian Journal of Veterinary Medicine*, 43. <https://doi.org/10.29374/2527-2179.bjvm001320>
- Çizmeçi, S. Ü., Köse, A. M., Aydın, İ., Dinc, D. A., Maden, M. & Köse S.I. (2012). Clinical efficiency of Doxorubicin and Cisplatin in treatment of transmissible venereal tumor of bitches. *Revue Méd Vét*, 163(11), 516-521.
- Ferreira, M. A. Q. B., Teixeira, M. N., Carvalho, C. C. D., Paiva, B. H. A., Silva, V. C. L., Fukahori, F. L. P., & Lima, E. R. (2017). Aspectos clínicos, hematológicos, bioquímicos e citopatológicos do tumor venéreo transmissível em cães tratados com sulfato de vincristina. *Medicina Veterinária (UFRPE)*, 11(1), 8. <https://doi.org/10.26605/medvet-n1-1592>
- Küçükbeğir, Ç. N., Günay Uçmak, Z., and Tek, Ç. (2021). Canine transmissible venereal tumor: etiology, diagnosis and treatment. *Journal of Istanbul Veterinary Sciences*, 5(1), 57–65. <https://doi.org/10.30704/>
- Martins, M. I. M., Gobello, C., and Souza, F. F. (2005). The Canine Transmissible Venereal Tumor: Etiology, Pathology, Diagnosis and Treatment. *Recent Advances in Small Animal Reproduction*, 25–32.
- Mukaratirwa, S., and Gruys, E. (2003). Canine transmissible venereal tumour: Cytogenetic origin, immunophenotype, and immunobiology. A review. *Veterinary Quarterly*, 25(3), 101–111. <https://doi.org/10.1080/01652176.2003.9695151>
- Murgia, C., Pritchard, J. K., Kim, S. Y., Fassati, A., and Weiss, R. A. (2006). Clonal Origin and Evolution of a Transmissible Cancer. *Cell*, 126(3), 477–487. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2006.05.051>
- Nak, D., and Kaşıkçı, G. (2019). İnfertilite. In M. Kaymaz, M. Fındık, A. Rışvanlı, and A. Köker (Eds.), *Köpek ve Kedilerde Doğum ve Jinekoloji* (Vol. 2, pp. 173–210). Malatya: Medipres Matbaacılık Yayıncılık Ltd. Şti.
- Nepomuceno de Oliveira, M., de Jesus, C., de Oliveira Firmino, M., Pereira de Souza, A., dos Santos Carneiro, R., Flávio Medeiros Dantas, A., and Noronha de Toledo, G. (2022). Pathology in Practice. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 259(S2), 1–4. <https://doi.org/10.2460/javma.20.09.0535>
- Park, M.-S., Kim, Y., Kang, M.-S., Oh, S.-Y., Cho, D.-Y., Shin, N.-S., and Kim, D.-Y. (2006). Disseminated Transmissible Venereal Tumor in a Dog. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 18(1), 130–133. <https://doi.org/10.1177/104063870601800123>
- Ramos-Zayas, Y., Franco-Molina, M. A., Hernández-Granados, A. J., Zárate-Triviño, D. G., Coronado-Cerda, E. E., Mendoza-Gamboa, E., & Rodríguez-Padilla, C. (2019). Immunotherapy for the treatment of canine transmissible venereal tumor based in dendritic cells pulsed with tumoral exosomes. *Immunopharmacology and Immunotoxicology*, 41(1), 48–54. <https://doi.org/10.1080/08923973.2018.1533969>
- Sewoyo, P. S., and Made Kardena, I. (2022). *Canine Transmissible Venereal Tumor: Treatment Review and Updates* (Vol. 23).
- Uçar, M. (2016). Transmissible Venereal Tumor: A Review. *Kocatepe Veterinary Journal*, 9(3), 230–235. <https://doi.org/10.5578/kvj.26524>
- Vicky Bahr Arias, M., Garbelini Valentim, L., and Ishikawa, B. (2016). *Pub. 142 Spinal T.V.T. Treated with Surgical Excision and Chemotherapy in a Dog. 44(1), 142.*