



**Bursa Uludağ Üniversitesi
ZİRAAT FAKÜLTESİ**

**Bursa Uludag University
Faculty of Agriculture**

**BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ**

**Journal of Agricultural
Faculty of Bursa Uludag University**

**Cilt 37
Volume**

**Sayı 2
Number**

2023

Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi
Aşağıdaki veri tabanları tarafından taranmaktadır.

The Journal of Agricultural Faculty of Bursa Uludag University is abstracted/indexed
by the databases below.



CAB International



TR Dizin

ASOS
indeks

SÖBIAD

Google Scholar

ROAD DIRECTORY
OF OPEN ACCESS
SCHOLARLY
RESOURCES

Dergimiz Hakkında/ About Our Journal

Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi / Journal of Agricultural Faculty of Uludag University yayın hayatına 1982 yılında başlamıştır. Resmi Gazetenin 18.05.2018 tarih ve 30425 sayılı bülteninde yayımlanarak yürürlüğe giren Kanun uyarınca Üniversitemizin adının Bursa Uludağ Üniversitesi olarak değişmesi nedeniyle, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisinin yayımcı ve dergi ismine “Bursa” ibaresi eklenerek dergimizin ismi **Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi** olarak değişmiştir.

Journal of Agricultural Faculty of Uludag University started its publication in 1982. The name of our university has been changed as **Bursa Uludag University** due to the legislation published at the official gazette with the issue 30425 on 10.05.2018. Therefore the name of our journal was also changed as **Journal of Agricultural Faculty of Bursa Uludag University**.

Amaç/Aim

Tarım ve yaşam bilimleri ile ilgili alanlardaki araştırma ve derlemelerin Türkçe ve İngilizce dillerinde yayımlanarak bilginin ulusal ve uluslararası düzeyde paylaşımı amaçlanmaktadır.

It is aimed to publish the research and reviews in the fields of agriculture and life sciences in Turkish and English, and to share the knowledge at national and international level.

Kapsam/Scope

Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi eski adıyla Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi Haziran ve Aralık olmak üzere yılda iki sayı olarak basılan **hakemli, akademik, bilimsel, uluslararası bir dergidir**. Dergi; bahçe bitkileri, bitki koruma, biyoenerji, biyosistem mühendisliği, doğal kaynaklar, genetik, gıda mühendisliği, gıda bilimi ve teknolojisi, peyzaj, süs bitkileri ve doğa koruma, su ürünleri ve balıkçılık, süt teknolojisi, tarım ekonomisi, tarım makinaları, tarımsal biyoteknoloji, tarımsal yapılar ve sulama, tarla bitkileri, toprak bilimi ve bitki besleme, topraksız yetiştiricilik ve zootekni gibi tüm ziraat alanları ile ilgili özgün araştırma makalelerini ve sınırlı sayıda derlemeleri kabul etmektedir.

Sunulan makaleler özgün olmalı ve Türkçe ya da İngilizce yazılmalıdır. Sunulan makaleler başka hiçbir yerde yayımlanmamış olmalıdır. Ancak, bir kongre ya da sempozyumda sadece özeti yayımlanan makaleler dergiye sunulabilir. Dergide yayımlanan tüm yazıların sorumluluğu yazarlarına aittir. Yayımlanan yazılar, yayımcının izni olmadan çoğaltılamaz. Yazılardan alıntı yapılması durumunda mutlaka referans gösterilmelidir. Dergimize yaptığımız atıflarda “**Bursa Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Derg.**” kısaltması kullanılmalıdır.

Journal of Agricultural Faculty of Bursa Uludag University, formerly known as Journal of Agricultural Faculty of Uludag University, is a **refereed, academic, scientific, international journal** published twice a year, in June and December. Garden plants, plant protection, bioenergy, bio system engineering, genetics, natural resources, food science and technology, animal husbandry, landscaping, ornamental plants and nature conservation, aquaculture, agricultural economics, agricultural machinery, agricultural biotechnology, agricultural structures and irrigation, field crops, soil science and plant nutrition, soilless culture, are the general topics of the journal. Research articles are primarily included in the journal and a limited number of reviews are accepted. Articles submitted must be original and written in Turkish or English. The submitted articles should be unpublished elsewhere. The submitted articles should not be published anywhere else. However, abstract only articles previously published in a congress or symposium may be submitted as full text.

All articles published in the journal are the responsibility of their authors. Manuscripts may not be reproduced without the permission of the publisher. All rights to article published in this Journal are reserved by Agriculture Faculty of Bursa Uludağ University. Permission must be obtained for reproduction in whole or in part in any form. The title of the journal should be cited as “**Bursa Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Derg.**”

Dergi Tarihçesi / Journal History

Derginin Önceki Adı / Formerly Name	ISSN	eISSN	Yıl
Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi	1301-3165	2636-8595	1982-2018
Journal of Agricultural Faculty of Uludag University			



BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ
Journal of Agricultural Faculty of Bursa Uludag University

Görükle Kampüsü 16059 Bursa/Türkiye
e-ISSN 2651-4044

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/bursauludagziraat>
<http://www.uludag.edu.tr/ziraatdergi>

Cilt / Volume: 37

Sayı / Number: 2

Yıl/Year: 2023

Bursa Uludağ Üniversitesi
Ziraat Fakültesi Adına

Sahibi / Owner

Prof.Dr. İlhan TURGUT
Dekan/Dean

Baş Editör/Editor in Chief

Prof.Dr. Hakan ÇELİK

Baş Editör Yardımcısı / Deputy Editor in Chief

Doç.Dr. Asuman CANSEV

Alt Yayın Komisyonu

Prof. Dr. Hakan ÇELİK
Prof. Dr. Tolga TİPİ
Prof. Dr. Ekin SUCU
Prof. Dr. Sine ÖZMEN TOĞAY
Doç.Dr. Oya KAÇAR
Doç.Dr. Asuman CANSEV
Doç. Dr. Elvan ENDER ALTAY
Doç.Dr. Onur TAŞKIN
Dr. Öğr. Üyesi Kadir İLHAN

Sekreteryası/Secretary

Dr.Öğr.Üyesi Aslıhan YILMAZ

İletişim/Contact

Tel: 0224 294 14 07
Fax: 0224 294 14 02
e-posta: zfergisi@uludag.edu.tr
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/bursauludagziraat>
<http://www.uludag.edu.tr/ziraatdergi>

Kapak Sayfa Tasarım / Cover Page Design

Bursa Uludağ Üniversitesi Basımevi
Bursa – 2023



BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ
Journal of Agricultural Faculty of Bursa Uludağ University

Görükle Kampüsü 16059 Bursa/Türkiye

e-ISSN 2651-4044

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/bursauludagziraat>

<http://www.uludag.edu.tr/ziraatdergi>

Cilt / Volume: 37

Sayı /Number: 2

Yıl/Year: 2023

Editörler Kurulu / Editorial Board

Baş Editor

Prof. Dr. Hakan ÇELİK

hcelik@uludag.edu.tr

Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa, TÜRKİYE

Alan Editörü/Co Editor

Prof. Dr. Tolga TİPİ

Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa, TÜRKİYE

Alan Editörü/Co Editor

Prof. Dr. Murat Ali TURAN

Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa, TÜRKİYE

Alan Editörü/Co Editor

Doç. Dr. Oya KAÇAR

Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa, TÜRKİYE

Alan Editörü/Co Editor

Doç. Dr. Asuman CANSEV

Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa, TÜRKİYE

Alan Editörü/Co Editor

Prof. Dr. Sine ÖZMEN TOĞAY

Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa, TÜRKİYE

Alan Editörü/Co Editor

Doç. Dr. Gökhan ÖZSOY

Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa, TÜRKİYE

Alan Editörü/Co Editor

Prof. Dr. Ekin SUCU

Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa, TÜRKİYE

Alan Editörü/Co Editor, page layout editor

Doç. Dr. Elvan ENDER ALTAY

Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa, TÜRKİYE

Alan Editörü/Co Editor, page layout editor

Doç. Dr. Onur TAŞKIN

Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa, TÜRKİYE

Alan Editörü/Co Editor

Dr. Öğretim Üyesi Kadir İLHAN

Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa, TÜRKİYE



BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ
Journal of Agricultural Faculty of Bursa Uludag University

Görükle Kampüsü 16059 Bursa/Türkiye

e-ISSN 2651-4044

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/bursauludagziraat>

<http://www.uludag.edu.tr/ziraatdergi>

Cilt / Volume: 37

Sayı /Number: 2

Yıl/Year: 2023

Editörler Kurulu / Editorial Board

Diğer Üniversitelerden / From Other Universities

Prof. Dr. Ali KOÇ, Eskişehir Osmangazi Üniv. Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Eskişehir, Türkiye

Prof. Dr. Zehra Hajrulai-Musliu, "Ss. Cyril and Methodius" University, Faculty of Veterinary Medicine, Food Institute, Skopje, Macedonia

Prof. Dr. Gordana Popsimonova, University Ss Cyril and Methodius, Faculty of Agricultural Sciences and Food, Skopje, Republic of Macedonia

Doç. Dr. Daniela Smogrovicova, Slovak University of Technology in Bratislava, Institute of Biotechnology at the Faculty of Chemical and Food Technology, Slovakia.

Doç.Dr. Maurizio Canavari, Alma Mater Studiorum Università di Bologna Department of Agricultural and Food Sciences Bologna, Italy

Doç.Dr. Balaji Sethuramasamyraja, California State University, Department of Industrial Technology, Jordan College of Agricultural Sciences and Technology, Fresno, USA

Doç.Dr. Ganapathy, G.P., VIT University, Centre for disaster mitigation and management, Vellore Tamil Nadu, India

Doç.Dr. Hristofor Kirchev, Agricultural University Plovdiv, Faculty of Agronomy, Department of Crop Science, Plovdiv, Bulgaria

Doç.Dr. Ahmed A.K. Salama, Universitat Autònoma de Barcelona, Department of Animal and Food Sciences, Ruminant Research Group, Spain

Doç.Dr. Jasmina TAHMAZ, University of Sarajevo, Faculty of Agriculture and Food Science, Bosnia and Herzegovina

Dr. Angela Capece, Università degli Studi della Basilicata, School of Agricultural, Forestry and Environmental Science, Potenza, Italy

Dr. Gamze BAYRAM, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat, Türkiye



BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ
Journal of Agricultural Faculty of Bursa Uludag University

Görükle Kampüsü 16059 Bursa/Türkiye

e-ISSN 2651-4044

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/bursauludagziraat>

<http://www.uludag.edu.tr/ziraatdergi>

Cilt / Volume: 37

Sayı /Number: 2

Yıl/Year: 2023

Danışma Kurulu / Advisory Board

Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Öğretim Üyeleri Dergimizin Doğal Danışma Kurulu Üyeleridir.

The Faculty Members of Bursa Uludag University Agricultural Faculty are also the members of the Natural Advisory Board of our Journal.

Diğer Üniversitelerden/From Other Universities

Prof. Dr. Mehmet AYÇİÇEK, Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bingöl, TÜRKİYE

Prof. Dr. Erdoğan GÜNEŞ, Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ankara, TÜRKİYE

Prof. Dr. Süleyman TABAN, Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ankara, TÜRKİYE

Prof. Dr. Ece TURHAN, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Eskişehir, TÜRKİYE

Prof. Dr. Mevlüt TÜRK, Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Isparta, TÜRKİYE

Doç.Dr. Zeliha GÖKBAYRAK, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Çanakkale, TÜRKİYE

Doç.Dr. Ahmed A.K. SALAMA, Universitat Autònoma de Barcelona, Department of Animal and Food Sciences, Ruminant Research Group, SPAIN

Doç.Dr. Gölge SARIKAMIŞ, Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ankara, TÜRKİYE

Dr. Öğr. Üyesi Bahadır ALTUN, Kırşehir Ahi Evran Üniv. Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Kırşehir, TÜRKİYE

Dr. Öğr. Üyesi Sergül ERGİN, Eskişehir Osmangazi Üniv. Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Eskişehir, TÜRKİYE

Dr. Öğr. Üyesi Selçuk GÖÇMEZ, Aydın Adnan Menderes Üniv. Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Aydın, TÜRKİYE

Dr. Öğr. Üyesi Cüneyt TUNÇKAL, Yalova Üniv. Yalova MYO, Elektrik ve Enerji Bölümü, Yalova, TÜRKİYE

Dr. Barış ALBAYRAK, Yalova Atatürk Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü, Toprak ve Su Kaynakları Bölümü, Yalova, TÜRKİYE

Dr. Erdiç UYSAL, Yalova Atatürk Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü, Toprak ve Su Kaynakları Bölümü, Yalova, TÜRKİYE

Mustafa BIYIKLI, Yalova Atatürk Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü, Toprak ve Su Kaynakları Bölümü, Yalova, TÜRKİYE



BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ
Journal of Agricultural Faculty of Bursa Uludag University

Görükle Kampüsü 16059 Bursa/Türkiye

e-ISSN 2651-4044

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/bursauludagziraat>

<http://www.uludag.edu.tr/ziraatdergi>

Cilt / Volume: 37

Sayı / Number: 2

Yıl/Year: 2023

BU SAYININ BİLİMSEL HAKEM KURULU
(Scientific Advisory Board)
(Alfabetik Sıraya Göre/Alphabetical Order)

Adil Koray YILDIZ

Ahmet ÇAT

Ali ÖZPINAR

Ayşe Neslihan DÜNDAR

Aziz KARAKAYA

Buket ÖZDEMİR IŞIK

Çağrı KANDEMİR

Damla ÖZSAYIN

Emine AYDIN

Emine YILMAZ

Engin EROĞLU

Fisun KOÇ

Gürkan DEMİRKOL

Haydar ŞENGÜL

İbrahim CEMAL

Lütfiye YILMAZ ERSAN

M. Alp FURAN

M.Ömer AZABAĞAOĞLU

Mehmet Metin ÖZGÜVEN

Muazzez ACAR

Muhammed TAŞOVA

Nimet Sema GENÇER

Nurgül ARISOY

Onur GÜNGÖR

Sabire DUMAN

Sevil KARAASLAN

Şebnem ÖZGEN ÖZKAYA

Şerife Doğanay YENER

Şule ERKOVAN

Tuğba Kök Taş

Tülay ÖZCAN

Yozgat Bozok Üniversitesi

Siirt Üniversitesi

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Bursa Teknik Üniversitesi

Ankara Üniversitesi

Trabzon Üniversitesi

Ege Üniversitesi

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Düzce Üniversitesi

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi

Düzce Üniversitesi

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi

Çukurova Üniversitesi

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi

Bursa Uludağ Üniversitesi

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi

Ankara Üniversitesi

Ege Üniversitesi

Gaziosmanpaşa Üniversitesi

Bursa Uludağ Üniversitesi

Selçuk Üniversitesi

İskenderun Teknik Üniversitesi

Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi

Süleyman Demirel Üniversitesi

Bursa Uludağ Üniversitesi



İçindekiler / Contents

ARAŞTIRMA MAKALELERİ (Research Articles)

- Managerial Practices Related to The Survival of Calves in Dairy Cattle Breeding Farms in Hendek District-I**
Hendek İlçesi Süt Sığırcılığı İşletmelerinde Buzağlarda Yaşama Gücü İle İlgili Yönetsel Uygulamalar- I
Merve KARACA, Mehmet KOYUNCU305
- Managerial Practices Related to The Survival of Calves in Dairy Cattle Breeding Farms in Hendek District-II**
Hendek İlçesi Süt Sığırcılığı İşletmelerinde Buzağlarda Yaşama Gücü İle İlgili Yönetsel Uygulamalar- II
Merve KARACA, Mehmet KOYUNCU323
- Tüketicilerin Beyaz Et Tercihlerini Etkileyen Faktörler ve Gıda Harcamaları İçerisinde Beyaz Etin Payı: Bursa İli Örneği**
Factors Affecting Consumers' White Meat Preferences and it's Share in Food Expenditures:
Bursa Province
İsmail Bülent Gürbüz, Esra GEMEÇ, Özgecan KADAĞAN343
- Bursa İlinde Tüketicilerin Kırmızı Et Tüketim Tercihlerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma**
A Study on the Determination of Consumers' Red Meat Consumption Preferences in Bursa
İsmail Bülent GÜRBÜZ, Simge ER, Özgecan KADAĞAN.....365
- Machine Learning-Based Detection and Severity Assessment of Sunflower Powdery Mildew: A Precision Agriculture Approach**
Ayçiçeğinde Küllemenin Makine Öğrenimine Dayalı Tespiti ve Şiddetinin Değerlendirilmesi:
Hassas Tarım Yaklaşımı
Alperen Kaan BÜTÜNER, Yavuz Selim ŞAHİN, Atilla ERDİNÇ, Hilal ERDOĞAN.....387
- Investigation of Disease-Yield Relationship of Yellow Rust in Some Bread and Durum Wheat Varieties by Phenological Periods Using Hyperspectral Data**
Bazı ekmeklik ve Makarnalık Buğday Çeşitlerinde Sarı Pas Hastalığının Fenolojik Dönemlere göre Hastalık-Verim İlişkisinin Çok Bantlı (Hiperspektral) Veriler Kullanılarak Araştırılması
Metin AYDOĞDU, Kadir AKAN401
- Bazı Şeker Sorgum (*Sorghum bicolor* var. *saccharatum* (L.) Mohlenbr.) Çeşitlerinde Kuraklık Stresinin Çimlenme Özellikleri Üzerine Etkisi**
Effects Of Drought Stress On Germination Characters Of Some Sweet Sorghum (*Sorghum bicolor* var. *saccharatum* (L.) Mohlenbr.) Varieties
Sebiha EROL, Tarık KARABAĞ, Emine BUDAKLI ÇARPICI425

Algının Mekan Değerlendirmesi Üzerine Etkisi: Bursa Hanlar Bölgesi Örneği The Effect of Perception on Space Evaluation: The Case of Bursa Khans Area Elvan ENDER ALTAY, Sena ŞENGÜL	439
Yerleşmeler Tarihinde Peyzaj Bitkilerinin İlk Kullanımları First Use of Landscape Plants in The History of Settlements Osman ZEYBEK.....	459
DERLEMELER (Reviews)	
Soğuk Plazma Uygulamasının Gıda Bileşenleri Üzerine Etkileri Effects of Cold Plasma Application on Food Components Ömer Şerif AYDIN, Pınar MANARGA BİRLİK, Yasemin ŞAHAN.....	477
Kurutmada Termal ve Termal Olmayan Ön İşlem Uygulamaları Thermal and Non-thermal Pretreatment Applications in Drying Seda GÜNAYDIN, Necati ÇETİN, Cevdet SAĞLAM	499
Mikofag Coccinellidae (Coleoptera) Türleri ve Biyolojik Mücadeledeki Potansiyelleri Mycophagous Coccinellidae (Coleoptera) Species and Their Potential in Biological Control Furkan YALÇIN, Selma ÜLGENTÜRK.....	519
Katı Kültür Fermantasyonu: Hayvan Beslemede Güncel Biyoteknolojik Uygulamalar Solid State Fermentation: Current Biotechnological Applications in Animal Nutrition Roukaya GHORBEL, Nedim KOŞUM.....	537
Holistik Beslenme Yaklaşımı: Ruhsal, Zihinsel ve Fiziksel Beslenme Holistic Nutrition Approach: Spiritual, Mental and Physical Nutrition Buket AYDENİZ-GÜNEŞER, Azime Miray KAHRAMAN.....	551
İnsan Bağırsak Mikrobiyomu Covid-19 İçin Tedavi Stratejileriyle İlişkilendiren Mekanizmalar Mechanisms Linking The Human Gut Microbiome To Treatment Strategies For Covid-19 Nihat AKIN, Damla ÖZİŞİK	561



Managerial Practices Related to The Survival of Calves in Dairy Cattle Breeding Farms in Hendek District-I^A

Merve KARACA¹, Mehmet KOYUNCU^{2*}

Abstract: This research was conducted out to determine the knowledge, ideas and behaviors related to the managerial practices of calf's survival in dairy cattle farms in Hendek district of Sakarya province, and to analyze the status of the existing farms. In the research, were identified farms which are registered to Turkvet and e-breeding system database having ten or more dairy cattle in Hendek district. Random sampling method was used to determine the sample size. The identified farms are divided into five class which are 10-20 heads, 21-30 heads, 31-40 heads, 41-50 heads and over 50 heads of cattle. In this context, after obtaining general data about the farms, questions related to the main topics about the care and management of calves such as colostrum use, feeding practices, health protection and housing were evaluated. In feeding management, farms with a capacity of 40 heads and less prefer grazing and supplementary feeding, while farms with a capacity of 40 heads and above prefer to feed in barns ($P<0.05$). While 74% of all farms have an annual average milk yield of less than 5000 liters, 26% yield more than 5000 liters ($P<0.05$). 15.6% of the farms produce less than five calves, 33.8% 6-10 calves, 28% 11-20 calves, and 22.5% have 20 or more calves ($P<0.05$). In 70.5% of the farms, calf losses occur within the first 30 days, followed by a decrease in deaths in the following weeks. While the answer to the question of separating the calves from their mothers after birth comes to the forefront in small-scale farms, the approach to separate them immediately or within the first 12 hours becomes prominent as the farm capacity increases ($P<0.05$). It was determined that approximately 77% of the farms did not have such an approach to

^A Ethics committee approval was obtained with the decision letter of Bursa Uludağ University Research and Publication Ethics Committee dated 31.01.2022 and numbered 7 of the 2022-01 session. Research and Publication Ethics were followed in this study.

* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** ² Mehmet KOYUNCU, Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Bursa, Turkey. e-mail: koyuncu@uludag.edu.tr, [OrcID 0000-0003-0379-7492](https://orcid.org/0000-0003-0379-7492)

¹ Merve KARACA, Tarım ve Orman Bakanlığı, Esenler İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü, İstanbul, Turkey. e-mail: merve.karaca@tarimorman.gov.tr [OrcID 0000-0002-5492-209X](https://orcid.org/0000-0002-5492-209X)

determine the quality of the colostrum given to the calves, and it was determined that quality assessments were made as the farm capacity increased ($P<0.05$).

Keywords: Calf, survival, welfare, colostrum, herd size, herd management.

Hendek İlçesi Süt Sığırcılığı İşletmelerinde Buzağlarda Yaşama Gücü İle İlgili Yönetmel Uygulamalar- I

Öz: Bu araştırma Sakarya ili Hendek ilçesi süt sığırcılığı işletmelerindeki buzağlarda yaşama gücü ile ilişkili yönetmel uygulamalar konusunda bilgi, fikir ve davranışları belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Araştırmada Türkvat ve e-ıslah sistemi veri tabanına kayıtlı Hendek ilçesindeki 10 baş ve üzeri süt sığırı varlığına sahip işletmeler belirlenmiştir. Örnek büyüklüğünün belirlenmesinde tesadüfi örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Belirlenen işletmeler 10-20, 21-30, 31-40, 41-50 ve 50 baş üzeri sığırı varlığına sahip olan işletmeler olmak üzere 5 gruba ayrılmıştır. Bu kapsamda işletme ile ilgili genel veriler alındıktan sonra buzağların bakım ve yönetimine yönelik olarak kolostrum kullanımı, besleme uygulamaları, sağlık koruma ve barındırma gibi temel konu başlıklarına yönelik sorular değerlendirilmiştir. İşletmelerde hayvan varlığı arttıkça yerli ırkların yerini kültür ırkı ve melezlerinin aldığı görülmektedir. Sığırların beslenme yönetimi, 40 baş ve altı kapasiteye sahip olanların otlatma ve ek yemlemeyi şeklini tercih ederken, 40 baş üzeri kapasiteye sahip olanlar ahırda beslemeyi tercih etmektedir ($P<0.05$). Tüm işletmelerin %74'ünde yıllık ortalama 5000 litreden daha az süt verimi elde edilirken, %26'sı ise 5000 litreden fazla üretim yapmaktadır ($P<0.05$). İşletmelerin %15.6'sı yılda 5 adetten az, %33.8'i 6-10 adet, %28'i 11-20 adet ve %22.5'i de 20 baş ve üzeri buzağı elde etmektedir ($P<0.05$). İşletmelerin %70.5'inde buzağı kayıpları ilk 30 gün içerisinde gerçekleşmekte, ilerleyen haftalarda ölümler azalmaktadır. Buzağların doğumdan sonra analarından ayrılması sorusuna, küçük ölçekli işletmelerde yanında tutarım cevabı öne çıkarken, işletme kapasitesi arttıkça derhal veya ilk 12 saat içinde ayırımı yaklaşımı öne çıkmaktadır ($P<0.05$). Buzağlara verilen kolostrumun kalitesinin belirlenmesine yönelik olarak işletmelerin yaklaşık %77'inde böyle bir yaklaşımın olmadığı, işletme kapasitesi arttıkça kaliteye yönelik değerlendirmelerin yapıldığı belirlenmiştir ($P<0.05$).

Anahtar Kelimeler: Buzağı, yaşama gücü, refah, kolostrum, sürü büyüklüğü, sürü yönetimi.

Introduction

Sustainability in the activities of livestock farms is the continuation of continuity and efficiency in production. In beef cattle, those that have completed their economic life are removed from the herd in accordance with market conditions, but the situation is different in dairy cattle (Mumdan and Karabulut, 2008). In dairy cattle farms, it is

aimed to obtain one calf from one cow per year for profitability, 60% of the income is milk, and 40% is the number of calves obtained. However, the profitability and continuity of a dairy farm are essential for the number of calves obtained from a cow in that herd in a year and for the calves to be raised appropriately and at a low cost and included in production. Although calf losses vary between 2-12% in farms, 4% is considered normal. Calf losses are among the critical problems of cattle breeding in the world, and in the prevalence studies, this value is 25% in Italy (De Amicis, 2017) and 2.47-7.42% in England (Gates, 2013), and 6.4% in the USA (Anonymous, 2007). Although it differs according to regions and farms in Turkey, there is an average of 10-15% calf losses (Aydınoglu and Köse, 2018).

Animals that are removed from the herd for various reasons, voluntarily or involuntarily, should be replaced by healthy young animals with high yield potential. The health of these animals can only be possible with good calf care management. Care management practices followed during the calf's development period are an essential indicator of its future reproductive performance. With the genotypic improvement in animals, advances in feeding management, and increased lactation efficiency, calf feeding and management have begun to be given importance. The calf is the main strength of dairy cattle farms; its proper nutrition and management will directly affect the herd's future performance and the farms profitability. The creation of conditions that enable calves to become high-yielding substitute cattle from birth affects their chances of being able to replace barren, old, and low-yielding cattle in the future. It is inevitable that the calves, faced with care and feeding errors in the months following the birth, will experience problems in their milk and reproductive performance or fattening performance in the future. Different welfare assessment systems are proposed to reduce mortality and improve rearing conditions in calves. European Food Safety has developed a risk analysis approach for animal welfare and has set a criterion for the welfare of calves, especially in intensive farming systems (Efsa, 2006). Critical hazards to the welfare of the calves and the possibility of exposure of the animals to them are evaluated. The survival of the calves in the first days after birth depends on the proper intake of quality colostrum (Godden 2008).

In Turkey, an average of 4.5 million calves are born annually, and 15% of the calves die. It is known that the deaths of the calves are not a destiny, and they generally occur due to inadequate care conditions, ignorance, and negligence. When necessary steps are taken in this direction, deaths will be minimized, and the country's resources will be prevented from being wasted (Yıldırım, 2017). For the income of the farms and the efficiency of the herd, a welfare environment suitable for all care-feeding criteria should be provided to increase the viability of the calves after birth.

The factors that cause calf death in the farms should be determined, and this situation should be eliminated with managerial measures. This study aimed to reveal the conditions of colostrum (colostrum), nutrition, health protection, housing, and general herd management in calves in farms grouped according to their animal capacities.

Material and Method

The material of this study consisted of farms that carried out dairy cattle production registered in the database of Türkvet and the e-Islah system in 2018 in the Hendek district of Sakarya. The data obtained from the voluntary face-to-face survey conducted with the owners of the farms with ten or more animals and within the scope of administrative practices to increase calf losses and survival were evaluated. Ethics committee approval was obtained with the decision letter of Bursa Uludağ University Research and Publication Ethics Committee dated 31.01.2022 and numbered 7 of the 2022-01 session.

A stratified sampling method was used to determine the sample size of the study. In the stratified sampling method, for each trait taken from a population, it is determined that the subgroups of the population are stratified in proportion to their size (Kavuncu, 2019). The number of villages and farms determined by this method was chosen randomly. The selected farms are divided into five groups according to their size. In the stratification process, attention was paid to the fact that each farms belongs to the group (stratum) to which it belongs.

The research determined farms with ten or more dairy cattle registered in the Turkvet and e-Islah system database in the Hendek district of Sakarya province. It has been determined that there are 593 dairy cattle farms in the determined number of villages and farms selected randomly. A 10% margin of error and 95% confidence limits were considered in determining the sample volume. The farms that make up the population are divided into five groups (10-20 heads, 21-30 heads, 31-40 heads, 41-50 heads, and 50+ heads), considering the distribution of the number of dairy cattle. The study did not include farms with a cattle presence of 10 heads or less. Following formula were used to determine the sample size;

$$n = N \cdot s^2 / (N-1) \cdot D^2 + s^2 \quad (1)$$

n: Sample size

N: the number of farms that make up the population

s: variance shown by farms

D^2 : d^2/z^2

d: the margin of error of the difference between the sample mean and the population mean

z: z value in the standard normal distribution table according to the accepted error rate

Table 1. Sample size of the population in Hendek district

N	t	t ²	S ²	d	d ²	n
593	1.96	3.84	864.45	2	4	159

The sample size to be selected from 593 farms in the Hendek district was calculated as 159. First, the strata ratios were found, then the strata's sample sizes (n) were calculated by multiplying each stratum by these ratios

(Table 2). However, due to the small number of existing large-capacity farms, the number of farms in the 10-20 layer has been reduced, and the number of other layers has been increased as much as possible.

Table 2. Number of farms visited by farm size

	Groups	The calculated number of farms	Number of farms visited
Farm capacity (head)	10- 20	115	69
	21-30	28	36
	31-40	8	25
	41-50	5	14
	>50	5	16
	Total	159	160

The main points determined for the survey; General data about the farms are listed as colostrum, feeding, health, and housing. The forms obtained at the end of the survey application were processed into the Google forms program and transferred to Microsoft Excel. Numeric (frequency) and proportional values were calculated for the answers given to each question in the questionnaire form, and tables were prepared. The differences of the responses in terms of farm sizes were tested with the Chi-Square Analysis (Minitab 2014).

Results and Discussion

In the research, the villages where the randomly determined farms are located are classified under three sub-headings: mountain, lowland, and center. According to Table 3, it is seen that a significant part of the holdings operates in the lowland villages, while those with 10-20 cattle, which can be considered as small-scale, are located in the mountain villages. There are farms with a larger capacity of ≥ 50 cattle in the towns close to the center.

Table 3. Distribution of farms by location of villages

	Criteria	Mountain		Lowland		Center	
		N	%	N	%	N	%
Farm capacity (head)	10-20	23	33.3	46	66.7	0	0.0
	21-30	6	16.7	29	80.6	1	2.8
	31-40	4	16.0	19	76.0	2	8.0
	41-50	3	21.4	10	71.4	1	7.1
	>50	2	12.5	12	75.0	2	12.5
	Total	38	23.8	116	72.5	6	3.7

When the cattle breeds raised to the size of the farm are evaluated, it is seen that the foreign breeds and crosses replace the native breeds as the capacity increases (Table 4). Holstein, Simmental purebreds, and crossbreds stand out as foreign breeds.

Table 4. Genotypic distribution of cattle in farms

Criteria	Native		Foreign		Foreign and native		Foreign and crossbred		
	N	%	N	%	N	%	N	%	
Farm capacity (head)	10-20	6	8.7	41	59.4	7	10.1	15	21.7
	21-30	2	5.6	24	66.7	4	11.1	6	16.7
	31-40	2	8.0	16	64.0	3	12.0	4	16.0
	41-50	0	0.0	10	71.4	2	14.3	2	14.3
	>50	0	0.0	13	81.3	1	6.3	2	12.5
Total	10	6.3	104	65.0	17	10.6	29	18.1	

The shelter systems in the farms were evaluated in three groups tied-stall, free-stall, and pasture-raising. It was determined that 51% of them used the free-stall barn type (Table 5). A comparison of farm size and barn structure was found significant ($P < 0.05$).

Table 5. Types of shelters used in farms

Criteria	Tied-stall		Free-stall		Pasture		
	N	%	N	%	N	%	
Farm capacity (head)	10-20 ^b	26	37.9	38	55.1	5	7.3
	21-30 ^b	9	25.0	24	66.7	3	8.3
	31-40 ^b	14	56.0	11	44.0	0	0.0
	41-50 ^b	9	64.3	5	35.7	0	0.0
	>50 ^a	12	75.0	4	25.0	0	0.0
Total	70	43.8	82	51.2	8	5.0	

$\chi^2 < 0.05$

The nutritional management of the cattle in the farms, grazing and supplementary feeding in those with a capacity of 40 heads and below, and the farms have 40 cattle prefer to feed in the barn. It should not be forgotten that the geographical conditions of the farms are effective in this (Table 6). As the holding capacity grows, the genotypic composition of the existing cattle and conventional feeding based on increased feed intake come to the fore, increasing milk yield. The difference between herd diet and farm sizes is significant ($P < 0.05$). A similar study was conducted in Austria, and it is stated that in the existing farms participating in the study, feeding patterns are in the barn (76.1%) and grazing (23.9%) (Klein-Jobstl et al. 2015).

Table 6. Nutritional management of animals

Criteria	Barn		Grazing		Grazing + supplementary feeding		
	N	%	N	%	N	%	
Farm capacity (head)	10-20 ^c	5	7.2	13	18.8	51	73.9
	21-30 ^c	0	0.0	6	16.7	30	83.3
	31-40 ^c	3	12.0	1	4.0	21	84.0
	41-50 ^a	11	78.6	0	0.0	3	21.4
	>50 ^b	11	68.8	0	0.0	5	31.3
Total	30	18.8	20	12.5	110	68.7	

$\chi^2 < 0.05$

Lactation milk yield is directly related to the genetic structure and nutritional management of the herd. Operating capacity is one of the main determining factors. The average daily milk yield is less than 10 liters (Table 7) in farms that have 30 heads or less of cattle. The difference between the average milk yield of the lactating cattle and the farm size was significant ($P<0.05$).

Table 7. Average daily milk yield of lactating cattle (liter)

Criteria	<10		11-15		>16	
	N	%	N	%	N	%
Farm capacity (head)						
10-20 ^e	49	71.0	12	17.4	8	11.6
21-30 ^d	18	50.0	14	38.4	4	11.1
31-40 ^c	6	24.0	9	36.0	10	40.0
41-50 ^b	0	0.0	4	28.6	10	71.4
>50 ^a	0	0.0	3	18.8	13	81.3
Total	73	45.6	42	26.3	45	28.1

$\chi^2 < 0.05$

According to Table 8, the number of cattle in lactation is more than 15 heads in all farms over 40 heads. All cattle in lactation from the 10-20 head farms belong to the <15 head group. The statistical difference between the number of lactation cattle and the size of the holdings is significant ($P<0.05$).

Table 8. Number of cattle in lactation (head)

Criteria	< 15		16-30		> 31	
	N	%	N	%	N	%
Farm capacity (head)						
10-20 ^b	69	100.0	0	0.0	0	0.0
21-30 ^c	26	72.2	10	27.8	0	0.0
31-40 ^d	4	16.0	20	80.0	1	4.0
41-50 ^e	0	0.0	9	64.3	5	35.7
> 50 ^a	0	0.0	5	31.3	11	68.7
Total	99	61.9	44	27.5	17	10.6

$\chi^2 < 0.05$

An average of 74% of all evaluated farms produce less than 5000 liters of milk, and 26% have more than 5000 liters of milk annually (Table 9). The effect of the size of the farm on the annual average milk yield of the cattle in the farm is significant ($P<0.05$).

Table 9. Annual average milk yield of farms (liter)

Criteria	< 5000		>5000	
	N	%	N	%
Farm capacity (head)				
10-20 ^d	66	95.7	3	4.3
21-30 ^d	35	97.2	1	2.8
31-40 ^c	14	56.0	11	44.0
41-50 ^b	3	21.4	11	78.6
> 50 ^a	1	6.3	15	93.8
Total	119	74.4	41	25.6

$\chi^2 < 0.05$

Commercial success in cattle breeding is to have at least one calf per year for every cattle. According to the research results, 15.6% of the farms have less than five calves per year, 33.8% have 6-10 calves, 28% have 11-20 calves, and 22.5% have 20 or more calves per year. (Table 10). The number of calves obtained in a year in the farms is important according to the size of the farm ($P < 0.05$).

Table 10. Number of calves obtained annually by farm size (head)

Farm capacity (head)	Criteria	≤ 5		6-10		11-20		≥ 21	
		N	%	N	%	N	%	N	%
	10-20 ^a	22	31.9	43	62.3	4	5.8	0	0.0
	21-30 ^b	1	2.8	11	30.6	22	61.1	2	5.6
	31-40 ^c	1	4.0	0	0.0	16	64.0	8	32.0
	41-50 ^d	0	0.0	0	0.0	2	14.3	12	85.7
	> 50 ^d	1	6.3	0	0.0	1	6.3	14	87.5
	Total	25	15.6	54	33.8	45	28.1	36	22.5

$\chi^2 < 0.05$

Generally, the critical period for calves is the first two weeks with a high prevalence of septicemia and enteritis (Radostits, 1997), but in this study, it was evaluated as the first 30 days, and this period was found to have the highest mortality rates (Table 11). Because calf losses are linked to management practices, when calves are partially protected by colostrum with or without the mother, the risk of death continues when they face malnutrition and unsuitable housing conditions. The difference between the number of calves lost yearly, and the farm size is insignificant. In a study conducted in France, it was reported that the mortality rate in the first 24 hours after birth was 1.5% and 6.5% (Bendali et al., 1999), and the rate of calves that died within the first 30 days was 2.17% (Fourichon et al., 1996). In Switzerland, it is stated that the calf mortality rate from birth to weaning is 3.1% (Busato, 1997). As can be seen, when compared to the values found in the farms in the study area, it turns out that the calf losses are at severe levels in Turkey.

Table 11. Number of calves lost (head)

Farm capacity (head)	Criteria	first 30 days		31-60 days		61-180 days	
		N	%	N	%	N	%
	10-20	25	73.5	2	5.9	7	20.6
	21-30	14	60.9	4	17.4	5	21.7
	31-40	21	75.0	7	25.0	0	0.0
	41-50	17	68.0	5	20.0	3	12.0
	> 50	28	71.8	5	12.8	6	15.4
	Total	115	71.9	24	15.0	21	13.1

Birth conditions are of great importance for the health of the newborn calf. Birthing pens should be planned to minimize the stress of birth, ensure the comfort of cattle and newborn calves, and ensure the environment's

hygiene. It has been stated that calving in group divisions is riskier than in individual compartments (Vasseur et al., 2010). According to Table 12, there are many yes answers for the practice of separating the cattle whose birth is approaching in a different pen from the others. Regarding farm size, it is important to distinguish cattle whose birth is approaching from others ($P < 0.05$). It was stated that 5% of the newborn calves died, 55% of the calves that died were in a group pen, and 10% were calves born in a calving pen (Bascom, 2002).

Table 12. Separation of cattle whose birth is approaching from others

	Answers		Yes		No	
		N	%	N	%	
Farm capacity (head)	10-20 ^a	32	46.4	37	53.6	
	21-30 ^c	23	63.9	13	36.1	
	31-40 ^c	18	72.0	7	28.0	
	41-50 ^b	14	100.0	0	0.0	
	> 50 ^c	15	93.7	1	6.3	
Total	102	63.8	58	36.2		

$\chi^2 < 0.05$

Immediate separation of the calf from its mother is recommended to reduce the risk of exposure to environmental pathogens (Windsor and Whittington, 2009). It is also essential to facilitate the calf's initial care and colostrum management. Separation of the calf from its mother after birth was found to be significant according to the size of the farms (Table 13) ($P < 0.05$). In a study conducted in Bangladesh, responses were received from farms that were evaluated as follows: I immediately separate the calf after birth (11%), separate it within 24 hours (22%), and keep it for longer than 24 hours or next to it (66%) (Chowdhury et al., 2017), and the results showed similar values with the research group with a capacity of 10-20 heads. In Canada, 73.2% of the holdings reported that the calves were separated from their mothers immediately, and 32.5% within 12 hours. It is stated that 55.9% of existing farms in the USA immediately separate calves from their mothers (Vasseur et al., 2010). Diler et al. (2017) reported that 61% of the farms in Narman district stay with their mothers for more than one week, 26% for three days, and 13% for more than one week.

Table 13. Separation time of calves after birth

	Answers	immediately		< 12 hour		12-24 hour		24-48 hour		48 hour-1 week		I don't separate	
		N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Farm capacity (head)	10-20 ^a	6	8.7	9	13.0	5	7.2	4	5.8	6	8.7	39	56.5
	21-30 ^b	12	33.3	8	22.2	5	13.8	3	8.3	2	5.5	6	16.6
	31-40 ^b	6	24.0	11	44.0	2	8.0	1	4.0	3	12.0	2	8.0
	41-50 ^b	9	64.2	5	35.7	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
	> 50 ^b	11	68.7	4	25.0	1	6.2	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Total	44	27.5	37	23.1	13	8.1	8	5.0	11	6.9	47	29.4	

$\chi^2 < 0.05$

Being with the cattle at birth allows some applications that should be done in a specific period for the newborn calf after birth. Removing the calf membranes from the calves after birth, disinfection of the umbilical cord, and colostrum intake are some essential practices. Paying attention to these sensitive elements will prevent the calves from being exposed to pathogens and ensure a healthy start to life. The farms visited in the study were asked in what order these three essential postpartum procedures were applied. As a result of the responses received, (1) removal of the pup membranes-umbilical cord disinfection- access to colostrum, (2) umbilical cord disinfection-removal of the puppies' membranes- access to colostrum, (3) access to colostrum-puppy membranes removal-umbilical cord disinfection and (4) non-application four different responses were received. It has been determined that the practices in which critical importance is given to calf health and reducing the risk of death in the farms are tried to be done carefully (Table 14). The difference between the postnatal procedures in the size of the farms was found to be significant ($P<0.05$).

Table 14. Procedures applied to calves after birth

	Answers	1		2		3		4	
		N	%	N	%	N	%	N	%
Farm capacity (head)	10-20 ^a	24	34.8	15	21.7	4	5.8	26	37.7
	21-30 ^b	15	41.7	14	38.9	2	5.6	5	13.9
	31-40 ^b	15	60.0	6	24.0	2	8.0	2	8.0
	41-50 ^b	4	28.6	7	50.0	3	21.4	0	0.0
	> 50 ^b	6	37.5	8	50.0	2	12.5	0	0.0
	Total	64	40.0	50	31.3	13	8.1	33	20.6

$\chi^2 < 0.05$

It is known that umbilical cord disinfection provides protection against infections in calves and reduces the risk of perinatal death. According to Table 15, although it was seen that more than 50% of all farms received a yes response to the question about umbilical cord care for newborn calves in the study, it is noteworthy that 40% no response was received in farms with a capacity of 10-20 heads. In all farms, disinfection with spray is the most used method of disinfection of the umbilical cord. The difference in umbilical cord care was found to be significant ($P<0.05$).

Table 15. Umbilical cord care in calves

	Answers	Yes, dip		Yes, spray		No	
		N	%	N	%	N	%
Farm capacity (head)	10-20 ^a	4	5.8	37	53.6	28	40.6
	21-30 ^b	5	13.9	26	72.2	5	13.9
	31-40 ^b	7	28.0	16	64.0	2	8.0
	41-50 ^b	2	14.3	12	85.7	0	0.0
	> 50 ^b	3	18.7	13	81.3	0	0.0
	Total	21	13.1	104	65.0	35	21.9

$\chi^2 < 0.05$

In a study conducted in Austria, the farms that participated in the survey were those who did umbilical cord disinfection (69.5%) and those who did not (26.9%). In the farms performing umbilical cord disinfection, 28.4% used the dipping or spray method, and 71.6% used other methods. In another study, according to the size of the farms, those who did not do anything in the farms of ≤ 20 heads and those who used the dipping and spray method were 23.8%, 28.5%, and 61.5%, respectively; In farms over 20 heads, they are listed as 29.9%, 28.6% and 52.6% in the same order (Klein-Jobstl et al. 2015).

Colostrum management is vital for calf survival and immunity. According to Godden (2008), providing a sufficient amount of high-quality colostrum intake reaches its highest level in the first 4 hours after birth regarding the efficiency of colostrum immunoglobulin transfer and its easy passage through the intestinal epithelium, and this efficiency starts to decrease after 6 hours. In the study, according to the answers received from the farms regarding the time when the calf took the first colostrum at daytime birth, the responses of colostrum intake within the first 4 hours or keeping it with the mother came to the fore (Table 16). As a result of the survey conducted in Canada found that 94.8% of calves received colostrum in the first 6 hours; In the USA, this value was reported to be 51% (Vasseur et al. 2010). After birth, the calf may not be able to absorb colostrum in a timely and sufficient amount by sucking its mother, and passive immunity transfer may fail. At this point, it would be a correct and reliable practice for the breeder to give colostrum to the calf as soon as possible.

Table 16. Reaching colostrum of calves at daytime births

	Answers	first 4 hour		4-8 hour		next to the mother	
		N	%	N	%	N	%
Farm capacity (head)	10-20 ^a	19	27.5	8	11.6	42	60.9
	21-30 ^c	21	58.3	5	13.9	10	27.8
	31-40 ^c	11	44.0	5	20.0	9	36.0
	41-50 ^c	13	92.9	0	0.0	1	7.1
	> 50 ^b	15	93.7	0	0.0	1	6.3
	Total	79	49.4	18	11.3	63	39.4

$\chi^2 < 0.05$

In line with the responses regarding the time for the calf to take the first colostrum at night birth, it is seen that the answers to "keep it with the mother in the first 4 hours" come to the fore (Table 17). Even though colostrum management is given importance as the operating capacity increases, it is seen that night births can cause disruptions in terms of traceability. In a survey study in dairy cattle farms in Brazil, the first colostrum intake time at night birth was in the first 4 hours (12%), the following morning (53%), and next to the mother (35%), and it was shown that the management practices of the farms with a capacity of 10-20 heads were similar (Santos and Bittar, 2015). According to the size of the farm, the first colostrum intake is important in a day and night delivery ($P < 0.05$).

Table 17. Reaching colostrum of calves at night births

	Answers	first 4 hour		4-8 hour		next to the mother	
		N	%	N	%	N	%
Farm capacity (head)	10-20 ^c	13	18.8	14	20.3	42	60.9
	21-30 ^c	10	27.8	9	25.0	17	47.2
	31-40 ^c	4	16.0	7	28.0	14	56.0
	41-50 ^b	9	64.3	1	7.1	4	28.6
	> 50 ^a	12	75.0	1	6.3	3	18.7
	Toplam	48	30.0	32	20.0	80	50.0

$\chi^2 < 0.05$

Storing quality colostrum and using it later is important for calf health and welfare. Responses to the question of short and long-term (freezing) storage of excess colostrum after delivery differ between farm sizes (Table 18), ($P < 0.05$). Stanek et al. (2014), in the survey they conducted in the Czech Republic, the use of colostrum storage application was 73.5%; Klein-Jobstl et al. (2015), in their study in Austria, this value was 72.7%. Santos and Bittar (2015) reported that the colostrum storage application of breeders in Brazil was 74%, and 93% preferred freezing. Doğan (2009) states that there is no statistical difference in performance between the group fed with whole milk and those provided with frozen colostrum in calves. Providing the right amount of quality colostrum immediately after birth provides a good start for all calves (Koyuncu and Karaca, 2018). With a different approach, it is stated that although colostrum delays the development of active immunity for calves, it is of great importance in terms of protection from diseases in the neonatal period (Blecha 1988; Blood and Radostits, 1989).

Table 18. Short or long-term storage of colostrum

	Answers	Yes, refrigerator		Yes, freezing		No	
		N	%	N	%	N	%
Farm capacity (head)	10-20 ^a	4	5.8	1	1.4	64	92.8
	21-30 ^b	7	19.4	3	8.3	26	72.2
	31-40 ^c	7	28.0	5	20.0	13	52.0
	41-50 ^c	4	28.6	7	50.0	3	21.4
	> 50 ^c	4	25.0	8	50.0	4	25.0
	Total	26	16.3	24	15.0	110	68.7

$\chi^2 < 0.05$

In the answers to the question of what methods are used in colostrum thawing by those who answered yes to the question of storing excess colostrum during my delivery period; according to the size of the farms, it is seen that thawing at room temperature above 60% stands out in the farms with a capacity of 41-50 and 50 heads (Table 19), ($P < 0.05$). Contrary to the study's results, Santos and Bittar (2015) received 95% water bath and 5% room temperature answers to the question of what thawing methods are used among those who store colostrum.

Table 19. Colostrum thawing methods

Criteria	Room temperature		Hot water bath		I don't use	
	N	%	N	%	N	%
Farm capacity (head)						
10-20 ^e	5	7.3	0	0.0	64	92.8
21-30 ^d	7	19.4	3	8.3	26	72.2
31-40 ^c	9	36.0	3	12.0	13	52.0
41-50 ^a	11	78.6	0	0.0	3	21.4
> 50 ^b	11	68.8	1	6.3	4	25.0
Total	43	26.8	7	4.4	110	68.8

$\chi^2 < 0.05$

In addition to when and how much colostrum is given, the quality must be good. Passive immune transfer provided by passing antibodies in the mother's blood from colostrum to the offspring is associated with a high amount of immunoglobulins. 76.9% of the existing farms answered no to whether there is a quality control application in colostrum in the farms (Table 20). Quality control application in colostrum is important regarding farm size ($P < 0.05$). It was stated that in Austria, colostrum quality control was applied in 78.7% of the existing farms, and this value was 20 heads or less (80.3%) and 20 heads (77.7%) according to the size of the farms (Klein-Jobstl et al. 2015). The method preferred by the farms controlling the colostrum quality is the visual evaluation method, with 86.1%, and the results seem to be similar to the research results. In the study conducted in the Czech Republic, it is stated that the colostrum quality control process is applied at a rate of 44.1% in the farms (Stanek et al., 2014), the result obtained from the farms on this subject in Brazil is around 89%, and among the farms that use colostrum quality control, it is 67% (Santos and Bittar, 2015).

Table 20. Assessment quality control in colostrum

Answers	Yes, visual		No	
	N	%	N	%
Farm capacity (head)				
10-20 ^d	4	5.8	65	94.2
21-30 ^d	4	11.1	32	88.9
31-40 ^c	9	36.0	16	64.0
41-50 ^a	11	78.6	3	21.4
> 50 ^b	9	56.3	7	43.8
Total	37	23.1	123	76.9

$\chi^2 < 0.05$

Colostrum feeding method has a significant effect on calf welfare. Hanninen et al. (2007) state that taking colostrum from buckets provides more comfortable sleep and rest for the calves. This study used colostrum feeding methods, leaving the calf next to the mother, and bottle feeding as criteria (Table 21). The difference between colostrum feeding methods and farm sizes was found to be significant ($P < 0.05$). In a survey conducted in Brazil, 54.6% of the mother's side and 45.4% bottle or bucket feeding preferred as the colostrum feeding method (Hotzel et al., 2014). In another study, bottle feeding was found to be 46%, mother feeding 42%, and bucket feeding 9% (Santos and Bittar 2015). In a survey conducted on Canadian farms, colostrum feeding with a bottle is 51.3%, and bucket feeding is 36.5% (Vasseur et al., 2010). In the Czech Republic, bottle feeding as a

colostrum feeding method is 67.8%, and bucket feeding is 25.4% (Stanek et al., 2014). At this point, it should not be forgotten that it is possible to evaluate welfare depending on the production methods used. This assessment is based on finding environmental factors that are important to animals (Koyuncu and Altıncekiç, 2007). Because the rate of passage of immune substances in colostrum from intestinal epithelial tissue decreases rapidly within hours after birth, the newborn should receive adequate immune substances as soon as possible (Taşkın et al., 2018).

Table 21. Application of colostrum feeding method

	Criteria	Mother's side		Bottle	
		N	%	N	%
Farm capacity (head)	10-20 ^a	48	69.6	21	30.4
	21-30 ^c	12	33.3	24	66.7
	31-40 ^c	10	40.0	15	60.0
	41-50 ^c	2	14.3	12	85.7
	> 50 ^b	0	0.0	16	100.0
	Total	72	45.0	88	55.0

$\chi^2 < 0.05$

In some cases, the newborn calf cannot consume enough colostrum from its mother or by any of the bottle/bucket methods. In cases where such calves struggle, giving the recommended amount of first colostrum via a feeding tube may be a suitable alternative (Vasseur et al., 2010). While 71.3% of the existing farms gave the first colostrum by feeding tube, 28.7% stated that they used this method when necessary ($P < 0.05$). Similar to the research results, Klein-Jobstl et al. (2015), in their study in Austria, stated that those who did not give the first colostrum with a feeding tube (63.1%) and those who did if necessary (34%). Santos and Bittar (2015) stated that 3% of the existing farms were given a feeding tube of colostrum.

Table 22. Delivery of the first colostrum by feeding tube

	Criteria	Yes if needed		No	
		N	%	N	%
Farm capacity (head)	10-20 ^b	14	20.3	55	79.7
	21-30 ^b	7	19.4	29	80.6
	31-40 ^b	7	28.0	18	72.0
	41-50 ^b	7	50.0	7	50.0
	> 50 ^a	11	68.8	5	31.3
	Total	46	28.7	114	71.3

$\chi^2 < 0.05$

How much is given is as important as when the first colostrum is given. It is stated that in Holstein's calves, giving at least 4 liters of first colostrum ensures adequate absorption of immunoglobulins (100 mg) and reduces the risk of death (Weaver et al., 2000). The research shows that the amount of colostrum given to the newborn calf in the first feeding is 3 liters (60%) in farms with a capacity of over 40 heads (Table 23). The difference

between the size of the farm and the amount of the first colostrum given to the calf is significant ($P < 0.05$). Similar results were obtained in this study as a result of a survey conducted on dairy farms in Austria (Klein-Jobstl et al. 2015). The rate of farms stating that the amount of colostrum given in the first feeding is between 2-4 liters is 71.9%. According to the size of the farms, those who give 20 heads and below between 2-4 liters are 69.9%. Those who give 2-4 liters over 20 heads are 73.5%, and it is seen that the number of those who provide a sufficient amount of colostrum increases as the operating capacity increases. In another survey conducted in Brazil, the amount of colostrum given in the first feeding was calculated as 3 liters (29%), 2 liters (20%), and together with the mother (39%) shows similarity (Santos and Bittar 2015).

Table 23. Amount of colostrum given to calves at first feeding (liter)

	Criteria	2		3		4		Mother's side	
		N	%	N	%	N	%	N	%
Farm capacity (head)	10-20 ^c	17	24.6	12	17.4	0	0.0	40	58.0
	21-30 ^d	10	27.8	15	41.7	2	5.6	9	25.0
	31-40 ^d	4	16.0	9	36.0	2	8.0	10	40.0
	41-50 ^b	1	7.1	11	78.6	1	7.1	1	7.1
	> 50 ^a	1	6.3	10	62.5	5	31.3	0	0.0
	Total	33	20.6	57	35.6	10	6.3	60	37.5

$\chi^2 < 0.05$

Conclusion

In this study, managerial practices related to calves survivability in dairy cattle farms in Hendek district of Sakarya province were compared regarding farm sizes. In the farms visited in Hendek district, a general view of cattle breeding in the region was revealed by determining the practices that were or were not done in terms of the welfare of the cattle during pregnancy and calves after birth, nutrition, health problems, and management approach. As long as the above-normal losses of the calves, which are the future of dairy cattle farms, continue, the continuity of the farms cannot be mentioned. This study determined that calf deaths occur mainly in the first month after birth and that mismanagement practices are the basis. The fact that the death rate is calculated as 70.5% in the first thirty days after birth throughout the district and that there is no clear answer about the deaths that occur within a year reveals that the farms are quite inadequate in keeping records. Especially in small-scale (10-20 heads) farms, keeping the calves with their mothers with traditional methods is seen as a deficiency in monitoring adequate colostrum consumption. It is seen that colostrum is given to calves in a measured way in farms with a cattle capacity of 40 heads or more. However, it has been determined that colostrum quality is the most important cause of death for large-capacity farms. In this context, around 9% of the respondents answered no to the colostrum quality monitoring in small-scale farms, while it was 44% in farms over 50 heads, and it was determined that they did not have sufficient knowledge and initiative about colostrum quality. Small-scale farms in the region where traditional methods are dominant, and although these farms are sensitive about the importance of calf health and colostrum, it has been determined that they are insufficient in terms of housing and

welfare. As a result of the research, risk factors in terms of calf welfare were determined in dairy cattle farms in the district.

Acknowledgments

This study was produced from Merve KARACA's Master Thesis.

The authors declare that there are no conflicts of interest regarding the publication of this paper.

Research and Publication Ethics were followed in this study.

Ethics committee approval was obtained with the decision letter of Bursa Uludağ University Research and Publication Ethics Committee dated 31.01.2022 and numbered 7 of the 2022-01 session.

References

- Anonymous, 2007. Mortality of calves and cattle on U.S. beef cow-calf operations. APHIS: Centers for Epidemiology and Animal Health (2007).
https://www.aphis.usda.gov/animal_health/nahms/beefcowcalf/downloads/beef0708/Beef0708_is_Mortality.pdf-(Date of Access: 07.07.2019).
- Aydinoğlu, T. and Köse, A.M. 2018. Buzağı yetiştiriciliğinde temel sağlık ilkeleri ve sürü yönetimi programı. TİGEM. Ankara.
- Bascom, S.S. 2002. Jersey calf management, mortality, and body composition. Ph. D. Thesis, Faculty of Virginia Polytechnic State Institute, Blacksburg, VA, U.S.A.
- Bendali, F., Bichet, H., Schelcher, F. and Sanaa M. 1999. Pattern of diarrhoea in newborn beef calves in south-west France. *Veterinary Research, BioMed Central*, 30(1): 61-74.
- Blecha, F. 1988. Immunomodulation: a means of disease prevention in stressed livestock. *J. Anim Sci*, 66(8): 2084-2090.
- Blood, D.C. and Radostits, O.M. 1989. *Diseases of the newborn: Veterinary Medicine*, 7 th Ed: Bailliere Tindall, London, 95-121 p.
- Busato, A., Steiner, L., Martin, S.W., Shoukri, M.M. and Gaillard, C. 1997. Calf health in cow-calf herds in Switzerland. *Prev. Vet. Med.*, 30: 9-22.
- Chowdhury, S., Barua, S.R., Rakib, T.M., Rahman, M.M., Ferdushy, F., Hossain, M.A., Islam, M.S. and Masduzzaman M. 2017. Survey of calf management and hygiene practices adopted in commercial dairy farms in Chittagong, Bangladesh. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*, 14-22.
- De Amicis, I. 2017. Prevalence, causes, resolution and consequences of bovine dystocia in Italy. *Theriogenology* 107: 104-108.

- Diler, A., Güler O., Aydın R., Yanar M. and Koçyiğit R. 2017. Erzurum ili Narman ilçesi sığırcılık işletmelerinde çiftlik yönetimi ve buzağı yetiştirme uygulamaları. *Alinteri Dergisi*, 32(1): 39-45.
- Doğan, B.H. 2009. Buzağılarda kolostrum içirme döneminin uzatılmasının gelişim özellikleri üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, ÇÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, Adana.
- Efsa 2006. Opinion of the Scientific Panel on Animal Health and Welfare (AHAW) on a request from the Commission related with the risks of poor welfare in intensive calf farming systems. *The EFSA Journal* (2006) 366, 1-3.
- Fourichon, C.S.H. and Beaudeau F. 1996. Elevage des veaux et risque de mortalite et de troubles de sante en exploitations laitieres. *Rencontres Recherches Ruminants*, 3: 143-148.
- Gates, M.C. 2013. Evaluating the reproductive performance of British beef and dairy herds using national cattle movement records. *Vet Rec.* 173(20): 499.
- Godden, S. 2008. Colostrum Management for Dairy Calves. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 24(1): 19-39.
- Hanninen, L., Hepola, H., Raussi, S. and Saloniemi, H. 2007. Effect of colostrum feeding method and presence of dam on the sleep, rest and sucking behavior of newborn calves. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 112: 213-222.
- Hotzel, M.J., Longo, C., Balcaço, L.F., Cardoso, C.S. and Costa J.H.C. 2014. A survey of management practices that influence performance and welfare of dairy calves reared in southern Brazil. *Plos one*, 9(12): 1-17.
- Kavuncu, O. 2019. Örneklem yöntemleri. [http://www.orhankavuncu.com/index.php/bilimsel-arastirma-yontemleri/172-bolum-dort-\(Date of access: 18.12.2019\)](http://www.orhankavuncu.com/index.php/bilimsel-arastirma-yontemleri/172-bolum-dort-(Date%20of%20access%3A%2018.12.2019)).
- Klein-Jobstl, D., Arnholdt, T., Sturmlechner, F., Iwersen M. and Drillich M. 2015. Results of an online questionnaire to survey calf management practices on dairy cattle breeding farms in Austria and to estimate differences in disease incidences depending on farm structure and management practices. *Acta Vet Scand*, 57:44.
- Koyuncu, M. and Altınçekiç, Ş.Ö. 2007. Çiftlik hayvanlarında refah. *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 21 (2): 57-64.
- Koyuncu, M. and Karaca, M. 2018. Buzağılarda yaşama gücünün anahtarı, “kolostrum”. *Journal of animal production*, 59 (1): 67-78.
- Minitab Inc. 2014. MINITAB release 17: statistical software for Windows (Minitab Inc, USA.)
- Mumdan, D. and Karabulut, O. 2008. Sütçü sığırlarda damızlıkta kullanma süresi ve uzun ömürlülüğün ekonomik açıdan önemi. *YYÜ Vet Fak Derg.* 19 (1): 65-68.
- Radostits, O.M., Blood, D.C. and Gay, G.C. 1997. *Diseases of the Newborn In Veterinary Medicine*. London, Saunders, 8th ed.107-140.
- Santos, GD. and Bittar, C.M.M. 2015. A survey of dairy calf management practices in some producing regions in Brazil. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 44 (10): 361-370.

- Stanek, S., Zink, V., Dolezal, O. and Stolc, L. 2014. Survey of preweaning dairy calf-rearing practices in Czech dairy herds. *J. Dairy Sci.*, 97: 3973-3981.
- Taşkın, T., Koşum, N., Kınık, Ö., Kandemir, Ç. and Akan, E. 2018. A Study on the Change in Postpartum Immunoglobulins of Goats and Kids. *Hayvansal Üretim*, 59 (1): 1-8.
- Vasseur, E., Borderas, F., Cue, R.I., Lefebvre, D., Pellerin, D., Rushen, J., Wade, K.M. and Passillé A.M. 2010. A survey of dairy calf management practices in Canada that affect animal welfare. *J. Dairy Sci.*, 93:1307-1315.
- Weaver, D.M., Tyler, J.W., VanMetre, D.C., Hostetler, D.E. and Barrington, G.M. 2000. Passive transfer of colostral immunoglobulins in calves. *Journal of Veterinary Internal Medicine* 14: 569-577.
- Windsor, P.A. and Whittington, R.J. 2009. Evidence for age susceptibility of cattle to Johne's disease. *The Veterinary Journal*, 184 (1): 37-44.
- Yıldırım, A.E. 2017. Karkas et ithalatı hazırlığı. TDSYMB web sitesi, <http://www.dsymb.org.tr/karkas-et-ithalati-hazirligi/> (Date of access: 09.01.2020).



Managerial Practices Related to The Survival of Calves in Dairy Cattle Breeding Farms in Hendek District-II^A

Merve KARACA¹, Mehmet KOYUNCU^{2*}

Abstract: This research was conducted out to determine the knowledge, ideas and behaviors related to the managerial practices of calf survival in dairy cattle farms in Hendek district of Sakarya province, and to analyze the status of the existing farms. In the research, were identified farms which are registered to Turkvat and e-breeding system database having 10 or more dairy cattle in Hendek district. Random sampling method was used to determine the sample size. The identified farms are divided into 5 groups which are 10-20 heads, 21-30 heads, 31-40 heads, 41-50 heads and over 50 heads of cattle. In this context, after obtaining general data about the farms, questions related to the main topics about the care and management of calves such as colostrum use, feeding practices, health protection and housing were evaluated. Milk-fed to calves, marketed milk, marketed milk + waste milk, and marketed milk + milk replacer are given in three ways. Within the scope of the size of the farms, the difference between the source of the milk consumed during the milk feeding period was found to be significant ($P<0.05$). Until the first 30 days of age, in farms with a capacity of over 30 heads, approximately 8 liters of milk are given ($P<0.05$), while in small farms, sucking milk from the mother or giving less milk is preferred. Farms are sensitive about reaching the concentrate and rough feed of the calves, and they generally apply it from the first week. The concentrated feed used in calf feeding is approximately 70% in pellet form. The weaning age of the calves is 90 days in farms with 40 heads and below and after 90 and 120 days in farms over 40 heads ($P<0.05$). Age criterion taken into consideration at weaning was found to be more important than body

^A Ethics committee approval was obtained with the decision letter of Bursa Uludağ University Research and Publication Ethics Committee dated 31.01.2022 and numbered 7 of the 2022-01 session.

Research and Publication Ethics were followed in this study.

* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** ² Mehmet KOYUNCU, Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Bursa, Turkey. e-mail: koyuncu@uludag.edu.tr, [OrcID 0000-0003-0379-7492](https://orcid.org/0000-0003-0379-7492)

¹ Merve KARACA, Tarım ve Orman Bakanlığı, Esenler İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü, İstanbul, Turkey. e-mail: merve.karaca@tarimorman.gov.tr [OrcID 0000-0002-5492-209X](https://orcid.org/0000-0002-5492-209X)

weight and feed consumption ($P<0.05$). While the calves are housed mainly in groups (60%) in small-scale farms, individual pens (70%) stand out among the preferences due to the increase in capacity. Small-scale farms prefer metal, wood, and brick, and large-scale farms mainly plastic and metal materials for calf shelters ($P<0.05$). Eight weeks or more is preferred for keeping calves in individual pens ($P<0.05$).

Keywords: Calf, survival, welfare, colostrum, herd size, herd management.

Hendek İlçesi Süt Sığırcılığı İşletmelerinde Buzağlarda Yaşama Gücü İle İlgili Yönetmel Uygulamalar- II

Öz: Bu araştırma Sakarya ili Hendek ilçesi süt sığırcılığı işletmelerinde buzağlarda yaşama gücü ile ilişkili yönetmel uygulamalar konusunda bilgi, fikir ve davranışları belirlemek, mevcut işletmelerin durumunu analiz etmek amacıyla yürütülmüştür. Araştırmada Türkvat ve e-ıslah sistemi veri tabanına kayıtlı Hendek ilçesindeki 10 baş ve üzeri süt sığır varlığına sahip işletmeler belirlenmiştir. Örnek büyüklüğünün belirlenmesinde tesadüfi örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Belirlenen işletmeler 10-20, 21-30, 31-40, 41-50 ve 50 baş üzeri sığır varlığına sahip olan işletmeler olmak üzere 5 gruba ayrılmıştır. Bu kapsamda işletme ile ilgili genel veriler alındıktan sonra buzağların bakım ve yönetimine yönelik olarak kolostrum kullanımı, besleme uygulamaları, sağlık koruma ve barındırma gibi temel konu başlıklarına yönelik sorular değerlendirilmiştir. Buzağlara içirilen süt; pazarlanan süt, pazarlanan+atık süt ve pazarlanan süt+süt ikame olarak üç şekilde verilmektedir. İşletmelerin büyüklükleri kapsamında süt verme döneminde tüketilen sütlerin kaynakları arasındaki fark önemli bulunmuştur ($P<0.05$). İlk 30 günlük yaşa kadar 30 baş üzeri kapasiteye sahip işletmelerde yaklaşık 8 litre süt verildiği ($P<0.05$), küçük işletmelerde anadan süt emme veya daha az süt verme tercih edilmektedir. İşletmeler buzağların yoğun ve kaba yeme ulaşma konusunda hassas davranmakta, genel olarak ilk haftadan itibaren uygulamaktadırlar. Buzağı beslemede kullanılan yoğun yemin yaklaşık %70'i pelet formundadır. Buzağların süttten kesim yaşı 40 baş ve altı işletmelerde 90. gün, 40 baş üzeri işletmelerde ise 90. ve 120. gün sonrasdır ($P<0.05$). Süttten kesimde dikkate alınan yaş kriteri, canlı ağırlık ve yem tüketiminden daha önemlidir ($P<0.05$). Buzağların barındırılması küçük ölçekli işletmelerde genellikle gruplar halinde (%60) olurken, kapasitenin artmasına bağlı olarak tercihler içinde bireysel bölmeler (%70) öne çıkmaktadır. Buzağı barınakları için küçük ölçekli işletmeler metal, ağaç ve tuğla, büyük ölçekli işletmeler ise ağırlıklı olarak plastik ve metalden yapılmış malzemeleri tercih etmektedirler ($P<0.05$). Buzağların bireysel bölmelerde tutulma süresi olarak sekiz hafta ve üzeri tercih edilmektedir ($P<0.05$).

Anahtar Kelimeler: Buzağı, yaşama gücü, refah, kolostrum, sürü büyüklüğü, sürü yönetimi.

Introduction

Sustainable calf production is based on managerial practices, primarily in the first periods of birth. Raising healthy calves requires minimizing the calf's exposure to disease factors and maximizing the immunity level against the disease (Koyuncu and Karaca, 2018). Different welfare assessment systems are proposed to reduce mortality and improve rearing conditions in calves. European Food Safety has developed a risk analysis approach for animal welfare and has revealed a risk analysis for the welfare of calves, especially in intensive farming systems (Anonymous, 2006). 0-28 days after birth is the most critical period of calf rearing. Especially the first 15 days of the calf's life is a period in which diseases are seen the most and deaths are most common, and it is called the neonatal period. While the morbidity seen in calves in different countries of the world varies between 20.0 and 52.9%, calf mortality was found between 2-12% in some studies conducted in developed countries (Tokgöz et al., 2013).

The survival of the calves in the first days after birth depends on the correct intake of quality colostrum (Godden 2008). Colostrum quality, on the other hand, is affected by age, pre-pregnancy diet, breed, length of dry period, dystocia, and management practices (Quigley et al., 1998; Arthington, 1999; Earley and Fallon, 1999, Morin et al., 2001). Incorrect colostrum management is one of the most significant dangers for calf welfare (Koyuncu and Karaca, 2018). It is stated that approximately 31% of deaths occurring in the first 21 days of calf life can be prevented by changes in the way, time, and amount of colostrum feeding (Wells et al. 1996). Daily milk and substitute feed consumed after the colostrum feeding period are also significant for calf development. The amount of milk or milk replacer given daily is between 10-12% of live calf weight, and it is reported that there are advantages to providing milk at higher rates (Koyuncu and Karaca, 2018). Khan et al. (2007) state that if the calves are fed with milk up to 20% of their live weight, progress will be made in growth, udder development, age at first calving, and lactation milk yield. At minimum standards in the feeding of calves, to prevent calf anemia, it is included in the regulations to contain enough iron, to consume at least daily cellulose-rich feeds for two-week-old calves, and to give sufficient water. To maintain the health and well-being of calves when housed, all calves should be checked at least twice a day to ensure that they can be housed in individual quarters up to eight weeks of age and that their minimum area requirements are constant. It is also emphasized that it can move freely in its pens, lie down and always have clean and dry bedding on the floor. The calf pen material should be of construction materials that are easily accessible, affordable, minimize the labor force, do not cause adverse effects in terms of health, provide insulation in cold regions, and do not increase stress in hot areas. This study aims to reveal the conditions of nutrition, health protection, housing, and general herd management in calves in farms grouped according to farm sizes.

Material and Method

The material of this study consisted of farms that carried out dairy cattle operations registered in the database of Türkvat and the e-İslah system in 2018 in the Hendek district of Sakarya. The data obtained from the voluntary

face-to-face survey conducted with the owners of the farms with ten or more animals and within the scope of administrative practices to increase calf losses and survival were evaluated. Ethics committee approval was obtained with the decision letter of Bursa Uludağ University Research and Publication Ethics Committee dated 31.01.2022 and numbered 7 of the 2022-01 session.

A stratified sampling method was used to determine the sample size of the study. In the stratified sampling method, for each trait taken from a population, it is determined that the subgroups of the population are stratified in proportion to their size (Kavuncu, 2019). The number of villages and farms determined by this method was chosen randomly. The selected farms are divided into five groups according to their size. In the stratification process, attention was paid to the fact that each farms belongs to the group (stratum) to which it belongs.

The research determined farms with ten or more dairy cattle registered in the Turkvet and e-Islah system database in the Hendek district of Sakarya province. It has been determined that there are 593 dairy cattle farms in the determined number of villages and farms selected randomly. A 10% margin of error and 95% confidence limits were considered in determining the sample volume. The farms that make up the population are divided into five groups (10-20 heads, 21-30 heads, 31-40 heads, 41-50 heads, and 50+ heads), considering the distribution of the number of dairy cattle. The study did not include farms with a cattle presence of 10 heads or less. Following formula were used to determine the sample size;

$$n = N \cdot s^2 / (N-1) \cdot D^2 + s^2 \quad (1)$$

n: sample size

N: the number of farms that make up the population

s: variance shown by farms

$D^2: d^2/z^2$

d: the margin of error of the difference between the sample mean and the population mean

z: z value in the standard normal distribution table according to the accepted error rate

The sample size to be selected from 593 farms in the Hendek district was calculated as 159. First, the group ratios were found, then the strata's sample sizes (n) were calculated by multiplying each group by these ratios (Table 2). However, due to the small number of existing large-capacity farms, the number of farms in the 10-20 layer has been reduced, and the number of other layers has been increased as much as possible.

Table 1. Number of farms visited by farm sizes

	Groups	The calculated number of farms	Number of farms visited
Farm capacity (head)	10- 20	115	69
	21-30	28	36
	31-40	8	25
	41-50	5	14
	>50	5	16
	Total		159

The main points determined for the survey; General data about the farms are listed as colostrum, feeding, health, and housing. The forms obtained at the end of the survey application were processed into the Google forms program and transferred to Microsoft Excel. Numeric (frequency) and proportional values were calculated for the answers given to each question in the questionnaire form, and tables were prepared. The differences of the responses in terms of farm sizes were tested with the Chi-Square Analysis (Minitab 2014).

Results and Discussion

How and how much milk the calves consume during the period they are fed with milk after colostrum feeding is essential. Calves need to consume sufficient milk during this period regarding body development. The answers to the questions prepared to reveal the practices followed for feeding the calves with milk; sucking the mother, artificial feeding (using bottle and nipple buckets), and artificial feeding (feeding in bulk with bottle or nipple buckets) (Table 2), ($P < 0.05$). In a survey conducted in Canada, 92% of breeders used teat bucket feeding and 18% bottle feeding method (Vasseur et al., 2010). In Brazil, it is stated that 49% of the breeders prefer bottle feeding, 40% bucket, and 11% suckling (Hotzel et al. 2014). Klein-Jobstl et al. (2015) stated that in Austria, calves are fed with udder buckets (75%) and buckets without heads (14%), and these values remain at the same levels as the operating capacity increases.

Table 2. Methods of calves drinking milk

		Answers					
		Sucking		Artificial feeding (bottle-nipple buckets)		Artificial feeding (feeding in bulk with bottle or nipple buckets)	
		N	%	N	%	N	%
Farm capacity (head)	10-20 ^a	44	63.8	11	15.9	14	20.3
	21-30 ^b	7	19.4	19	52.8	10	27.8
	31-40 ^b	2	8.0	18	72.0	5	20.0
	41-50 ^b	0	0.0	12	85.7	2	14.3
	> 50 ^b	0	0.0	16	100.0	0	0.0
	Total	53	33.1	76	47.5	31	19.4

$\chi^2 < 0.05$

Milk fed to calves; marketed milk is divided into three groups as marketed+waste milk and marketed milk+milk replacer. It is seen that the calves are fed with more than 50% of the marketed milk in the farms with a capacity of less than 40 heads, and that the farms above 40 head are fed with the marketed milk + milk replacer (Table 3). Within the scope of the size of the farms, the difference between the source of the milk consumed during the milk feeding period was found to be significant ($P < 0.05$). In studies comparing milk and milk replacer feed at the point of source of milk to be given to calves during the milk drinking period, milk replacers have higher energy and more nutritional value and have an effect on reducing morbidity and mortality rates in calves (Davis and Drackley, 1998, Godden et al., 2005). It has been stated that the milk + milk replacer feeding system

marketed for calves is preferred in 89%, and feeding with waste milk is preferred in only 42.5% of the farms. The reason why milk replacer are preferred more is that they provide better development in calves (Vasseur et al., 2010).

Table 3. Source of milk used in feeding calves

		Criteria					
		Marketed milk		Marketed milk + waste milk		Marketed milk + milk replacer	
		N	%	N	%	N	%
Farm capacity (head)	10-20 ^c	64	92.8	5	7.3	0	0.0
	21-30 ^d	25	69.4	4	11.1	7	19.4
	31-40 ^c	14	56.0	6	24.0	5	20.0
	41-50 ^b	3	21.4	5	35.7	6	42.9
	> 50 ^a	3	18.8	4	25.0	9	56.3
	Total	109	68.1	24	15.0	27	16.9

$\chi^2 < 0.05$

The use of milk from sick or treated cows in calves is common in farms. It shows that the products that can be considered waste milk may be higher in large farms and that they should be kept at this source, considering the number of calves (Table 4). The difference between farm sizes and the waste milk feeding method is significant ($P < 0.05$). It is stated that waste milk is applied in 48.2% of the calf-feeding farms in Canada, 30% in the USA, and 35% in Brazil (Vasseur et al., 2010; Santos and Bittar, 2015). Klein-Jobstl et al. (2015), breeders have different practices in feeding calves with waste milk. It is stated that feeding with waste milk is applied only to male calves 35%, 31.7% to all calves, and 19.2% only when necessary. As a result of the research, it is seen that the breeders have hesitations about waste milk in calf feeding. Taking into account the risk of contamination by pathogens to calves, the danger that may arise for the newborn calf, which has not yet gained passive immunity, can be eliminated by pasteurized waste milk (Selim and Cullor 1997; Godden et al., 2003).

Table 4. Feeding with waste milk

		Answers			
		Yes, when needed		No	
		N	%	N	%
Farm capacity (head)	10-20 ^a	5	7.2	64	92.8
	21-30 ^b	9	25.0	27	75.0
	31-40 ^c	12	48.0	13	52.0
	41-50 ^c	9	64.3	5	35.7
	> 50 ^c	10	62.5	6	37.5
	Total	45	28.1	115	71.9

$\chi^2 < 0.05$

Table 5 shows the amount of milk given until the first 30 days of age, which is the most sensitive period in calves on the farms. The difference between the size of the farm and the daily amount of milk given up to 30 days of age was significant ($P < 0.05$). In a study conducted, the daily amount of milk given up to the age of 30

days is less than 4 liters (41%), 6 liters (28%), and free with the mother (23%), these values are similar to the farms with a capacity of 21-30 heads (Santos et al., 2015). In Canada, the milk feeding plan applied by the breeders is 4 liters of milk per day given in 2 meals in the first week or milk replacer (Vasseur et al., 2010). It is stated that traditionally known calf feeding with more than 10-12% of body weight has benefits such as growth, early breeding, and increasing milk production in the first lactation (Jasper and Weary 2002, Rincker et al. 2006, Khan et al., 2007; De Paula Vieira et al., 2008; Borderas et al., 2009).

Table 5. The daily amount of milk given to calves up to 30 days of age

Farm capacity (head)		Criteria					
		< 5 liter		≥ 5 liter		Next to mother, free	
		N	%	N	%	N	%
	10-20 ^a	23	33.3	13	18.8	33	47.8
	21-30 ^b	16	44.4	14	38.9	6	16.7
	31-40 ^c	8	32.0	15	60.0	2	8.0
	41-50 ^d	0	0.0	14	100.0	0	0.0
	> 50 ^d	2	12.5	14	87.5	0	0,0
	Total	49	30.6	70	43.8	41	25.6

$\chi^2 < 0.05$

As the calves grow, their consumption also increases. However, it is necessary to meet this only from milk, to get used to different feed sources that are not economical when evaluated from both the physiological development of the calves and economically, and to create conditions where they will experience less stress during the weaning period. While farms that give less than 5 liters of milk to calves from 31 days until weaning concentrates under 40 heads, they prefer to drink 5 liters or more of milk in farms over 40 heads (Table 6). Regarding farm sizes, the difference between the daily amount of milk given from the age of 31 days to weaning was found to be significant ($P < 0.05$). Santos and Bittar (2015), in their study, determined that the daily amount of milk given to the calves from the age of 31 days to weaning was less than 4 liters (58%), 6 liters (23%) and free (8%) next to the mother. It is similar to the method applied in farms with a capacity of over 40 heads in the study. Vasseur et al. (2010) in Canada, it was stated that while it was continued as 5.5 liters in 2 meals, it was adjusted to 3 liters in 2 meals in the week before weaning.

Table 6. The daily amount of milk given to calves from 31 days of age to weaning

Farm capacity (head)		Criteria			
		< 5 liter		≥ 5 liter	
		N	%	N	%
	10-20 ^c	57	82.6	12	17.4
	21-30 ^c	32	88.9	4	11.1
	31-40 ^c	17	68.0	8	32.0
	41-50 ^b	6	42.9	8	57.1
	> 50 ^a	3	18.8	13	81.3
	Total	115	71.9	45	28.1

$\chi^2 < 0.05$

For calves, suitable conditions should be provided from the first week of life for free water intake, rumen function, and early feed intake from the appropriate period (Kertz et al. 1984). During this period, it should not be thought that feeding with milk replaces water. Regarding farm sizes, the difference between the calf reaching the water was insignificant. Klein-Jobstl et al. (2015) reported that the share of farms that provide access to water for calves in the first 1-3 weeks after birth is 71.5%. Santos and Bittar (2015) stated that access to water for calves is on the first day (53%) and the 5th day (35%), and in the USA, it takes place within an average of 15 days (Vasseur et al. 2010).

Table 7. Time for calves to reach water

		Criteria							
		First day		After day 5th		After day 10th		Pasture	
		N	%	N	%	N	%	N	%
Farm capacity (head)	10-20	49	71.0	14	20.3	3	4.3	3	4.3
	21-30	20	55.6	13	36.1	0	0.0	3	8.3
	31-40	14	56.0	10	40.0	1	4.0	0	0.0
	41-50	6	42.9	8	57.1	0	0.0	0	0.0
	> 50	9	56.3	6	37.5	1	6.3	0	0.0
	Total	98	61.3	51	31.8	5	3.1	6	3.8

$\chi^2=15.405$

For the physical and functional development of the rumen in ruminants, the offspring should start to concentrate and roughage consumption as early as possible. Concentrated feed consumption, essential for rumen development, starts from the first week in most farms (Table 8). It has been stated that the calves' access to roughage is around 85% within 1-3 weeks, and there is no significant difference in terms of farm capacities (Klein-Jobstl et al. 2015). In Brazil, the age at which roughage is given to calves is from the first day (22%), from the 5th day (31%), from the 15th day (19%), and after weaning (22%) (Santos and Bittar 2015).

Table 8. Age of reaching roughage in calves

		Criteria					
		First week		First 30 day		Pasture	
		N	%	N	%	N	%
Farm capacity (head)	10-20	36	52.2	27	39.1	6	8.7
	21-30	26	72.2	6	16.7	4	11.1
	31-40	19	76.0	6	24.0	0	0.0
	41-50	9	64.3	5	35.7	0	0.0
	> 50	12	75.0	4	25.0	0	0.0
	Total	102	63.8	48	30.0	10	6.2

$\chi^2=12.856$

More than 60% of the concentrate feed used in calf feeding is in pellet form in all farms (Table 9). The difference between the physical form of the dense feed used according to the farm's size was insignificant. It has

been determined that 40% of pellet feed and 59% of coarsely ground feed are preferred in calf feeding (Santos and Bittar 2015).

Table 9. The physical form of concentrate feed given to calves

		Criteria					
		Coarsely milled		Finely milled		Pellet	
		N	%	N	%	N	%
Farm capacity (head)	10-20	11	15.9	15	21.7	43	62.3
	21-30	6	16.7	6	16.7	24	66.7
	31-40	1	4.0	5	20.0	19	76.0
	41-50	0	0.0	0	0.0	14	100.0
	> 50	0	0.0	1	6.3	15	93.8
	Total	18	11.3	27	16.9	115	71.8

$\chi^2=15.054$

Weaning is the most critical transition period in nutrition for calves, incredibly stressful for the animal, and challenging for the producer. In determining the weaning age, it would be correct to consider factors such as operating conditions, breed, and developmental status. A study conducted at the point of weaning of calves determined that gradual and abrupt weaning practices in farms were 67% and 33%, respectively (Stanek et al., 2014). It has been determined that the weaning ages of the calves differ on the farms. The age of weaning varies according to the farms' criteria as a basis (Table 10). Especially in the small farm size group, it is seen that the calves receive milk for a more extended period due to the market value of milk, budgeting for other feed sources, and the use of a pasture system ($P<0.05$).

Table 10. Weaning age of calves (days) according to herd size

		Criteria									
		45		60		90		120		180	
		N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Farm capacity (head)	10-20 ^b	2	2.9	14	20.3	27	39.1	6	8.7	20	29.0
	21-30 ^b	1	2.8	10	27.8	17	47.2	2	5.6	6	16.7
	31-40 ^b	0	0.0	4	16.0	12	48.0	6	24.0	3	12.0
	41-50 ^a	0	0.0	0	0.0	7	50.0	7	50.0	0	0.0
	> 50 ^b	0	0.0	5	31.3	6	37.5	5	31.3	0	0.0
	Total	3	1.9	33	20.6	69	43.1	26	16.3	29	18.1

$\chi^2 < 0.05$

The critical thing in the weaning management of calves is to gradually reduce milk and milk replacer consumption, increase feed consumption, and implement the application gradually. When and by which criteria this application should be made depends on the preference of the farms. Commonly applied weaning criteria are listed as age, live weight, and intensive feed consumption amount. The study revealed that farms' weaning criteria vary according to their preferences, not capacity (Table 11). The difference between the weaning criteria was significant ($P<0.05$).

Table 11. Weaning criteria for calves

		Criteria					
		Age		Live weight		Concentrate feed consumption	
		N	%	N	%	N	%
Farm capacity (head)	10-20 ^c	53	76.8	6	8.7	10	14.5
	21-30 ^c	28	77.8	4	11.1	4	11.1
	31-40 ^a	12	48.0	12	48.0	1	4.0
	41-50 ^c	8	57.1	4	28.6	2	14.3
	> 50 ^b	6	37.5	8	50.0	2	12.5
	Total	107	66.9	34	21.3	19	11.8

$\chi^2 < 0.05$

It is stated that age is considered at a rate of 61.7% as a criterion for weaning calves (Stanek et al. 2014). Another study stated that the age criterion was preferred by 60%, and weaning was applied after the 90th day (41%) or the 150th day (40%). It was stated that after the age criterion, live weight (25%; 90-120 kg (55%)) and concentrate feed intake (15%; >900 g (63%)) criteria were used, respectively (Santos and Bittar, 2015). Vasseur et al. (2010) reported that 66.7% of the farms preferred age as the weaning criterion, followed by intensive feed intake with 43.9%. Weaning criteria were determined according to 7 weeks age, live weight of 82 kg, and concentrate feed intake of 2 kg, but many breeders stated that the weaning criteria were age.

It has been determined that large-capacity farms are more sensitive about the vaccination of calves. It is observed that care is taken to make brucella, foot-and-mouth disease, and pox vaccinations applied within the scope of the ministry's vaccination program above 40% in all farms (Table 12). The difference between the size of the farm and the vaccines administered was significant ($P < 0.05$). In a study conducted in Brazil, it is stated that anthrax (34%) and rabies (17%) are the most common vaccines applied in farms, while 19% of farms do not prefer to be vaccinated (Santos and Bittar 2015).

Table 12. Primary diseases seen in calves

		Criteria							
		Diarrhea		Pneumonia		Diarrhea-Pneumonia		Unknown/Other	
		N	%	N	%	N	%	N	%
Farm capacity (head)	10-20 ^d	34	49.3	2	2.9	5	7.2	28	40.6
	21-30 ^d	22	61.1	0	0.0	2	5.6	12	33.3
	31-40 ^b	10	40.0	4	16.0	6	24.0	5	20.0
	41-50 ^c	7	50.0	2	14.3	4	28.6	1	7.1
	> 50 ^a	7	43.8	4	25.0	4	25.0	1	6.3
	Total	80	50.0	12	7.5	21	13.1	47	29.4

$\chi^2 < 0.05$

Diarrhea cases are generally over 40% in farms, and the biggest problem observed after diarrhea has been recorded in cases where diarrhea and pneumonia occur together (Table 12). It is seen that the diseases did not decrease with the increase in the farm capacity, and there was not much change in the sick calf cases ($P < 0.05$). It is stated that a significant portion of calf losses occur as a result of diarrhea (Hotzel et al., 2014). In another

study, it is stated that diarrhea (48%), pneumonia (22%), and tick fever (21%) cases come to the fore, similar to the results of the research (Santos and Bittar, 2015). It is understood that the most significant risk for calves is diarrhea, a severe illness leading to death, especially in the first weeks of life.

One of the most controversial issues within calf welfare is using individual pens (Rushen et al. 2008). It is seen that the calves are mainly kept in groups (Table 13). The difference between the housing systems according to the size of the farms was found to be significant ($P < 0.05$).

Table 13. Calf housing systems

		Criteria					
		Group		Individual pens (inside)		Individual pens (outside)	
		N	%	N	%	N	%
Farm capacity (head)	10-20 ^d	63	91.3	6	8.7	0	0.0
	21-30 ^d	30	83.3	5	13.9	1	2.8
	31-40 ^e	15	60.0	6	24.0	4	16.0
	41-50 ^a	4	28.6	5	35.7	5	35.7
	> 50 ^b	5	31.3	6	37.5	5	31.3
	Total	117	73.1	28	17.5	15	9.4

$\chi^2 < 0.05$

It has been stated that 88.8% of the individual pens are used as the calf housing system used in the farms, and there is no difference in preferences according to the size of the farms (Klein-Jobstl et al., 2015). In another study conducted the same way, it was stated that 97% of the farms house their calves in individual huts and stalls (Stanek et al., 2014). It is stated that after birth, 55% of the calves are kept in groups and 45% in individual pens (Santos and Bittar, 2015). In this context, a group housing system is mandatory for calves older than eight weeks, according to European Union regulations (Anonymous, 1997). Okuyucu (2016) states that the growth performance of the calves housed in an individual shed at the age of 0-60 days is higher than the calves housed in groups ($P < 0.05$). Akbay (2010) states that 60.9% of farms prefer individual calf pens. Şahanoğlu (2014), on the other hand, states that in 95% of the farms, calves are housed as a group.

Epidemiological studies show that the pathogens responsible for increased calf death and morbidity are more prevalent in group shelters than in individual hutches (Losinger and Heinrichs, 1997, Svensson et al., 2003). The advantages of hosting as a group are unclear; recent studies show that there may be some benefits of keeping calves in group shelters that provide more opportunities for social interactions and daily behavior and facilitate their physical movements (Jensen et al., 1997; Chua et al., 2002).

It is essential for the welfare of the calves that they are housed in a different place from the other animals in the holdings. It was determined that in a significant part of the farms visited, calves were housed in a section reserved for young cattle (Table 14). The difference between the calf pens according to the size of the farms was significant ($P < 0.05$).

Table 14. The layout of calf pens

		Criteria			
		Inside the barn		In a place reserved for young cattle	
		N	%	N	%
Farm capacity (head)	10-20 ^b	34	49.3	35	50.7
	21-30 ^a	6	16.7	30	83.3
	31-40 ^b	8	32.0	17	68.0
	41-50 ^b	5	35.7	9	64.3
	> 50 ^b	5	31.3	11	68.8
	Total	58	36.2	102	63.8

$\chi^2 < 0.05$

The choice of an open or closed environment is essential in selecting where the calves will be housed. Indoor environments have disadvantages for calf health, such as the fact that many animals breathe the same air, increasing the risk of disease transmission in the environment. Outdoor housing may expose calves to adverse environmental conditions such as heat, cold, wind, and rain (Hanninen et al., 2003). In a study conducted in Austria, 46.3% of the farms were in the barn where the calves and cattle are located; It was revealed that 38.2% of them were housed in a separate place for calves. It was stated that this situation did not differ according to the size of the farms (Klein-Jobstl et al., 2015). Although the use of outdoor sheds for calves is common in Canada and the USA, it is stated that 79.6% of the surveyed farms house them in barns (Vasseur et al., 2010). Stanek et al. (2014), it was determined that 55% of the holdings preferred open area, 18% chose a place in the barn, and 16% housed them in the barn next to the cattle.

The materials used in constructing the pens designated as calf habitats vary according to the farms preferences and the region's conditions. The materials of calf sheds in the farms visited are listed as wood (231%), plastic (12.8%), metal (39.1%), and brick (25.0%) (Table 15). The difference between the materials used in the calf pens according to the farm's size was significant ($P < 0.05$). In a study conducted in Elazığ, 50% brick, 20.2% concrete, and adobe are followed as building materials for the calf pen on farms (Singin, 2016). It is stated that in the Czech Republic, the use of plastic (61%) is prominent in the materials used for calf pens, followed by wood (29%) and metal (4.6%) materials (Stanek et al., 2014). In Canada, it has been revealed that 45.9% of the surveyed farms use metal or wood materials widely (Vasseur et al., 2010). Uncomfortable conditions for calves are a source of stress in terms of calf development performance. Stress is essential for dairy producers because the long-term effects can affect the development and reproductive performance of future breeder calves.

Table 15. Materials used in calf pens

		Criteria							
		Wood		Plastic		Metal		Brick	
		N	%	N	%	N	%	N	%
Farm capacity (head)	10-20 ^c	23	34.3	2	3.0	16	23.9	26	38.8
	21-30 ^d	8	23.5	4	11.8	16	47.1	6	17.6
	31-40 ^d	3	12.0	3	12.0	12	48.0	7	28.0
	41-50 ^a	2	14.3	7	50.0	5	35.7	0	0.0
	> 50 ^b	0	0.0	4	25.0	12	75.0	0	0.0
	Total	36	23.1	20	12.8	61	39.1	39	25.0

$\chi^2 < 0.05$

It has been determined that the bedding material used in the calf sheds in a significant part of the farms is straw (Table 16). The difference between the bedding material used in the calf sheds was insignificant regarding farm sizes. During rest, the preferred litter material in the calf compartment should be soft, dry, and clean. Studies indicate that rubber pads should be preferred instead of concrete pads (Hanninen et al. 2003). In a survey study, it was stated that concrete (74%) is preferred as the shelter base material, and straw (65.4%) is used as bedding material (Vasseur et al., 2010). It is stated that straw (22.3%), rubber/plastic pads (20.7%), soil (18.1%), and sawdust (17.6%) are used as litter material in farms in Elazığ (Singin, 2016). As a result of the research carried out in Konya and Muş, it was stated that there is no use of litter material in the farms (Uzal and Uğurlu 2006; Şeker et al., 2012). Akbay (2010), on the other hand, states that as a result of her research in Tekirdağ province, the number of farms with suitable bedding material is very few, and they prefer straw litter at a rate of 10.5%.

Table 16. Bedding material used in calf pens

		Criteria							
		Straw		Sawdust		Straw-Sawdust		Other	
		N	%	N	%	N	%	N	%
Farm capacity (head)	10-20	47	68.1	11	15.9	2	2.9	9	13.0
	21-30	26	72.2	6	16.7	1	2.8	3	8.3
	31-40	19	76.0	4	16.0	2	8.0	0	0.0
	41-50	10	71.4	2	14.3	2	14.3	0	0.0
	> 50	11	68.8	1	6.3	4	25.0	0	0.0
	Total	113	70.6	24	15.0	11	6.9	12	7.5

$\chi^2 = 19.391$

To prevent the calves from being exposed to environmental factors, movement to group housing after being housed individually for a certain period after birth is necessary. The length of time that the breeders who keep their calves in individual pens keep their calves separate varies (Table 17). It is seen that the response to keep in the individual compartment over eight weeks stands out at 33.1% in existing farms ($P < 0.05$). Results similar to research results In a survey conducted in Bangladesh, it was stated that they grouped their calves after eight weeks (61%) (Chowdhury et al., 2017). In a study conducted in Austria, calves are kept in individual pens for up

to 6 weeks (37%), and it is reported that the rate of those who keep them up to 6 weeks (40%) increases in those with larger holding capacity (Klein-Jobstl et al., 2015). Livesey et al. (1998) stated that bleeding wounds were alleviated in heifers housed in the hay area but increased in those housed in small compartmented areas. The mistake can be made of prejudicing the welfare of animals about different systems. At this point, there is a need to evaluate production systems from different perspectives. Even in the same herd, there may be differences in the welfare levels of the animals depending on the care-management ability of the breeder (Koyuncu and Altıncekcic, 2007).

Table 17. The retention time of calves in individual pens (week)

		Criteria							
		1-4		4-6		6-8		> 8	
		N	%	N	%	N	%	N	%
Farm capacity (head)	10-20 ^a	7	19.1	11	30.6	8	22.2	10	27.8
	21-30 ^b	2	6.7	11	36.7	6	20.0	11	36.7
	31-40 ^c	0	0.0	3	13.0	8	34.8	12	52.2
	41-50 ^c	0	0.0	0	0.0	3	21.4	11	78.6
	> 50 ^c	0	0.0	0	0.0	7	43.8	9	56.3
	Total	9	5.6	25	15.6	32	20.0	53	33.1

$\chi^2 < 0.05$

It is seen that the cleanliness of the calf pens is given importance in all the farms evaluated (Table 18). According to the size of the farm, the difference in the cleaning of the calf pens was found to be significant ($P < 0.05$). The results of the survey study conducted in Austria were similar to the research results, and the establishments that regularly and infrequently cleaned their shelters were found to be 61.0% and 34.5%, respectively (Klein-Jobstl et al., 2015).

Table 18. Cleaning the calf pens

		Criteria			
		Regular		Irregular	
		N	%	N	%
Farm capacity (head)	10-20 ^a	49	71.0	20	29.0
	21-30 ^b	29	80.6	7	19.4
	31-40 ^c	25	100.0	0	0.0
	41-50 ^c	14	100.0	0	0.0
	> 50 ^c	16	100.0	0	0.0
	Total	133	83.1	27	16.9

$\chi^2 < 0.05$

The answers given to the question "Do you perform dehorning of calves" are yes (17.5%) and no (82.5). These responses revealed that the dehorning practice was not given enough importance in the farms (Table 19) ($P < 0.05$). A study conducted in Afyonkarahisar stated that 17.8% of the farms performed dehorning of calves

(Şahanoğlu 2010). In another study, it is stated that the application of dehorning is applied at a rate of 96% in dairy farms (Stanek et al. 2014).

Table 19. Dehorning application

		Answers			
		Yes		No	
		N	%	N	%
Farm capacity (head)	10-20 ^d	5	7.3	64	92.8
	21-30 ^d	1	2.8	35	97.2
	31-40 ^b	9	36.0	16	64.0
	41-50 ^c	4	28.6	10	71.4
	> 50 ^a	9	56.3	7	43.8
	Total	28	17.5	132	82.5

$\chi^2 < 0.05$

The number of farms that apply dehorning is 28, which is relatively low. As a method, it is seen that these farms prefer electrical (42.9%) and chemical dehorning (57.1%) at very close rates (Table 20). In a survey conducted for farms that use dehorning at a high rate, the methods they use are listed in order of priority as electric (48.1%), gas (29.8%), and chemical cautery (19.8%) (Stanek et al. 2014). Şahanoğlu (2014) states that chemical etching (88.9%) and electric etching (11.1%) techniques are used in dehorning farms.

Table 20. Methods of dehorning application

		Criteria			
		Electrical		Chemical	
		N	%	N	%
Farm capacity (head)	10-20	3	60.0	2	40.0
	21-30	0	0.0	1	100.0
	31-40	4	44.4	5	55.6
	41-50	2	50.0	2	50.0
	> 50	3	33.3	6	66.7
	Total	12	42.9	16	57.1

$\chi^2 = 1.777$

It has been revealed that 32.1% of 28 farms perform the dehorning procedure within the first 2-4 weeks and 28.6% within 4-6 weeks (Table 21). The difference between the age of dehorning according the size of the farms was not found significant.

Table 21. Age of dehorning (week)

		Criteria							
		< 2		2-4		4-6		> 6	
		N	%	N	%	N	%	N	%
Farm capacity (head)	10-20	2	40.0	0	0.0	1	20.0	2	40.0
	21-30	0	0.0	1	100.0	0	0.0	0	0.0
	31-40	2	22.2	4	44.4	2	22.2	1	11.1
	41-50	0	0.0	1	25.0	3	75.0	0	0.0
	> 50	2	22.2	3	33.3	2	22.2	2	22.2
	Total	6	21.4	9	32.1	8	28.6	5	17.9

$\chi^2=11.694$

Conclusion

In this study, managerial practices related to calves survivability in dairy cattle farms in Hendek district of Sakarya province were compared regarding farm sizes. The use of milk marketed for calf feeding in their farms adversely affects their profitability. It has been determined that using milk replacers with milk is not preferred, especially in small-scale farms, and as the farm capacity grows, the use of milk replacers with milk increases. It has been determined that the calves are housed in small-scale farms in a way that is not suitable for animal welfare. Due to the physical conditions of some of the villages visited, the barns are entirely indoors. It has been observed that keeping animals of all ages together in this type of barn creates problems, especially in calves, which are the most sensitive due to ventilation-related issues. It is seen that a significant part of the breeders cannot give up their habits, and they are lacking in researching and applying new techniques for increasing calf welfare and living power. For this reason, training should be a priority for young people, women, and large-capacity farms that are more open to learning. At this point, breeders' associations, universities, and public institutions should set new targets to change breeders' general perceptions and attitudes. Although the answer to the question of what we can do for the welfare of the calves in the farms is relatively high in theory, limited progress can be made in the farms in practice. At the point reached today, although experimental and observational studies have identified critical risk factors for increasing the viability of newborn calves, unfortunately, their implementation is not always realized at the farm level.

Acknowledgments

This study was produced from Merve KARACA's Master Thesis.

The authors declare that there are no conflicts of interest regarding the publication of this paper.

Research and Publication Ethics were followed in this study.

Ethics committee approval was obtained with the decision letter of Bursa Uludağ University Research and Publication Ethics Committee dated 31.01.2022 and numbered 7 of the 2022-01 session.

References

- Akbay, A.H. 2010. Tekirdağ ili süt sığırcılığı işletmelerinin hayvan refahına uyumu. Yüksek Lisans Tezi, NKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, Tekirdağ.
- Anonymous, 1997. Dairy 1996, Part III: Reference of Dairy Cattle Health and Health Management Practices in the United States, 1996. USDA, National Animal Health Monitoring System, Fort Collins, CO.
- Anonymous, 2006. Scientific opinion of the panel on animal health and welfare (AHAW Panel) on a request from the European Commission on the risks of poor welfare in intensive calf farming systems. An update of the scientific veterinary committee report on the welfare of calves. *The EFSA Journal*, 366: 1-36.
- Arthington, J. 1999. Colostrum management in newborn calves. *The Florida Cattleman and Livestock Journal*, November
- Borderas, T.F., De Passillé, A.M. and Rushen, J. 2009. Feeding behavior of calves fed small or large amounts of milk. *J. Dairy Sci.*, 92:2843–2852.
- Chowdhury, S., Barua, S.R., Rakib, T.M., Rahman, M.M., Ferdushy, F., Hossain, M.A., Islam, M.S. and Masduzzaman M. 2017. Survey of calf management and hygiene practices adopted in commercial dairy farms in Chittagong, Bangladesh. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*, 14-22.
- Chua, B., Coenen, E., Delen, J. and Weary, D.M. 2002. Effects of pair versus individual housing on the behavior and performance of dairy calves. *J. Dairy Sci.*, 85: 3360-3364.
- Davis, C.L. and Drackley, J.K. 1998. *The development, nutrition, and management of the young calf*. Iowa State Univ. Press, Ames.
- De Paula Vieira, A., Guesdon, V., De Passille, A.M., Von Keyserlingk, M.A.G. and Weary, D.M. 2008. Behavioural indicators of hunger in dairy calves. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 109: 180-189.
- Earley, B. and Fallon, R.J. 1999. *Calf health and immunity*. Teagasc, Grange Research Centre, Dunsany, Co. Meath. Beef Production Series No:17.
- Godden, S., Feirtag, J., Green, L., Wells, S. and Fetrow, J. 2003. A review of issues surrounding the feeding of waste milk and colostrum. Proc. of the Minnesota Dairy Health Conference. College of Veterinary Medicine, University of Minnesota, St. Paul, MN, pp: 49-61.
- Godden, S.M., Fetrow, J.P., Freitag, J.M., Green, L.R. and Wells, S.J. 2005. Economic analysis of feeding pasteurized non-salable milk versus conventional milk replacer to dairy calves. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 226: 1547-1554.
- Godden, S. 2008. Colostrum Management for Dairy Calves. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 24(1): 19–39.
- Hanninen, L., Hepola, H., Rushen, J., De Passillé, A.M., Pursiainen, P., Tuure, V.M., Syrjälä-Qvist, L., Pyykkönen, M. and Saloniemi, H. 2003. Resting behaviour, growth and diarrhea incidence rate of young dairy calves housed individually or in groups in warm or cold buildings. *Acta Vet. Scand.*, 53: 21-28.

- Hotzel, M.J., Longo, C., Balcaço, L.F., Cardoso, C.S. and Costa J.H.C. 2014. A survey of management practices that influence performance and welfare of dairy calves reared in southern Brazil. *Plos one*, 9(12): 1-17.
- Jasper, J. and Weary, D.M. 2002. Effects of ad libitum milk intake on dairy calves. *J Dairy Sci.*, 85: 3054-3058.
- Jensen, M.B., Vestergaard, K.S., Krohn, C.C. and Munksgaard, L. 1997. Effect of single versus group housing and space allowance on responses of calves during open-field tests. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 54: 109-121.
- Kavuncu, O. 2019. Örneklem yöntemleri.
<http://www.orhankavuncu.com/index.php/bilimsel-arastirma-yontemleri/172-bolum-dort->
(Date of access: 18.12.2019).
- Kertz, A.F., Reutzel, L.F. and Mahoney, J.H. 1984. Ad libitum water intake by neonatal calves in its relationship to calf starter intake, weight gain, feces score, and season. *J. Dairy Sci.*, 67: 2964–2969.
- Khan, M.A., Lee, H.J., Lee, W.S., Kim, H.S., Ki K., Hur, T., Suh, G.H., Kang, S.J. and Choi, Y.J. 2007. Structural growth, rumen development, and metabolic and immune responses of holstein male calves fed milk through step-down and conventional methods. *J. Dairy Sci.* 90:3376-3387.
- Klein-Jobstl, D., Arnholdt, T., Sturmlechner, F., Iwersen M. and Drillich M. 2015. Results of an online questionnaire to survey calf management practices on dairy cattle breeding farms in Austria and to estimate differences in disease incidences depending on farm structure and management practices. *Acta Vet Scand*, 57:44.
- Koyuncu, M. and Altınçekiç, Ş.Ö. 2007. Çiftlik hayvanlarında refah. *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 21 (2): 57-64.
- Koyuncu, M. and Karaca, M. 2018. Buzağılarda yaşama gücünün anahtarı, “kolostrum”. *Journal of Animal Production*, 59 (1): 67-78.
- Livesey, C.T., Harrington, T., Johnson, A.M., May, S.A. and Metcalf, J.A. 1998. The effect of diet and housing on the development of sole haemorrhages, white line haemorrhages and heel erosions in Holstein heifers. *Anim. Sci.* 67:9–16.
- Losinger, W.C. and Heinrichs, A.J. 1997. Management practices associated with high mortality among preweaned dairy heifers. *J. Dairy Res.*, 64: 1–11.
- Morin, D.E., Constable, P.D., Maunsell, F.P. and McCoy, G.C. 2001. Factors associated with colostrum specific gravity in dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 84(4): 937-943.
- Minitab Inc., 2014. MINITAB release 17: statistical software for Windows. (Minitab Inc, USA.).
- Okuyucu, İ.C. 2016. Siyah Alaca sığırlarda kolostrum kalitesi ve süt bileşiminin buzağılarda büyüme performansına etkileri. Yüksek Lisans Tezi, OMÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, Samsun.
- Quigley, J.D., Drewry, J.J. and Martin, K.R. 1998. Estimation of plasma volume in Holstein and Jersey calves. *J. Dairy Sci.* 81:(5): 1308-1312.

- Rincker, L., Davis, L., Vandehaar, M., Wolf, C., Liesman, J., Chapin, L. and Nielson, M.W. 2006. Effects of an intensified compared to a moderate feeding program during the preweaning phase on longterm growth, age at calving, and first lactation milk production. *J. Dairy Sci.*, 89: 438.
- Rushen, J., De Passillé, A. M. Von Keyserlingk, M.A.G. and Weary, D.M. 2008. *The Welfare of Cattle*. Springer, Dordrecht, the Netherlands.
- Santos, GD. and Bittar, C.M.M. 2015. A survey of dairy calf management practices in some producing regions in Brazil. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 44 (10): 361-370.
- Selim, S.A. and Cullor, J.S. 1997. Number of viable bacteria and presumptive antibiotic residues in milk fed to calves on commercial dairies. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 211: 1029-1035.
- Singin, E. 2016. Current status of animal welfare and practices in beef cattle holdings in Elazig province. Yüksek Lisans Tezi, BÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, Bingöl.
- Svensson, C., Lundborg, K., Emanuelson, U. and Olsson, S.O. 2003. Morbidity in Swedish dairy calves from birth to 90 days of age and individual calf-level risk factors for infectious diseases. *Prev. Vet. Med.*, 58: 179-197.
- Stanek, S., Zink, V., Dolezal, O. and Stolc, L. 2014. Survey of preweaning dairy calf-rearing practices in Czech dairy herds. *J. Dairy Sci.*, 97: 3973-3981.
- Şahanoğlu, E. 2014. Afyonkarahisar ili süt sığırcılığı işletmelerinde hayvan refahının barınak ve yetiştirme şartları yönünden değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, KÜ Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, Afyonkarahisar.
- Şeker, G., Tasalı H. and Güler H. 2012. Muş ilinde sığır yetiştiriciliği yapılan işletmelerin yapısal özellikleri. *F.Ü. Sağ. Bil. Vet. Derg.*, 26(1): 09-16.
- Tokgöz, B.S., Özdemir, R., Turut N., Mirioğlu, M., İnce, H., Mahanoğlu, B., Yoldas, A. and Tuzcu N. 2013. Adana bölgesinde görülen neonatal buzağı enfeksiyonlarının morbidite ve mortaliteleri ve risk faktörlerinin belirlenmesi. *AVKAE Derg.*, 3(1): 7-14.
- Uzal, S. and Uğurlu N. 2006. Konya ili besi sığırı işletmelerinin yapısal analizi. *Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20 (40): 131-139.
- Vasseur, E., Borderas, F., Cue, R.I., Lefebvre, D., Pellerin, D., Rushen, J., Wade, K.M. and Passillé A.M. 2010. A survey of dairy calf management practices in Canada that affect animal welfare. *J. Dairy Sci.*, 93:1307-1315.
- Wells, S.J., Dargatz, D.A. and Ott, S.L. 1996. Factors associated with mortality to 21 days of life in dairy heifers in the United States. *Preventive Veterinary Medicine*, 29: 9-19



Tüketicilerin Beyaz Et Tercihlerini Etkileyen Faktörler ve Gıda Harcamaları İçerisinde Beyaz Etin Payı: Bursa İli Örneği^A

İsmail Bülent GÜRBÜZ^{1*}, Esra GEMEÇ², Özgecan KADAĞAN³

Öz: Sağlıklı bir hayatın devam etmesi ve yaşam kalitesinin yükselmesinde beyaz etin önemli bir rolü vardır. Bu besin maddesinin en önemli özelliği yeterli miktarda vitamin ve minerale sahip olmasına ek olarak kolay sindirilebilmesidir. Bu çalışmada, beyaz et tercihlerini etkileyen faktörlerin birbirleriyle olan ilişkisi ve gıda harcamaları içerisinde bu besin için harcanan payın, tüketim tercihleriyle olan ilişkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Araştırma, Bursa ilinde ikamet eden 155 kadın ve 241 erkek olmak üzere, toplam 396 katılımcı ile yüz yüze anket yapılmıştır. Elde edilen veriler, SPSS 28 kullanılarak analiz edilmiştir. Araştırma sorularına cevap bulmak amacıyla Frekans analizi ve Korelasyon analizi uygulanmıştır. Analiz sonucunda katılımcıların %36.6'sı gıdaya %36-50 arasında pay ayırdığı ve beyaz ete %25 ve altında pay ayıran katılımcıların %41.9'luk bir kısım oluşturduğu görülmektedir. Ürünlerin tazeliği ($r=.379$) ($p=.001$), kalitesi ($r=.340$) ($p=.001$), lezzeti ($r=.379$) ($p=.001$) ile organik sertifikalı olması arasında pozitif yönlü kuvvetli bir ilişki bulunmaktadır. Tüketiciler beyaz ette tazelik, kalite ve lezzet arttıkça organik ürünlere daha da eğilim göstermektedir. Gıda harcamaları içerisinde beyaz etin payı ile alışkanlık ($r=.117$) ($p=.020$), bulunma kolaylığı ($r=.194$) ($p=.020$), damak zevkine uyması ($r=.177$) ($p=.001$), fiyatının düşük olması ($r=.132$) ($p=.009$), daha sağlıklı olması ($r=.207$) ($p=.001$) arasında güçlü bir ilişki bulunduğu belirlenmiştir. Beyaz ete ayrılan pay arttıkça alışkanlık, bulunma kolaylığının ve

^A Makale uygulanan anket formu için Bursa Uludağ Üniversitesi Araştırma ve Yayın Etik Kurulları (Fen ve Mühendislik Bilimleri Araştırma ve Yayın Etik Kurulu)'ndan 31 Ekim 2022 tarih ve 2022-08 oturum sayısı kararıyla onay alınmıştır. Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır.

* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** ¹İsmail Bülent Gürbüz, Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, Görükle-Nilüfer, Bursa, Türkiye, bulent@uludag.edu.tr, [OrcID 0000-0001-5340-3725](https://orcid.org/0000-0001-5340-3725)

² Esra Gemeç, Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, Görükle-Nilüfer, Bursa, Türkiye, esraagemec98@hotmail.com, [OrcID 0000-0003-0136-7042](https://orcid.org/0000-0003-0136-7042)

³ Özgecan Kadağan, Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, Görükle-Nilüfer, Bursa, Türkiye, ozgecankadagan@gmail.com, [OrcID 0000-0003-0122-4148](https://orcid.org/0000-0003-0122-4148)

sağlıklı olan bu ürünün tüketimi artış göstermektedir. Tüketicilerin et tüketim sıklıklarının artırılması ve dengeli beslenme için tüketiciler daha çok bilinçlendirilmelidir. Ayrıca, sağlık açısından daha faydalı olan organik ürün tüketimi de yüksek gelir grupları başta olmak üzere teşvik edilmelidir.

Anahtar Kelimeler: Tavuk eti, tüketici tercihleri, sağlıklı beslenme, gıda harcamaları, organik et.

Factors Affecting Consumers' White Meat Preferences and it's Share in Food Expenditures: Bursa Province

Abstract: White meat has an important role in maintaining a healthy life and increasing the quality of life. The most important feature of this nutrient is that it is easily digested in addition to having enough vitamins and minerals. In this study, it has been tried to determine the relationship between the factors affecting white meat preferences and the share of this food in food expenditures with consumption preferences. The research was conducted face-to-face with a total of 396 participants, 155 women and 241 men, residing in Bursa. The obtained data were analyzed using SPSS 28. Frequency analysis and Correlation analysis were applied to find answers to the research questions. As a result of the analysis, it is seen that 36.6% of the participants allocate a share between 36-50% for food and 41.9% of the participants who share a share of 25% or less for white meat. There is a strong positive correlation between the freshness ($r=.379$) ($p=.001$), quality ($r=.340$) ($p=.001$), taste ($r=.379$) ($p=.001$) and organic certification of the products. there is a relationship. Consumers are more inclined towards organic products as the freshness, quality and taste of white meat increases. The share of white meat in food expenditures and habit ($r=.117$) ($p=.020$), ease of availability ($r=.194$) ($p=.020$), taste ($r=.177$) ($p=.001$), low price ($r=.132$) ($p=.009$), and being healthier ($r=.207$) ($p=.001$). As the share allocated to white meat increases, the habit, ease of availability and consumption of this healthy product increase. Consumers should be made more conscious in order to increase the meat consumption and to have a balanced diet. In addition, the consumption of organic products, which are more beneficial for health, should be encouraged, especially for high-income groups.

Keywords: Broiler meat, consumer preferences, healthy diet, food expenditures, organic meat.

Giriş

Sağlıklı bir hayata sahip olmanın yolu, gıdanın gereken miktarda ve düzenli bir şekilde vücuda alınmasından geçmektedir (Şengül ve Zeybek, 2020). Dengeli ve düzenli bir beslenmede hayvansal gıdaların tüketilmesi oldukça önemlidir (Kızıloğlu ve ark., 2013; Bircan ve Eleroğlu, 2019). Bir insanın dengeli bir beslenmeye sahip olabilmesi için günlük protein gereksiniminin %33'ü hayvansal kökenli proteinlerden oluşmalıdır (Örük, 2021).

Bu protein ihtiyacı ise kırmızı et, kanatlı eti ve balık etinden karşılanmaktadır (Altuntaş ve Doğan, 2017; Şengül ve Zeybek, 2020).

Beyaz et düşük düzeyde yağ içeriğine ve yüksek düzeyde protein oranına sahiptir (Stamatopoulou ve Tzimitra-Kalogianni, 2022). Temel gıda maddeleri açısından zengin besin içeriğine sahip olması sebebiyle diyetlerde çok sık tüketilmektedir (Örük, 2021). Obezite benzeri hastalıkların önlenmesinde rol oynamaktadır (Topcu ve ark., 2015). Beyaz etin kolay bulunur olması nedeniyle de insan hayatında önemli bir yeri bulunmaktadır. Bunun aksine kırmızı etin fazla tüketilmesi durumunda çok çeşitli hastalıklar ortaya çıkmaktadır. Bu hastalıkların başında kalp damar rahatsızlıkları gelmektedir (Sevinç ve Ercoşkun, 2020). Bu sebeple uzmanlara göre kırmızı et tüketimi haftada 500 gram ile sınırlı kalmalıdır (Doğan, 2019). Aynı zamanda uzmanlar, kırmızı et yerine beyaz et tüketimini ve sindirimi kolay olan, kalp damar sorunlarının azalmasına yardım eden, omega 3 içeren balık etinin tüketimini tavsiye etmektedir (İkikat ve ark., 2016).

Büyükbaş hayvan yetiştirme alanlarının da günden güne azalması ve kırmızı et sektöründe fiyatların sürekli artış göstermesi insanları beyaz et tüketimine yönlendirmektedir (Saklıca ve ark., 2008; İskender ve ark., 2015). Bu nedenle beyaz et hayvansal kökenli protein kaynaklarının başında gelmektedir (Tosun ve Hatırlı, 2009; Alazawi ve Aljumaili., 2020; Ali, 2021).

Türkiye kanatlı eti üretim miktarı incelendiğinde 2022 yılında 2.471.641 ton üretim yapılmıştır. Buna karşın tüketim miktarı piliç etinde 21.95 kg, hindi etinde 0.54 kg'dır (Besd-Bir, 2022).

Gıda ürünlerinin tüketimi ülkeler arasında çeşitlilik arz etmektedir. Türkiye'de beyaz et tüketim tercihi; tüketicilerin gelir durumları, sosyo-ekonomik yönü, kişisel tercihler ve alışkanlıklara ve ürünlerin fiyatlarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Şengül, 2004; Gurbuz ve Macabangin, 2019). Aynı zamanda beyaz et tüketimini; alışkanlıklar, erişim kolaylığı, pişirme süresinin kısa olması, kesim/paketleme tarihi ve kalite kriterlerinden doğrudan etkilenmektedir.

Beyaz et tüketim tercihlerini etkileyen faktörler

Gıda ürünlerinin tercihinde çeşitli faktörler rol oynamaktadır. Tazelik bu faktörlerin en başında gelmektedir. Tazeliğini kaybeden ürünler zehirlenmelere sebep olabilmektedir. Bu sebeple insanlar için önemli bir besin olan et ürünleri tazeliğini korumalıdır (Öksüztepe ve Beyazgül, 2015). Fakat ürünlerin yapısında meydana gelen mikrobiyal gelişmeler ve kimyasal değişiklikler gıdaların tazeliklerinde olumsuz etki meydana getirmektedir (Kocaman ve Sarımeahmetoğlu, 2010). Ürünlerin tazeliklerinde ortaya çıkan farklılıkların tüketim aşamasından önce tespit edilmesi gıdaların güvenilirliği, tüketicinin bayat üründen korunması ve yaratacağı ekonomik kaybın engellenmesi açısından önemlidir (Fu ve ark., 2019). Et ve et ürünleri besin içeriği ve nem oranı yüksek gıdalar arasındadır (Özkaya ve ark., 2021). Etlerin bozulması, üzerinde çoğalan mikroorganizmaların çalışmalarına bağlıdır (Kuswandi ve Nurfawaidi, 2017). Bu çalışmalar sonucunda etlerin içeriğinde kalıcı hale gelen ve istenilmeyen değişimler gerçekleşir (Özkaya ve ark., 2021). Bu değişimler bozulma olarak isimlendirilir (Fu ve ark., 2019). Etlerin bozulma ve tazeliklerinin kaybedilmesinde depolama alanlarının sıcaklığı son derece etkilidir

(Zhai ve ark., 2019). Çünkü etlerde bulunan mikroorganizmalar belirli bir sıcaklık düzeyinde yaşayabilmektedir. Bu nedenle etlerin soğuk zincirlerde koruma altına alınıp tazeliği korunmaktadır (Petruzzi ve ark., 2017).

Günümüzde insanlar yüksek kaliteli ürünler satın almaya özen göstermektedir. Gıdalarda kalite, ürünleri birbirinden ayıran ve gıdaların tercih edilmesinde etkili olan özelliklerden oluşmaktadır. Kalite tüketicilerin ürünlerde aradığı faydalılık oranını, pratikliğini, işletmelerin güvenilirliği gibi özellikleri kapsamaktadır (Karaca ve Kayaardı, 2004). Nesnel anlamda kalite tanımı ise gıdaların ölçülebilen, kalite standartları ve yönetmelikler ile tespit edilen özelliklerden oluşmaktadır (Petrescu ve ark., 2020). Et ürünlerinde kalite; yeme, uygunluk, dayanıklılık, marka ve güven, et ürünlerinin besinsel değeri olarak sıralanabilmektedir (Karaca ve Kayaardı, 2004). Kanatlı eti kalitesinde hayvanın yaşı, cinsiyeti, yemleme şekli, pH, lezzet, koku, paketlenme ve depolama gibi fiziksel ve kimyasal faktörler etkilidir (Yücesoy ve Kaya, 2022). Tüketiciler besin maddesi açısından zengin, sağlığa uygun şekilde üretilmiş ve üretiminin her aşamasında korunmuş ürünleri kaliteli olarak algılamaktadır. Et ürünlerinin fiyatının diğer gıdalara nispeten yüksek olması tüketicilerin kalite beklentilerini artırabilmektedir.

Fiyat, tüketicilerin satın alımını etkilemektedir. Beyaz etin fiyatı kırmızı ete göre daha düşüktür. Özellikle kırmızı etin fiyatının beyaz ete göre yüksek olması tüketicileri beyaz ete yönlendirmektedir (Sayılı, 2006; Hekimoğlu ve Altındağ, 2009). Beyaz et tüketiminin artışında, yağ oranının az olması ve protein değerinin yüksek olması da etkilidir (Altuntaş ve Doğan, 2017). Kop (2020), tüketicilerin tavuk eti tüketimlerini etkileyen faktörleri incelediği çalışmada tavuk eti alımında en çok dikkat edilen faktör fiyattır (%39). Marka (17.8), tüketim tarihi (%15.7) ve satın alınan yer (%14.5) daha sonraki sıralarda gelmektedir.

Tüketiciler sağlıklı olması, besin içeriği, hayvan haklarının korunması gibi çeşitli sebeplerle organik gıdaları tercih etmektedir (İnan ve ark., 2021). Organik gıdalar herhangi bir kimyasal kullanmadan doğal yöntemler ile kontrollü bir şekilde yapılan bir üretim şeklidir (Rana ve Paul, 2017). Günümüzde geleneksel ürünlerin üretiminde pestisitler kullanılmaktadır. Pestisitler gıdalarda kalıntılar oluşturmakta, çevre ve sağlık problemlerini açığa çıkarmaktadır (Lairon, 2010). Bu bağlamda tüketiciler geleneksel koşullarla üretilen gıdaların yerine daha sağlıklı ve çevreye daha az zarar veren beyaz et ürünlerini tüketmektedir (Ustaahmetoğlu ve Toklu, 2015). Organik üretimde kanatlı hayvanların doğal yemler ile beslenmesi bu ürünlerin tüketimine teşvik etmektedir (İnan ve ark., 2021).

Beyaz et tercih nedenleri ve gıda harcamaları içerisinde beyaz ete harcanan pay

Türkiye’de son yıllarda perakendecilik sektörü çok hızlı bir şekilde gelişmiştir. Dolayısıyla, nihai tüketicinin ürüne erişimi konusunda alternatifler de çoğalmıştır. Tüketiciler kasapların, süpermarketlerin, yerel ve indirimli marketlerin sayısının artması ile çok farklı satın alma seçeneklerine sahiptirler.

Tüketiciler indirimli ürünlerin satıldığı indirim marketlerini tercih etmektedir. Bu marketler diğer perakende satış yapan marketlere kıyasla daha düşük fiyat politikası uygulayan ve kendi markaları adı altında ürettiği ürünleri içeren marketler olarak isimlendirilmektedir (Özkan, 2001; Başfıncı ve ark., 2019). Bu tür marketler

fiyat avantajı sunarken kârı düşük düzeyde tutma, daha ucuza ürün alma ve maliyetleri azaltma stratejilerini benimsemektedir. İndirimli marketlerde daha az sayıda personel çalışmakta, raf düzenine pek fazla önem verilmemektedir (Akkan ve Udul, 2021). Özellikle bayram, yılbaşı gibi önemli günlerde beyaz et ürün fiyatlarının daha düşük olması bu marketlere olan talebi artırmaktadır (Erdogan ve Specialist, 2019). Artan talep ile bu marketlerin sayısında artışlar görülmektedir.

Süpermarketler, aynı ürün grubunda daha fazla seçenek barındıran, uzun yıllardır bilinen ve ülke çapında yaygın olan markaları satan marketlerdir. Bu marketler çok çeşitli gelir grubundaki tüketicilere hitap etmektedir. Daha sık ve daha fazla promosyonlar uygulanmaktadır (Sangalang ve ark., 2017). Tüketicilerin zamanının kısıtlı olması, her çeşit ürünü birlikte buldurması ve çalışma saatlerinin uzun olması gibi avantajlar sağlamaktadır. Tüketicilere düşük fiyatlı ürünlerin vurgulanması, otopark imkanının verilmesi ve tek bir marketten tüm ihtiyaçlarını karşılayabilmesi, kredi kartı ile ödeme imkanının varlığı süpermarketlerin tercih edilme sebepleri arasındadır (Ecevit, 2020). Süpermarketlerde evlere servis imkanının olması tüketicileri buralardan alışveriş yapmaya yönlendirmektedir (Tosun ve Hatırlı, 2009). Son zamanlarda süpermarketlerdeki kasap reyonlarının sayısının artması beyaz et alımında önemli bir yer tutmaktadır. Kırmızı et satın almak isteyen bir tüketicinin reyonlarda beyaz eti görmesi ile birlikte bütçesinin belli bir kısmını beyaz ete ayırabilmektedir. Temizlik ve hijyen konusunda gerekli olan tüm belgelere sahip olan bu reyonlar tüketiciler için daha güvenilir bir ortam oluşturmaktadır.

Kasaplar et alımında en çok tercih edilen satış noktalarıdır. Geleneksel kültürde önemli bir yere sahip olan kasapların o bölgede yaşayan halkın içinden gelen esnaf olması satın alma davranışını doğrudan etkilemektedir. Kasaplar genellikle müşterileri şahsen tanımakta, onların zevklerine yönelik ürünleri çoğunlukla bilmekte ve ödeme açısından kolaylıklar (veresiye vb.) sunmaktadır.

Tüketicilerin satış yeri tercihinin yanısıra gıdaların doğru bir şekilde ambalajlanması gerekmektedir. Gıda ambalajı, içinde bulunan ürünlerin niteliklerini koruyarak, tüketicilere güvenilir bir şekilde ulaşmasına yardımcı olan bir unsurdur (Kadağan ve Gürbüz, 2022; Çelebi ve Bozkurt, 2021). Ambalaj, ürünün bir yerden başka bir yere yüklenmesi, taşınması, depolanması, ürünün raf ömrünü uzatması, ürünün kullanımında kolaylık sağlaması ve ürünlerin satışını kolaylaştırması gibi faydalar bulundurmaktadır (Kokangül ve Fenercioğlu, 2012). Gıdaların ambalajlanmasında genel olarak cam, metal, kâğıt, ahşap gibi malzemelerden yararlanılsa da çevreye zarar vermeyen yeşil ambalajlama da tüketiciler tarafından tercih edilmektedir (Yılan, 2020).

Et ürünleri yapısı sebebiyle diğer gıdalardan daha kısa sürede bozulma eğilimindedir (Aymerich ve ark., 2008; Zhou ve ark., 2010). Ette kalite kaybına sebep olan hastalık yapıcı bakteriler genellikle taşınma esnasında istenmeyen mikroorganizmaların ortaya çıkmasına sebep olmaktadır (Ahmed ve ark., 2017). Aynı zamanda ekonomik kayıplara yol açmaktadır (Sofos, 2008). Ambalajlama ile etin yumuşaklığı korunmakta, bozulmalar geciktirilmektedir (Fang ve ark., 2017). Bu nedenle gıdaların özellikle et ürünlerinin ambalajlanması oldukça önemlidir. Ayrıca ambalajın üzerinde bulunan etikette; ürünün adı, son kullanma tarihi, imal tarihi, dağıtıcı işletmenin ismi ve adres bilgileri yer almaktadır. Et ürünleri için bu özelliklere ilaveten gıda ürününün yöresi-menşei, hangi tarihte kesildiği, veteriner sağlık sertifikası gibi bilgilere de yer verilmektedir (Tekle ve Sağdıç, 2019; Gürbüz ve Kadağan, 2022).

Çağımızın mecbur kıldığı tempolu bir yaşam ile, gelir düzeyinin artış göstermesi ve eğitim düzeyinin yükselmesi güvenli gıdaların tüketimini artırmaktadır. Bireyler tüketmiş oldukları tüm gıda ürünlerinin güvenli olduğunu garanti altına almak istemektedir. Bu sebeple iyi tarım uygulamaları altında bir sistem geliştirilmiştir. Geliştirilen sistem; verimli, insan sağlığına zarar vermeyen, hayvan sağlığı ve hayvan refahı konularında titiz bir üretim modeli oluşturmayı amaçlamaktadır (Yılmaz ve ark., 2019). Bu sistemde toprak analiz edildikten sonra uygun miktarda ve doğru yöntem ile gübreleme yapılmaktadır. İyi tarım uygulamaları ile çevre, üretici ve tüketici korunmaktadır. Ayrıca işçinin ve hayvanların sağlığı da dikkate alınmaktadır (Eryılmaz ve ark., 2019).

Et ürünleri için marka tüketici tercihlerini etkileyen bir diğer unsurdur. Marka, gıda ürününü veya hizmeti tespit etmeye, bunları tanıtmaya, diğer ürünlerden veya hizmetlerden ayıran faktörler olarak tanımlanmaktadır (Kaval, 2021). Gıda ürünlerinde marka ön plana çıkmaktadır. Marka insana sağlıklı ürün sunmakta ve kalite güvencesi vermektedir (Bahşi ve Budak, 2014). Reklamlar markaların bilinirliğini sağlamak için sıkça başvurulan kaynaklardan biridir. Reklamlar ile ortaya konulan her türlü faaliyet zihinde bir algı oluşturma amacı taşımaktadır. Bu algı reklamlar ile ses, görüntü ve slogan vb. unsurlarla tüketicide olumlu fikirler yaratmaktadır (Onurlubaş ve Şener, 2016). Ürün hakkında bilgi verilmesi, ürünlerin tadı, indirim fırsatlarının tanıtılması, bunların ses, görsel, slogan ile bir araya getirilmesi tüketicilerin dikkatini çekmektedir (Atar, 2016).

Beyaz et ucuz protein içermesi ve kırmızı ete göre ucuz olmasının yanında; daha düşük kalori ve düşük kolesterol içermekte, kolayca sindirilebilmektedir (Yücesoy ve Kaya, 2022). Uzmanlar kırmızı etin insan sağlığını kötü etkilediğini ifade etmekte, kalp, damar sağlığı ve hızlı kilo alımına sebep olduğu için beyaz et tüketimini önermektedir (Doğan, 2019). Aynı zamanda beyaz et kırmızı ete göre daha kısa sürede pişmektedir. Bu da tüketicilere zaman kazandırmakta, onları kırmızı et yerine beyaz et tüketimine yönlendirmektedir (Şengül ve Zeybek, 2020). Beyaz et yerel, indirim, süper marketler ve kasaplar gibi birçok yerden satın alınmaktadır. Bu ürününün neredeyse tüm satış noktalarında mevcut olması ürünün bulunabilirliğini artırmaktadır.

Türkiye genelinde tüketicilerin beyaz et tüketim alışkanlıkları, tercihleri ve tercihleri etkileyen faktörleri tespit etmek amacıyla birçok çalışma yapılmıştır (Topcu ve ark., 2015; Ayyıldız ve Çiçek, 2019; Akın ve ark., 2019). Ancak yapılan literatür taramasında Bursa ilinde tüketicilerin; beyaz et tüketim tercihlerini etkileyen etmenlere ve beyaz et tercih nedenleri ile gıda harcamaları içerisinde beyaz ete harcanan payı ortaya koyan bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu araştırma ile Bursa ilindeki tüketicilerin beyaz et tüketim alışkanlıkları ve tercihleri ortaya konularak literatüre katkı sağlamak amaçlanmıştır.

Araştırma hipotezleri

Beyaz et tüketimi insanlar için sağlıklı bir hayvansal protein kaynağı iken insanlar bu eti tüketirken çeşitli faktörlerin etkisi altında kalmaktadır. Bu faktörlerin en önemlileri tazelik, kalite ve lezzettir. İnsanlar günlük beslenmelerinde fiyata ek olarak ürünün hangi koşullarda üretildiğine, organik sertifika içerip içermediğine dikkat etmektedir. Tüketiciler organik ürünleri seçerek kendilerini güvence altına almaya çalışmaktadır. Et ürünlerinin gerekli tüm denetimleri geçirerek sofralarına gelmeleri gıda güvenliğiyle paralellik göstermektedir.

Turan ve Demircan (2021), yapmış olduğu araştırmada katılımcıların organik ürünleri daha sağlıklı, lezzetli ve kaliteli olduğunu ifade etmiştir. Parlakay ve ark. (2022) yapmış oldukları araştırmada beyaz et tercihlerini etkileyen faktörlerin başında tazelik, kalite, lezzet ve imal tarihinin geldiğini tespit etmiştir. Aytöp (2019), çalışmasında beyaz et satın alımında etin tazeliği ve kalitesi en çok dikkat edilen faktörler arasında yer almaktadır. Tüketicilerin beyaz et tercih sebepleri ürünün tazeliği, kalitesi, lezzeti, organik olması gibi birçok faktörden etkilenmekte ve bu faktörler birbirlerini de etkilemektedir. Bu sebeple aşağıda yer alan soru sorulmuştur.

1: Katılımcıların beyaz et tüketim tercihlerini etkileyen faktörlerin birbirleri arasında anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişki bulunmaktadır.

Boz (2019), araştırmasında tüketicilerin gelirleri arttıkça bulunma kolaylığının arttığını, insanların daha sağlıklı ve lezzetli ürünlere yöneldiğini tespit etmiştir. Aytöp (2019) çalışmasında gıda harcamaları içerisinde beyaz ete yaklaşık %10'luk bir pay ayırdığını ve beyaz etin sağlık, alışkanlık ve fiyat açısından uygun görüldüğü için tüketildiğine ulaşmıştır. Katılımcılar beyaz et ürünlerini satın alırken birçok faktörden etkilenmektedir. Bu faktörler; alışkanlık, bulunma kolaylığı, beyaz etin diğer et türlerine göre daha sağlıklı olması ve daha kolay pişirilmesidir. Mevcut araştırmada da bu faktörlerle beraber gıda harcamaları içerisinde beyaz ete ayrılan pay incelenmek amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda aşağıdaki araştırma sorusu oluşturulmuştur.

2: Gıda harcamaları içerisinde beyaz ete ayrılan pay ile beyaz et tercih sebepleri arasında anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişki bulunmaktadır.

Materyal ve Yöntem

Çalışma alanı

Bursa şehri 40° boylam, 28-30° enlem daireleri aralığında bulunan, Marmara Denizi'nin güneydoğusunda ve Türkiye'nin kuzey bölgesinde yer alan bir şehirdir (T.C. Bursa Valiliği, 2022). Doğu bölgesinde Sakarya, Bilecik, kuzeyinde İstanbul, İzmir, Marmara Denizi, Yalova, güneyinde Kütahya, Eskişehir, batı bölgesinde ise Balıkesir iliyle komşudur. Toplamda 11.027 km² bir alana sahiptir. Bursa'nın 17 ilçesi (Gemlik, Büyükorhan, Harmancık, Gürsu, İznik, İnegöl, Keles, Karacabey, Mudanya, Kestel, Orhaneli, Mustafakemalpaşa, Yenişehir, Orhangazi, Osmangazi, Yıldırım ve Nilüfer), 230 beldesi ve 659 kır yerleşimi bulunmaktadır (Kültür ve Turizm Bakanlığı, 2019). Ekonomik yönden Türkiye'nin en gelişmiş şehirleri arasında yer alan Bursa, en önemli sanayi şehirlerinden biridir. Bursa ili Türkiye İstatistik Kurumu'nun (TÜİK) 2021 yılı verilerine göre 3 147 818 milyon nüfusa sahiptir. İlin ortalama hane halkı büyüklüğü 3.24 kişidir (TÜİK, 2020a). Toplam hane halkı sayısı ise 966 765'tir (TÜİK, 2022).

Anket, ailede alışverişten sorumlu olan bireylere uygulanmıştır. Eğer ailede alışveriş yapan birey beyaz et tüketmiyor ise ailede beyaz et tüketen diğer bireyler ile çalışma gerçekleştirilmiştir.

Örneklem

Çalışmada katılımcı sayısının belirlenmesi amacıyla olasılıklı örnekleme çeşitlerinden biri olan basit tesadüfi örnekleme şekli kullanılmıştır (Acharya ve ark., 2013). Bu yöntemin en büyük avantajı katılımcıların her birinin eşit olasılıkla örneğe girmesidir. Aynı zamanda bu yöntem, örnekleme hatasının ve istatistiki işlemlerin kolay şekilde değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır (Kilic, 2013).

Anket uygulanacak örneklem sayısı aşağıda verilen formül ile hesaplanmıştır (Collins, 1986; Akbay ve ark., 2007).

$$n = \frac{(z)^2 p(1-p)}{d^2} \quad (1)$$

Formül uygulandığında,

$$n = \frac{(1.96)^2}{(4)(0.05)^2} = 384.16 \quad (2)$$

n: Örneklem büyüklüğü, z: Belirlenen önem düzeyi tablo değeri (1.96), p= popülasyon tahmin oranı (0.5), d= Örneklem hatası için (0.05)'dir.

Bursa ili için 384 katılımcı yeterli görülürken ankette eksik veya kayıp verilerin olma ihtimali göz önüne alınarak 396 katılımcı ile anket çalışmasına son verilmiştir.

Veri toplama

Bu araştırma Kasım-Aralık 2022 tarihlerinde Bursa ili kentsel kesiminde yaşayan, ailede beyaz et tüketen bireyler ile yapılmıştır. Araştırmada yapılandırılmış anket yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemin kullanılma sebebi ise daha güvenilir ve doğru verilere ulaşmasıdır (Cheung, 2014).

Çalışmanın beyaz et tüketim ile ilgili olan kısmı katılımcılar ile yüz yüze gerçekleştirilmiştir. Bireyler ankete katılmadan önce anket soruları anketör tarafından sesli bir şekilde okunmuştur (Gürbüz ve Kadağan, 2019).

Anket uygulanmadan önce katılımcılardan izin alınmış, bireysel bilgilerin gizli bir şekilde tutulacağı ve anket sorularına vermiş oldukları yanıtları yalnızca akademik çalışma amacıyla kullanılacağı aktarılmıştır.

Ankette mevcut olan sorular yabancı ve yerli çalışmalarda kullanılan soruların beyaz et tüketim anketine uyarlanmasıyla oluşturulmuştur. Kop (2020) ve Şengül ve Zeybek (2020)'in tavuk eti tüketim sıklığı, tavuk eti satın alımında en çok dikkat edilen husus, tüketicilerin tavuk etini tercih etme sebepleri hakkındaki sorular örnek alınmıştır. Bu sonuçlara ilaveten Ayyıldız ve Çiçek (2019) tarafından yapılan "Tavuk Eti Tüketimini Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi: Ankara İli Örneği" çalışmasındaki sorular yeniden düzenlenerek araştırmaya uyarlanmıştır. Diğer sorular ve ifadeler özgün bir biçimde hazırlanmıştır.

Ankette mevcut olan soruların, ifadelerin akıcı ve anlaşılabilir olması amacıyla sorular alanında uzman bir akademisyene gösterilmiş, gerekli değişiklikler yapılarak son şeklini almıştır. Ancak anket uygulama aşamasına geçmeden önce Bursa Uludağ Üniversitesi'nde lisans eğitimi gören 20 öğrenciye pilot çalışma yapılmıştır. Pilot çalışma sonucunda elde edilen veriler ana örneklem dahilinde kabul edilmemiştir.

Beyaz et tüketim anketi 42 adet soru içermektedir. İlk 10 soru katılımcıların demografik bilgilerini tespit etmeye yönelik sorulardır. 22 soru beyaz et tüketimini belirlemeye yönelik sorulardır. Geriye kalan 10 soru ise katılımcıların tavuk eti tercih etme ve etmeme nedenleri, hindi eti tercih etme nedenleri, beyaz et tercihlerini etkileyen faktörler, organik veya iyi tarım uygulamaları içermesi, işlenmiş tavuk/hindi eti tercihi ve sıklığı, işlenmiş gıdalar, balık eti tercih etme ve etmeme nedenleri şeklinde olup 4'lü Likert Ölçeği (1=Kesinlikle Katılmıyorum, 2=Katılmıyorum, 3=Katılıyorum; 4=Kesinlikle Katılıyorum) şeklinde hazırlanmıştır.

Veri analizi

Anket sonunda katılımcılardan veriler toplanmış, katılımcıların sorulara vermiş oldukları cevaplar detaylıca kontrol edilmiştir. Veriler SPSS 28 kullanılarak analiz edilmiştir. İlk olarak verilerin normal dağılım gösterip göstermediğine bakılmıştır. Verilerin normal dağılım göstermesi durumunda parametrik, tersi durumda non-parametrik testler kullanılmaktadır. Bu amaçla Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk normallik testleri yapılmıştır. Analiz sonucunda $p=0.870>0.05$ olarak bulunmuş ve veriler normal dağılım göstermektedir.

Anket sorularına verilmiş olan yanıtların ne kadar güvenilir olduğunu belirlemek için Cronbach's Alpha güvenilirlik kat sayısı $\alpha=0.930$ olarak bulunmuştur. Analiz sonucunun $0.81<\alpha<1.00$ arasında olması "ölçek yüksek güvenilirliktedir" anlamındadır (Heddy ve Sinatra, 2013; Kilic, 2016).

Araştırma bulgularını belirlemek amacıyla çapraz tablolar oluşturularak frekans ve yüzde değerleri verilmiştir ve Korelasyon analizi yapılmıştır. Korelasyon analizi, iki değişken arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla kullanılmaktadır (Lindley, 1990). Değişkenler arasındaki ilişkinin gücünü, derecesini ve yönünü belirlemeye yardımcı olmaktadır. Korelasyon katsayısı -1 ile +1 aralığında değer almaktadır. +1'e yakın olan korelasyon katsayısı iki değişken arasında pozitif yönlü mükemmel bir ilişki olduğunu, -1 olan korelasyon katsayısının iki değişken arasında negatif yönlü mükemmel bir ilişkiye sahip olduğunu göstermektedir. Korelasyon katsayısı sıfır olduğunda ise iki değişken arasında doğrusal bir ilişki bulunmadığı anlamına gelmektedir (Gogtay ve Thatte, 2017).

Bulgular ve Tartışma

Katılımcıların sosyo-demografik özellikleri

Bu araştırma kapsamında katılımcıların cinsiyet, yaş, medeni durum, öğrenim durumu, ailede yaşayan kişi sayısı, istihdam durumu ve aylık gelirleri incelenmiştir. Bu bilgiler detaylıca (Çizelge 1) verilmiştir.

Katılımcıların yarısından fazlası erkek (%60.9), %39.1'ü kadındır. Araştırma kapsamında 295 katılımcı evli, 101 katılımcı bekar. Çalışmada en yüksek katılımcı grubunu ailede 1-3 kişi ile yaşayanlar (196 kişi) oluşturmaktadır. Bunu 4-6 kişilik ailede yaşayan katılımcılar takip etmektedir (194 kişi). Katılımcıların büyük çoğunluğu çekirdek ailede yaşamaktadır. İstihdam durumu açısından değerlendirildiğinde katılımcıların %23.2'si emekli, %21'i memur, %21.7'si özel sektörde çalışmaktadır. 25 katılımcı ise işsizdir. 396 katılımcıdan 115'i (%29) lisans, 100'ü (%25,3) lise mezunudur. 25 kişi ise sadece okuma yazma bilmektedir. Katılımcıların yaşları incelendiğinde, 80 kişi 23-30 yaş aralığındadır. Katılımcıların çoğunluğu (%39,9) 51-60 yaş aralığındadır. Gelir grupları açısından katılımcılar incelendiğinde 109 katılımcı 8001-12000 TL, 100 katılımcı 5501-8000 TL arasında gelire sahiptir. Geliri 16001 TL ve üzeri olan katılımcı sayısı 41'dir.

Çizelge 1. Katılımcıların demografik verileri

		N	%			N	%
Cinsiyet	Erkek	241	60.9	Ailedeki kişi sayısı	1-3	196	49.5
	Kadın	155	39.1		4-6	194	49
Medeni durum	Evli	295	74.5		7+	6	1.5
	Bekar	101	25.5	Toplam aylık gelir	5500 TL ve altı	52	13.1
Yaş	23-30	80	20,2		5501-8000 TL	100	25.3
	31-40	58	14,6		8001-12000 TL	109	27.5
	41-50	60	15,2		12001-16000 TL	94	23.7
	51-60	158	39,9		16001 TL ve üzeri	41	10.4
	61 ve üzeri	40	10,1		İstihdam durumu	Emekli	92
Öğrenim durumu	Okur-yazar	25	6,3	Özel sektör		86	21.7
	İlkokul	74	18,7	Memur		83	21.0
	Ortaokul	42	10,6	Serbest meslek		71	18
	Lise	100	25,3	Ev hanımı		29	7.3
	Lisans	115	29	İşsiz		25	6.3
	Lisansüstü	40	10,1	Öğrenci		10	2.5

Katılımcıların gıda harcamalarına ayırdıkları pay

Toplam harcamalar içerisinde gıdaya en çok pay ayıran katılımcı %36-50 aralığında yer alan 145 kişidir. 133 kişi toplam harcamalarının %26-35'ini gıdaya ayırmaktadır. Gıdaya toplam harcamaları içerisinde en çok pay (%76 ve üzeri) ayıran katılımcı sayısı 6'dır (Çizelge 2).

Ayyıldız ve Çiçek (2019) çalışmasında, Ankara'daki katılımcıların aylık gelirlerini ve gıda harcamalarını incelemiştir. Çalışma sonucunda Mamak ilçesinde yaşayanların Çankaya ilçesinde yaşayanlara oranla daha fazla gelire sahip olduğuna ve Çankaya ilçesinde gıda harcama oranının daha yüksek olduğu sonucuna ulaşmıştır. Mevcut çalışma ile yukarıdaki çalışma incelendiğinde gelir dağılımının farklılık gösterdiği ve farklı yaş gruplarında bireylerin olması gıda harcamalarını etkilediği düşünülmektedir.

Katılımcıların %41.9'u (166 kişi) beyaz ete %25 ve altı pay ayırmaktadır. Bunu %26-35 aralığında pay ayıran 133 katılımcı takip etmektedir. Beyaz ete %76 ve üzeri pay ayıran katılımcı sayısı 4'tür (Çizelge 2).

Türkiye’de hane halkı tüketim harcamalarının %19.4’ünü gıda ve alkolsüz içecekler oluşturmaktadır (TÜİK, 2020b).

Bircan ve Eleroğlu (2019) çalışmasında Kayseri, Yozgat ve Sivas illerinde anket çalışması gerçekleştirmiştir. Çalışma sonucunda ankete katılan bireylerin aylık gıda harcamaları içerisinde beyaz etin payını incelemiştir. Beyaz et için %5-10 arasında pay ayıran katılımcıların oranı, Sivas’ta %36,30, Yozgat’ta %27,40 ve Kayseri’de %36,30’dur. Beyaz et ürünlerine %11-15 arasında pay ayıran %41,44 ile Sivas ilindedir. Beyaz ete %31-35 arasında pay ayıranların oranı sırasıyla Sivas’ta %19, Yozgat’ta %30,2, Kayseri’de %50,8’dir.

Mevcut çalışma ve Bircan ve Eleroğlu’nun (2019) çalışması farklılık göstermektedir. Bu farklılığın sebebi katılımcıların yaş ortalamasından kaynaklanmaktadır. Mevcut çalışmadaki katılımcıların %39,9’u 51-60 yaş aralığındadır. Bircan ve Eleroğlu’nun (2019) çalışmasındaki katılımcıların yaşları çoğunlukla (%27,8) 25-34 yaş arasındadır. Katılımcılar yaşları arttıkça beyaz et gibi sağlıklı ürünlere yönelmektedir. Yaşı nispeten küçük olan katılımcıların daha çok lezzet, damak zevki ve tercihlerine göre hareket etmeleri, onların gıda harcamaları içerisinde beyaz et için harcadığı payı etkilemektedir. Gelişmişlik düzeyi açısından bakıldığında Bursa ilinin Sivas, Yozgat ve Kayseri illerinden daha iyi bir konumda olması da beyaz ete ayrılan payda etkili olduğu tahmin edilmektedir.

Çizelge 2. Katılımcıların gıda harcamalarının payı

Toplam harcamalar içerisinde gıda harcamalarının payı	N	%	Gıda harcamaları içerisinde beyaz ete harcanan pay	N	%
%25 ve altı	53	13.4	%25 ve altı	166	41.9
%26-35	133	33.6	%26-35	133	33.6
%36-50	145	36.6	%36-50	66	16.7
%51-75	59	14.9	%51-75	27	6.8
%76 ve üzeri	6	1.5	%76 ve üzeri	4	1

Tüketicilerin beyaz et tercihini etkileyen faktörlerin birbirleriyle ilişkisi

Tüketicinin beyaz et tercihini etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Tüketici tercihlerini bireyin yaşı, cinsiyeti ve geliri etkilediği gibi ürünün tazeliği, fiyatı, kalitesi, lezzeti ve organik olması da etkilemektedir (Aral ve ark., 2013). Parlakay ve ark. (2022) yaptıkları çalışmada katılımcıların beyaz et tercihlerini etkileyen faktörlerin başında tazelik (%89), kalite (%80.1) ve lezzet (%77.2) faktörlerinin geldiği sonucuna ulaşılmıştır.

Yapılan korelasyon analizi sonucuna göre beyaz et tüketim tercihlerini etkileyen faktörler alt grubu ile ürünlerin organik sertifikalı olması arasında anlamlı ve güçlü bir ilişki vardır. Analiz sonucuna göre ürünün tazeliği ile organik sertifikalı olması arasında ($r=.340$) ($p=.001$), kalite ile organik sertifikalı olması arasında ($r=.379$) ($p=.001$), lezzet ile organik sertifikalı olması arasında ($r=.224$) ($p=.001$) pozitif yönlü bir ilişki bulunmaktadır (Çizelge 3).

Turan ve Demircan (2021) Isparta ilinde yaptıkları çalışmada, organik ürünlerin tüketimini ve mevcut durumunu incelemiştir. Çalışmada organik ürünleri sırasıyla sağlıklı, katkısız, lezzetli ve kaliteli olduğu için tercih edildiği sonucuna ulaşmıştır.

İki çalışmada da ürünlerin organik olması, ürünlerde kalite ve lezzet beklentilerini artırmaktadır. Mevcut çalışmada (%33.3) ve Turan ve Demircan'ın çalışmasında katılımcıların (%51.56) çoğunluğu lisans mezunudur. Katılımcıların eğitim durumlarının yüksekliği onları daha sağlıklı, daha katkısız ürün almaya yönlendirmektedir. Kimyasal ilaç kullanımının her yıl daha fazla artmasıyla topraklardaki kalıntı miktarı da yükselmektedir. Zamanla bu topraklarda yetiştirilen hayvanlar da bu kalıntılardan olumsuz yönde etkilenmektedir (Özbeç ve Altın, 2021).

Organik ürünlerin herhangi bir kimyasal madde içermemesi, doğal ürün olarak nitelendirilmesi tüketicide tazelik, kalite ve lezzet beklentilerini artırmaktadır. Özellikle kimyasal pestisit kalıntı ve kokusu olmaması ürünlerin daha lezzetli olmasını sağlamaktadır. Bu sebeple organik ürün sertifikası olan, kaliteli ve lezzetli beyaz et ürünleri daha çok tercih edilmektedir. Bu bağlamda hem çevrenin korunması sağlanmakta hem de tüketicilerin yaşam kalitesi artmaktadır. Elde edilen sonuçlara göre beyaz et tüketim tercihlerini etkileyen faktörler alt grubu ile ürünlerin organik sertifikalı olması arasında pozitif bir ilişki vardır. Bu nedenle hipotezin desteklediği belirlenmiştir.

Çizelge 3. Tüketicilerin beyaz et tercihlerini etkileyen etmenlerin birbirleriyle ilişkisi

		Tazelik	Fiyat	Kalite	Lezzet	Organik sertifikalı olması
Tazelik	r	1	.179**	.570**	.522**	.340**
	p		<.001	<.001	<.001	<.001
	N	396	396	396	396	396
Fiyat	r	.179**	1	.207**	.200**	.098
	p	<.001		<.001	<.001	.053
	N	396	396	396	396	396
Kalite	r	.570**	.207**	1	.583**	.379**
	p	<.001	<.001		<.001	<.001
	N	39	396	396	396	396
Lezzet	r	.522**	.200**	.583**	1	.224**
	p	<.001	<.001	<.001		<.001
	N	396	396	396	396	396
Organik sertifikalı olması	r	.340**	.098	.379**	.224**	1
	p	<.001	.053	<.001	<.001	
	N	396	396	396	396	396

**p<0.001

Beyaz et tercih sebepleri ve gıda harcamaları içerisinde beyaz ete ayrılan pay

Beyaz et hayvansal kaynaklı protein açısından zengin bir besindir. Bu nedenle, insanlar beslenmelerinde daha çok beyaz eti tüketme eğilimindedir. Beyaz etin fiyatının diğer etlere oranla daha düşük olması tüketiciler tarafından tercih edilme sebebidir.

Yapılan Pearson korelasyon analizi sonucuna göre alt gruplar ile gıda harcamaları içerisinde beyaz ete harcanan pay arasında bir ilişki olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Analiz sonucuna göre; gıda harcamaları içerisinde beyaz ete harcanan pay ile alışkanlık arasında ($r=.117$) ($p=.020$), bulunma kolaylığı ($r=.194$) ($p=.001$), damak zevkine uyması ($r=.177$) ($p=.001$), fiyatının diğer etlere göre daha düşük olması ($r=.132$) ($p=.009$), daha sağlıklı olması ($r=.207$) ($p=.001$), pişirilmesinin kolay olması ($r=.133$) ($p=.008$) ve insanların daha çok sevmesi arasında ($r=.139$) ($p=.006$) pozitif yönlü, güçlü bir ilişki bulunmaktadır (Çizelge 4).

Boz (2019) çalışmasında tüketicilerin gelirlerine göre kırmızı et ve beyaz et satın alma eğilimlerini incelemiştir. Gelir gruplarına göre beyaz et tercih sebeplerini araştırmayı amaçlamıştır. Çalışma sonucunda tüketicilerin gelirleri arttıkça bulunma kolaylığının, alışkanlıklarının, daha sağlıklı ürün tüketiminin ve daha lezzetli ürünlerin tercih edilme eğiliminin arttığına ulaşılmıştır. Yapılan çalışma ile mevcut çalışma benzerlik göstermektedir. Beyaz et satış yerlerinin çokluğu beyaz etin bulunabilirliğini artırmaktadır. Gerek kırsal bölgelerde gerekse metropollerde bakkal, market ve kasapların sayılarının her geçen gün artması kolay erişilebilen bu ürüne tüketicilerin gıda harcamaları içerisinde daha büyük pay ayırdıkları öngörülmektedir.

Tüketicilerin gelir düzeyinin artması onları daha sağlıklı ve protein kaynağı açısından zengin olan beyaz ete yönlendirmektedir. Beyaz et, kırmızı et fiyatına göre daha düşüktür. Bu sebeple tüketiciler gelirleri doğrultusunda beyaz eti tüketmektedir. Et insanların eski zamanlardan bugüne kadar tüketiminin devam ettiği besin maddesidir. Beyaz etin hem lezzetli olması hem de damakta bıraktığı haz bu ürünün tüketimini alışkanlık haline getirmektedir. Bunun yanında satış kanallarının belli günlerde yaptığı indirimler ve reklamların bu indirimleri duyurmak için yapmış olduğu faaliyetler tüketicileri beyaz ete daha fazla pay ayırmaya yönlendirmektedir.

Gaziantep ilinde yapılan bir çalışmada tüketicilerin gıda harcamaları içerisinde beyaz ete ortalama %9.66'lık bir pay ayırdığı belirlenmiştir (Aytıp, 2019). Aynı çalışmada beyaz etin sağlıklı olması, fiyatı ve alışkanlıkların önemli olduğu ifade edilmiştir. Mevcut araştırma bulguları Aytıp (2019) ile paralellik göstermektedir. Beyaz ete ayrılan pay çok yüksek olmasa da bu et tüm gelir grupları tarafından tüketilmektedir. Katılımcıların kırmızı etin fazla tüketiminin kolesterole yol açtığını, aynı zamanda fiyatının biraz daha düşük olması sebebiyle beyaz et tercih ettiklerine ulaşılabilir. Tüketicilerin Covid-19 ile beslenmelerine daha çok özen göstermesi, beyaz et tüketimini artırmıştır. Beyaz et nispeten kırmızı et kadar sağlık problemlerine sebep olmamaktadır. İnsanların tempolu yaşamlarında kolay pişirilen, diyetlerde popüler olan bu eti tüketmeleri, tüketicileri beyaz ete daha fazla pay ayırmaya teşvik etmektedir. Alt gruplar ile gıda harcamaları içerisinde beyaz ete harcanan pay arasında pozitif bir ilişki bulunmaktadır. Bu sebeple araştırma sorusu öngörülen sonucu desteklemektedir.

Çizelge 4. Beyaz et tercih nedenleri ve gıda harcamaları içerisinde beyaz etin payı

		Beyaz etin payı	Alışkanlık	Bulunma kolaylığı	Damak zevki	Fiyat düşüklüğü	Sağlıklı	Pişimi kolay	İnsanların sevmesi
Beyaz etin payı	r	1	.117*	.194**	.177**	.132*	.207**	.133*	.139*
	p		.020	<.001	<.001	.009	<.001	.008	.006
	N	39	396	396	396	396	396	396	396
Alışkanlık	r	.117*	1	.544**	.463**	.319**	.390**	.304**	.219**
	p	.020		<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001
	N	396	396	39	396	396	396	396	396
Bulunma kolaylığı	r	.194**	.544**	1	.448**	.467**	.394**	.423**	.302**
	p	<.001	<.001		<.001	<.001	<.001	<.001	<.001
	N	396	396	396	396	396	396	396	396
Damak zevki	r	.177**	.463**	.448**	1	.288**	.457**	.325**	.239**
	p	<.001	<.001	<.001		<.001	<.001	<.001	<.001
	N	396	396	396	396	396	396	396	396
Fiyat düşüklüğü	r	.132*	.319**	.467**	.288**	1	.210**	.345**	.062
	p	.009	<.001	<.001	<.001		<.001	<.001	.220
	N	396	396	396	396	396	39	396	396
Sağlıklı	r	.207**	.390**	.394**	.457**	.210**	1	.445**	.309**
	p	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001		<.001	<.001
	N	396	39	396	396	396	396	396	396
Pişirilmesi kolay	r	.133*	.304**	.423**	.325**	.345**	.445**	1	.371**
	p	.008	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001		<.001
	N	396	396	396	396	396	396	396	396
İnsanların sevmesi	r	.139*	.219**	.302**	.239**	.062	.309**	.371**	1
	p	.006	<.001	<.001	<.001	.220	<.001	<.001	
	N	396	396	396	396	396	396	396	396

*p<.050 **p<.001

Sonuç

Sağlıklı beslenme insanların hayatlarını devam ettirmeleri için gereklidir. Bu sebeple hayvansal kökenli gıdalar, içerdikleri protein miktarı ile vazgeçilemez ve diğer gıdalar ile karşılaştırılmaz durumdadır.

Türkiye’de daha çok bitkisel kökenli protein tüketimi yapılmaktadır. Hayvansal kökenli protein tüketimi yeterli seviyede değildir. Bu durumun sebepleri arasında hayvansal kaynaklı ürünlerin fiyatının yüksek olması, tüketim tercihleri ve alışkanlıkları gelmektedir.

Bu çalışmada, Bursa ilinde yaşayan tüketicilerin beyaz et tüketim durumları incelenmiştir. Araştırma, tüketicilerin beyaz et tercihlerini etkileyen faktörlerin belirlenmesi ve beyaz et tercih sebeplerinin gıda harcamalarını nasıl etkilediğini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Tüketicilerin tazelik, kalite ve lezzet beklentileri arttıkça organik ürünleri daha çok tercih ettiği sonucuna ulaşılmıştır. Beyaz et tercih sebepleri arasında yer alan; alışkanlık, bulunma kolaylığı, daha düşük fiyatta olması ve kolay pişirilmesinin artması gıda harcamaları içerisinde beyaz ete ayrılan payı da artırdığı bilgisi elde edilmiştir.

Türkiye’de beyaz et tüketiminin artırılması amacıyla farklı aroma ve baharata sahip beyaz et ürünlerinin arzı artırılabilir. Tüketimi artırmak için Tarım ve Orman Bakanlığı öncülüğünde kampanyalar düzenlenerek üretici firmaları ve tüketicileri birleştirecek bir ortamın oluşturulması beyaz et tüketimini olumlu yönde etkileyeceği tahmin edilmektedir.

Covid-19’un sebep olduğu tedirginlik insanların gıda tüketiminde hijyen koşullarına daha çok önem vermeye yöneltmiştir. Bu sebeple beyaz et ürünleri tüketiciye ulaştırılmadan önce numune alım sıklıkları artırılmalı ve bu örnekler mikrobiyolojik açıdan denetlenmelidir.

Beyaz et kalitesi hayvanlara yedirilen yemlerin içeriğine ve hayvan refahı gibi birçok özelliğinden etkilenmektedir. Beyaz etin besin içeriği ile ilgili tüketicilerin yanlış bilgilerinin düzeltilmesi bu sektörü daha da ilerletecektir. Bu yanlış bilgilerin düzeltilmesi amacıyla tüketicilere kitapçıklar dağıtılarak tüketicilerin bilgilendirilmesi gerekmektedir.

Son yıllarda tüketicilerin gelirlerine paralel olarak organik ürün satım alımlarında artış görülmektedir. Beyaz et satın alımında organik üretim modeliyle yetiştirilen hayvanlara herhangi bir antibiyotik veya geliştirmeyi artırmak için hormon kullanılmamaktadır. Bu sebeple son dönemlerde gelir düzeyi yüksek olan insanlar organik ürün tüketimine önem vermektedir. Her çeşit gelir grubuna sahip olan tüketicinin organik etleri satın almaya yönlendirmek için devlet tarafından üreticiye destek verilerek organik etlerin fiyatının azaltılması sağlanabilir. Devlet müdahalesi ile halkın daha sağlıklı ürün tüketmesi ve firmaların çevreye zarar vermeyen üretim modelini benimseyeceği tahmin edilmektedir.

Diğer literatürdeki araştırmalar gibi bu araştırma da farklı sınırlılıklara sahiptir. Araştırma Bursa ilinde yapılmıştır. Araştırmanın Marmara Bölgesi’nin diğer illerini de kapsayacak şekilde genişletilebilmesi bu bilgilerin doğruluğu açısından faydalı olacaktır. İkinci olarak çalışmanın zaman ve örneklem kısıtı bulunmaktadır. Araştırmada tüketicilerin beyaz et tercihlerini etkileyen faktörler, beyaz et tercih sebepleri ve gıda harcamaları içerisinde beyaz ete ayrılan pay incelenmiştir. Bu kısıtlar sebebiyle toplam tüketilen et içerisinde beyaz etin payının ne kadar olduğuna ve işlenmiş beyaz et tüketim sıklığına yer verilmemiştir. Daha sonraki yapılacak olan çalışmalarda bu konulara yer verilmesi ve bu kısıtların etkisinin azaltılması önerilmektedir.

Teşekkür Bilgi Notu

Bu makale kapsamında uygulanan anket formu için Bursa Uludağ Üniversitesi Araştırma ve Yayın Etik Kurulları (Fen ve Mühendislik Bilimleri Araştırma ve Yayın Etik Kurulu)’ndan 31.10.2022 tarih ve 2022-08 oturum sayısı kararıyla onay almıştır. Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır. Yazarlar çalışmaya ortak katkı sağlamış ve yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynakça

- Acharya, A., Prakash, A., Saxena, P. and Nigam, A. 2013. Example: Why and how?. *Indian Journal of Medical Professionals*, 4(2): 330-333. <https://doi.org/10.7713/ijms.2013.0032>
- Ahmed, I., Lin, H., Zou, L., Brody, A.L., Li, Z., Qazi, I. M., Pavasea, T.R. and Lv, L. 2017. A comprehensive review on the application of active packaging technologies to muscle foods. *Food Control*, 82: 163-178. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2017.06.009>
- Akbay, C., Tiryaki, G. ve Gül, A. 2007. Consumer characteristics influencing fast food consumption in Turkey. *Food Control*, 18(8): 904-913. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2006.05.007>
- Akın, A.C., Çevrimli, M.B., Mat, B., Arıkan, M.S. ve Tekindal, M.A. 2019. Veteriner fakültesi öğrencilerinin beyaz et tüketimi üzerine etki eden faktörlerin değerlendirilmesi. *Kocatepe Veteriner Dergisi*, 12(4): 456-462. <https://doi.org/10.30607/kvj.639871>
- Akkan, E. ve Udul, V. 2021. Gıda perakendeciliğinde algılanan hizmet kalitesinin süpermarket ve indirim marketleri kapsamında karşılaştırılması. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 30(1): 83-205. <https://doi.org/10.35379/cusosbil.833310>
- Alazawi, M.J.K. and Aljumaili, J.S.A. 2020. An economic analysis of the demand for meat (poultry, red meat, fish in Iraq for the period 2004-2018 using Almost Ideal System (AIDS). *Tikrit Journal of Administration and Economics Sciences*, 16(52): 258-272.
- Ali, B. 2021. Consumer attitudes towards healthy and organic food in the Kurdistan region of Iraq. *Management Science Letters*, 11(7): 2127-2134. <https://doi.org/10.5267/j.msl.2021.2.015>
- Altuntaş, B. ve Doğan, H.G. 2017. Kırşehir ili kentsel alanda hane halkının kanatlı et tüketim alışkanlıklarının ve satın alma kararını etkileyen faktörlerin belirlenmesi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 34(2): 20-28. <https://doi.org/10.13002/jafag1143>
- Aral, Y., Aydın, E., Demir, P., Akın, A.C, Cevger, Y., Kuyululu, Ç.Y.K. ve Arıkan, M.S. 2013. Ankara ilinde tavuk eti tüketici tercihleri ve tüketim durumu. *Türk Veteriner ve Hayvan Bilimleri Dergisi*, 37(5): 582-587.
- Atar, M. 2016. Claims of food advertisements: An analysis of magazine ads. *Journal of Anadolu University Faculty of Communication Sciences*, 0(24): 187-207.
- Aymerich, T., Picouet, P.A. and Monfort, J.M. 2008. Decontamination technologies for meat products. *Meat Science*, 78: 111-129. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.07.007>
- Aytop, Y. 2019. Gaziantep ili merkez ilçede kuş eti görseli. *Kümes Hayvanları Araştırma Dergisi*, 16(1): 14-18. <https://doi.org/10.34233/jpr.529517>
- Ayyıldız, M. ve Çiçek, A. 2019. Tavuk eti tüketimini etkileyen faktörlerin belirlenmesi: Ankara ili örneği. 4. Uluslararası Sosyal, Beşeri ve İdari Bilimlerde Yenilikçi Yaklaşımlar Sempozyumu, 22-24 Kasım 2019, Samsun, Türkiye, s:307-312.

- Bahşi, N. ve Budak, D.B. 2014. Tüketicilerin gıda ürünlerini satın alma davranışı üzerine pazarlama iletişimi araçlarının etkisi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 1(Özel Sayı-1): 1349-1356.
- Başfıncı, C., Çilingir Ük, Z. ve Gültekin, Y. 2019. Türkiye'deki indirim marketlerinin marka imajlarının sosyal ağ analizi yöntemiyle incelenmesi: A101, BİM ve ŞOK örneği. *Uluslararası Ekonomi ve Yenilik Dergisi*, 5(2): 277-300. <https://doi.org/10.20979/ueyd.601243>
- Besd-Bir. 2022. Beyaz Et Sanayicileri ve Damızlıkçıları Birliği, İstatistikler. <https://besd-bir.org/tr/statistikler> (Erişim Tarihi: 17.05.2023).
- Bircan, H. ve Eleroğlu, H. 2019. Hanehalkı gider analizi ve gıda harcamalarında tavukçuluk ürünlerinin oranı. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7(9): 1497-1502. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v7i9.1497-1502.2564>
- Boz, V. 2019. Tüketicilerin gelir grupları itibariyle kırmızı et ve tavuk eti satın alma eğilimlerinin karşılaştırmalı analizi: Tekirdağ Süleymanpaşa ilçesi örneği, Yüksek lisans tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Tarım Ekonomisi Bölümü.
- Cheung, A.K.L. 2014. Structured questionnaires. In: Michalos A.C. (eds) Encyclopedia of Quality of Life and Well-Being Research. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-007-0753-5_2888 pp. 6399–6402
- Collins, M. 1986. Sampling, consumer market research handbook country-of-origin labeling. *Journal of Agriculture and Applied Economics*, 37(1): 49-63.
- Çelebi Sezer, Y. ve Bozkurt, H. 2021. Et ve et ürünlerinin üretimi ve saklanması antimikrobiyal ambalajlama sistemlerinin kullanımı. *Food and Health*, 7(2): 150-163. <https://doi.org/10.3153/FH21016>
- Doğan, N. 2019. TRA1 Bölgesinde (Erzurum, Erzincan, Bayburt) hanelerin kırmızı et, tavuk eti ve balık eti tüketimine yönelik mevcut durum üzerine bir araştırma. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 6(2): 285-295 <https://doi.org/10.30910/turkjans.557121>
- Ecevit, M.Z. 2020. Tüketicilerin market alışveriş davranışları. *Academic Review of Consumer Behavior and Research*, 1(1): 10-30.
- Erdogan, C. and Specialist, S. 2019. Market fact sheet: Turkey. Retail Foods Report, Ankara. <https://www.fas.usda.gov/data/turkey-retail-foods-4>
- Eryılmaz, G.A., Kılıç, O. ve Boz, İ. 2019. Türkiye’de organik tarım ve iyi tarım uygulamalarının ekonomik, sosyal ve çevresel sürdürülebilirlik açısından değerlendirilmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 29(2): 352-361. <https://doi.org/10.29133/yyutbd.446002>
- Fang, Z., Zhao, Y., Warner, R.D. and Johnson, S.K. 2017. Active and intelligent packaging in meat industry. *Trends in Food Science & Technology*, 61: 60-71. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.01.002>
- Fu, L., Wang, A., Zhang, H., Zhou, Q., Chen, F., Su, W., Yu, A., Ji, Z. and Liu, Q. 2019. Analysis of chicken breast meat freshness with an electrochemical approach. *Journal of Electroanalytical Chemistry*, 855: 113622. <https://doi.org/10.1016/j.jelechem.2019.113622>

- Gogtay, N. J. and Thatte, U.M. 2017. Principles of correlation analysis. *Journal of the Association of Physicians of India*, 65(3): 78-81.
- Gurbuz, I.B. and Macabangin, M. 2019. Factors affecting consumer's behaviour on purchasing and consumption of food products. *Scientific Papers: Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*, 19(1): 215-222.
- Gürbüz, İ.B. ve Kadağan, Ö. 2019. Büyükşehir yasasının kırsala etkileri; Bursa ili örneği. *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 33(2): 209-226.
- Gürbüz, İ.B. ve Kadağan, Ö. 2022. Gıda ambalajlarında değişen tüketici tercihleri. *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 36(2): 357-376. <https://doi.org/10.20479/bursauludagziraat.1073370>
- Heddy, B.C. and Sinatra, G.M. 2013. Transforming misconceptions: Using transformative experience to promote positive affect and conceptual change in students learning about biological evolution. *Science Education*, 97(5): 723-744.
- Hekimoğlu, B. ve Altındeğer, M. 2009. Kanatlı hayvan eti sektör raporu, sorunları ve çözüm önerileri. Samsun Tarım İl Müdürlüğü, Nisan 2019, Samsun.
- İkikat Tümer, E., Akbay, C., Koşum, T. ve Ünal, S.A. 2016. Kahramanmaraş ili kent merkezinde tavuk eti tüketim alışkanlıkları ve tüketimi etkileyen faktörler. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi*, 19(4): 433-437.
- İnan, R., Bekar, A. ve Uurlu, H. 2021. Tüketicilerin organik gıda satın alma davranışları ve tutumlarına ilişkin bir değerlendirme. *Turizm ve Gastronomi Araştırmaları Dergisi*, 9(1): 220-235. <https://doi.org/10.21325/jotags.2021.786>
- İskender, H., Kanbay, Y. ve Özçelik, E. 2015. Artvin Çoruh Üniversitesi öğrencilerinin tavuk eti tüketim tercihleri. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Veteriner Dergisi*, 29(1): 9-13.
- Kadağan, Ö. ve Gürbüz, İ.B. 2022. Gıda ürünlerinde akıllı ambalaj sistemleri. XVII. XVII. Ekonomi, İşletme ve Yönetim Üzerine Uluslararası Balkan ve Yakın Doğu Kongresi, 12-13 Mart 2022, Plovdiv, Bulgaristan, s:529-533.
- Karaca, S. ve Kayaardı, S. 2004. Et ve et ürünlerinde tüketici beğenisini etkileyen kalite faktörleri. *Akademik Gıda*, 2(6): 6-9.
- Kaval, K.E. 2021. İçecek sektöründeki firmaların hirose yöntemiyle marka değerinin hesaplanması. *Pazarlama İçgörüsü Üzerine Çalışmalar*, 5(2): 59-70.
- Kızıloğlu, R., Kızılaslan, H. ve Dölek, G. 2013. Ekolojik yumurta ile endüstriyel yumurta tüketim tercihlerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma: Tokat il merkez örneği. *Alınları Ziraat Bilimler Dergisi*, 24(B): 20-28.
- Kilic, S. 2013. Sampling methods. *Journal of Mood Disorders*, 3(1): 6-44. <https://doi.org/10.5455/jmood.20130325011730>
- Kilic, S. 2016. Cronbachs Alpha reliability coefficient. *Journal of Mood Disorders*, 6(1): 47-48 <https://doi.org/10.5455/jmood.20160307122823>

- Kocaman, N. ve Sarımehtemtoğlu, B. 2010. Gıdalarda akıllı ambalaj kullanımı. *Veteriner Hekim Dergisi*, 81(2): 67-72.
- Kokangül, G. ve Fenercioğlu, H. 2012. Gıda endüstrisinde akıllı ambalaj kullanımı. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 7(2): 31-43.
- Kop Bozbay, C. 2020. Bir devlet üniversitesindeki (Eskişehir Osmangazi Üniversitesi) personel ve öğrenciler arasında farklı etlik piliç barınma ve besleme sistemlerinin tüketici tercihi ve algısı. *Türk Tarım Dergisi-Gıda Bilimi ve Teknolojisi*, 8(8): 1643-1649. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v8i8.1643-1649.3388>
- Kuswandi, B. and Nurfawaidi, A. 2017. On-package dual sensors label based on pH indicators for realtime monitoring of beef freshness, *Food Control*, (82): 91-100. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2017.06.028>
- Kültür ve Turizm Bakanlığı. 2019. Bursa İli Genel Bilgiler. <https://bursa.ktb.gov.tr/TR-70229/cografya.html> (Erişim tarihi: 5.11.2022).
- Lairon, D. 2010. Nutritional quality and safety of organic food. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 30(1): 33-41. <https://doi.org/10.1051/agro/2009019>
- Lindley, D.V. 1990. Regression and correlation analysis. In *Time Series and Statistics*, London. 237-243p.
- Onurlubaş, E. ve Şener, T. 2016. Markalı ürün ile ilgili tüketici düşüncelerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (35): 325-341.
- Öksüztepe, G. ve Beyazgül, P. 2015. Akıllı ambalajlama sistemleri ve gıda güvenliği. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Veteriner Dergisi*, 29(1): 67 – 74.
- Örük, G. 2021. Üniversite öğrencilerinin hayvansal ürün tüketim alışkanlıkları: Siirt Üniversitesi örneği. *Hayvansal Üretim*, 62(1): 45-52. <https://doi.org/10.29185/hayuretim.756763>
- Özbey, Z.K. ve Altınar, D.D. 2021. Organik tarım kavramı ve organik gıdaya yönelik tüketici davranışlarının incelenmesi. Uluslararası Marmara Sosyal Bilimler Kongresi, Sonbahar 2021, Kocaeli Üniversitesi, Türkiye. s:364.
- Özkan, B. 2001. Antalya ilinde tüketicilerin süpermarket seçimi ve satın alma davranışları. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 06(1-2): 1-5.
- Özkaya, P., Dağbağlı, S. ve Kayaardı, S. 2021. Ette tazeliğin belirlenmesi: Yeni yaklaşımlar. *Gıda Dergisi*, 46(4): 1053-1067. <https://doi.org/10.15237/gida.GD21078>
- Parlakay, O., Uçar, F., Ateş, M., Gönül, E. ve Şukuf, M.E. 2022. Tüketicilerin tavuk eti satın alma ve tüketim tercihlerinin belirlenmesi: Hatay örneği. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(3): 556-564. <https://doi.org/10.37908/mkutbd.1124623>
- Petrescu, D.C., Vermeir, I. and Petrescu-Mag, R.M. 2020. Consumer understanding of food quality, healthiness, and environmental impact: A cross-national perspective. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(1): 169. <https://doi.org/10.3390/ijerph17010169>
- Petruzzi, L., Corbo, MR, Sinigaglia, M. and Bevilacqua, A. 2017. Microbial spoilage of foods: Fundamentals. Woodhead Publishing, p:1-21.

- Rana, J. and Paul, J. 2017. Consumer behavior and purchase intention for organic food: A review and research agenda. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 38: 157-165
<https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2017.06.004>
- Saklıca, A., Kadanalı, E. ve Dağdemir, V. 2008. Erzurum ili merkez ilçede ailelerin tavuk eti tüketim ve satın alma davranışları üzerine bir araştırma. VIII. Tarım Ekonomisi Kongresi, 25-27 Haziran 2008, Bursa, Türkiye, s:16-425.
- Sangalang, R.S., Anne, J. and Plaza, M. 2017. Factors influencing consumers' impulse buying behavior in the fifth district of cavite. DLSU Research Congress, 2017 De La Salle University, 20-22 Haziran 2017, Manila, Philippine, p:1-6.
- Sayılı, M. 2006. Kuş gribinin tüketicilerin tavuk eti tüketim alışkanlıklarına etkisi (Tokat ili örneği). *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Dergisi*, 23(2): 25-31.
- Sevinç, İ.A. ve Ercoşkun, H. 2020. Kırmızı et tüketimi, kolesterol ve beslenme. *Gıda ve Yem Bilimi-Teknoloji Dergisi*, 24: 1-7.
- Sofos, J.N. 2008. Challenges to meat safety in the 21st century. *Meat Sciences*, 78: 3-13.
<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.07.027>
- Stamatopoulou, M. and Tzimitra-Kalogianni, I. 2022. Consumers' profile analysis for chicken meat, during the first wave of COVID-19 pandemic: Case of Northern Greece. *Journal of Agricultural Science*, 33(1): 162-175 <https://doi.org/10.15159/jas.22.01>
- Şengül, S. 2004. Türkiye'de gelir gruplarına göre gıda talebi. *ODTÜ Gelişme Dergisi*, 31: 115-148.
- Şengül, T. ve Zeybek, A. 2020. Diyarbakır il merkezinde yaşayan tüketicilerin tavuk eti algıları ve bu algıları etkileyen faktörler üzerinde bir araştırma. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 7(2): 433-444.
<https://doi.org/10.30910/turkjans.725835>
- T.C. Bursa Valiliği. 2022. Bursa. <http://www.bursa.gov.tr/ilcelerimiz> (Erişim tarihi: 24.12.2022)
- Tekle, Ş. ve Sağdıç, O. 2019. Helal gıda kapsamında gıda ambalaj ve kaplama maddelerinin incelenmesi. *Helal ve Etik Araştırmalar Dergisi*, 1(2): 122-128.
- Topcu, Y., Uzundumlu, A. ve Baran, D. 2015. Tüketicilerin tavuk eti tüketimi ile ilgili tutum ve davranışlarını etkileyen faktörlerin analizi. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 3(5): 242-247.
<http://dx.doi.org/10.24925/turjaf.v3i5.242-247.69>
- Tosun Ö. ve Hatırlı, S.A. 2009. Tüketicilerin kırmızı et satın alım yerleri tercihlerinin analizi: Antalya ili örneği. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisat ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 14: 433-445.
- Turan, B. ve Demircan, V. 2021. Organik ürün tüketiminin mevcut durumu ve tüketimi etkileyen faktörler: Isparta ili örneği. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(2): 154-168.
- TÜİK. 2020a. Türkiye İstatistik Kurumu, İllere Göre Hanehalkı sayıları. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=Nufus-ve-Demografi-109> (Erişim tarihi: 5.11.2022).

- TÜİK. 2020b. Türkiye İstatistik Kurumu, Hanehalkı Tüketim Harcaması, 2019. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Hanehalki-Tuketim-Harcamasi-2019-33593> (Erişim tarihi: 5.11.2022).
- TÜİK. 2021. Türkiye İstatistik Kurumu, Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Sonuçları, 2020. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Adrese-Dayali-Nufus-Kayit-Sistemi-Sonuclari-2020-37210> (Erişim tarihi: 5.11.2022).
- TÜİK. 2022. Türkiye İstatistik Kurumu, İllere ve Hanehalkı Tiplerine Göre Hanehalkı Sayısı. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=Nufus-ve-Demografi-109> (Erişim tarihi: 1.08.2022).
- Ustaahmetoğlu, E. ve Toklu, İ.T. 2015. Organik gıda satın alma niyetinde tutum, sağlık bilinci ve gıda güvenliğinin etkisi üzerine bir araştırma. *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 11(1): 197-211.
- Yılan, E.E. 2020. Ambalaj tasarımlarındaki yeşil reklam uygulamaları üzerine bir inceleme. *Sanat-Tasarım Dergisi*, (11): 52-56. <https://doi.org/10.35333/Sanat.2020.262>
- Yılmaz, H., Sağlam, C., Gül, M., Aydın, B. ve Ayasan, T. 2019. Adana ilinde uygulama ve uygulama dışı çiftçilerin genel özellikleri ve iyi tarım uygulamalarına ilişkin görüşleri. *Türk Tarım-Gıda Bilimi ve Teknolojisi Dergisi*, 7(12): 2069-2074. <http://dx.doi.org/10.24925/turjaf.v7i12.2069-2074.2742>
- Yücesoy, F. ve Kaya, H. 2022. Kanatlı et kalitesi üzerine beslemenin etkisi. *Palandöken Hayvan Bilimleri Teknoloji ve Ekonomi Dergisi*, 1(1): 42-53.
- Zhai, X., Li, Z., Shi, Y., Huang, X., Sun, Z., Zhang, D., Zou, X., Sun, Y., Zhang, J., Holmes, M., Gong, Y., Povey, M. and Wang, S. 2019. A colorimetric hydrogen sulfide sensor based on gellan gum-silver T nanoparticles bionanocomposite for monitoring of meat spoilage in intelligent packaging. *Food Chem*, 30(290): 135–143 <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.03.138>
- Zhou, G.H., Xu, X.L. and Liu, Y. 2010. Preservation technologies for fresh meat. *Meat Science*, 86: 119-128. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.04.033>



Bursa İlinde Tüketicilerin Kırmızı Et Tüketim Tercihlerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma^A

İsmail Bülent GÜRBÜZ^{1*}, Simge ER², Özgecan KADAĞAN³

Öz: Kırmızı et, insanların hayatını sağlıklı bir şekilde devam ettirebilmeleri için yeterli ve dengeli beslenme yönünden önemli bir hayvansal protein kaynağıdır. Tüketicilerin gelirleri doğrultusunda kırmızı et satın alma alışkanlıkları değişmektedir. Kırmızı et satın alımını, tazelik, lezzet, marka, kolay bulunabilirlik, ambalaj gibi faktörler yakından etkilemektedir. Bu unsurlar, tüketicinin geliri doğrultusunda esneklik gösterebilmektedir. Çalışmada tüketicilerin gelirleri doğrultusunda kırmızı et satın alma davranışlarını incelemek amaçlanmıştır. Tüketicilerin gelirlerine göre kırmızı et satın alma davranışlarının incelenmesi de diğer amaçlar arasındadır. Araştırmada, basit tesadüfi örnekleme yöntemi ile belirlenen 433 kişi ile yüz yüze anket yapılmıştır. Veriler SPSS 28 ile analiz edilmiştir. Araştırma sorularına cevap bulmak amacıyla Frekans analizi, One-Way ANOVA ve Korelasyon analizi uygulanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, tüketiciler kırmızı eti çoğunlukla haftada birkaç defa tüketmektedir (%49). Bu tüketiciler kırmızı eti en çok ayda birkaç defa satın almaktadır (%27). Ankete katılan bireyler öncelikli olarak tavuk (%40.9) ve sığır eti (%38.1) tercih etmektedir. Tüketicilerin küçükbaş hayvan tüketiminin oldukça az olması da kırmızı et tüketimini etkileyen bir diğer unsurdur. Gelir durumunun değişmesi, tüketicilerin satın alma sıklıklarını etkilemektedir. Özellikle 5 500 TL ve altı gelir grubu ile diğer gelir grupları arasında farklılıklar mevcuttur. Araştırmaya katılan tüketicilerin gelirleri arttıkça kırmızı

^A Makale uygulanan anket formu için Bursa Uludağ Üniversitesi Araştırma ve Yayın Etik Kurulları (Fen ve Mühendislik Bilimleri Araştırma ve Yayın Etik Kurulu)'ndan 31 Ekim 2022 tarih ve 2022-08 oturum sayısı kararıyla onay alınmıştır. Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır.

* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** ¹İsmail Bülent Gürbüz, Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, Görükle-Nilüfer, Bursa, Türkiye, bulent@uludag.edu.tr, [OrcID 0000-0001-5340-3725](https://orcid.org/0000-0001-5340-3725)

² Simge Er, Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, Görükle-Nilüfer, Bursa, Türkiye, esimger@gmail.com, [OrcID 0000-0002-8011-2699](https://orcid.org/0000-0002-8011-2699)

³ Özgecan Kadağan, Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, Görükle-Nilüfer, Bursa, Türkiye,ozgecankadagan@gmail.com, [OrcID 0000-0003-0122-4148](https://orcid.org/0000-0003-0122-4148)

et satın alırken tercih ve beklentileri de farklılaşma eğilimi göstermektedir. Gelirleri artan tüketiciler daha lüks markalara ve ambalajlara yönelmektedir. Bursa’da kırmızı et satın alma sıklığının artırılması için tüketiciler küçükbaş hayvanların besin ve sağlık yönünden olumlu katkısı konusunda bilgilendirilmelidirler. Ayrıca, üreticilere ve girdi temin edenlere daha fazla destek verilerek kırmızı et yetiştiricileri teşvik edilebilir.

Anahtar Kelimeler: Dengeli beslenme, gelir durumu, kırmızı et, tüketici beklentileri, tüketim tercihleri.

A Study on the Determination of Consumers’ Red Meat Consumption Preferences in Bursa

Abstract: Red meat is one of the important animal protein sources that are included in an adequate and balanced diet for people to continue their lives in a healthy way. The frequency of purchasing red meat changes in line with the income of the consumers. Factors affecting the purchase of red meat; freshness, taste, brand, easy availability and packaging. These factors can show flexibility in line with the incomes of consumers. In the study, it is aimed to examine the red meat purchasing behavior of consumers in line with their income. Expected characteristics and consumption preferences of consumers while purchasing red meat according to their income are among other purposes. In the research, a face-to-face survey was conducted with 433 people determined by simple random sampling method. Data were analyzed with SPSS 28. Frequency analysis, One-Way ANOVA and Correlation analysis were applied to find answers to the research questions. According to the results of the research, consumers mostly consume red meat several times a week (49%). These consumers mostly buy red meat a few times a month (27%). Individuals participating in the survey primarily prefer chicken (40.9%) and beef (38.1%). The low consumption of sheep and goats is another factor affecting the consumption of red meat. The change in income status affects the purchasing frequency of consumers. There are differences between income groups of 5 500 TL and below and other income groups. As the income of the consumers participating in the research increases, the characteristics they expect when purchasing red meat and the differentiation of their consumption preferences is another result. Consumers with increasing incomes tend to turn to more luxury brands and packaging. In order to increase the frequency of purchasing red meat in Bursa, consumers should be informed about the positive contribution of small cattle in terms of nutrition and health. In addition, red meat breeders can be encouraged by giving more support to producers and input suppliers.

Keywords: Balanced diet, income status, red meat, consumer expectations, consumption preferences.

Giriş

Dünyadaki en büyük sorunların başında yetersiz ve dengesiz beslenme gelmektedir (Saygın ve Demirbaş, 2018). Gıda güvenliği ve beslenme durumu raporuna göre 2021 yılında dünyada 828 milyon insan yeterli gıdaya ulaşamamıştır (FAO ve ark., 2022). Yeterli ve dengeli beslenme insanların hayatlarını sağlıklı bir şekilde sürdürebilmelerine yardımcı olmanın yanında insanlığın gelişimine de önemli bir katkısı vardır (Uzunöz ve Karakaş, 2014).

Yeterli ve dengeli beslenme; sağlıklı bir hayatın devamlılığı, vücudun kendisini yenilemesi ve bedenin ihtiyaç duyduğu enerjiyi alabilmesi için besin öğelerinin doğru miktarlarda alınmasıdır (Saygılı ve ark., 2022). Yeterli ve dengeli beslenmede bitkisel ürünlerin yanı sıra hayvansal kaynaklı ürünler de bulunmaktadır. Hayvansal kaynaklı ürünlerden biri olan et ise dengeli beslenme için çok önemlidir (Çelik, 2021). Kırmızı et, birçok ülkede insanların diyetlerinde temel besin maddesi olarak yer almaktadır (Profeta ve ark., 2021). Kırmızı et yapısında protein, omega-3, demir, çinko ve B12 vitamini bulundurmaktadır (Ekmekcioglu ve ark., 2018). Büyüme dönemindeki çocuklar, orta yetişkinlik dönemindeki bireyler ve gebeler için günlük hayatta 100-150 gram etin tüketilmesi tavsiye edilmektedir (Özyürek ve ark., 2019). Bu bağlamda bireylerin yeterli ve dengeli beslenmesinde kırmızı etin önemli bir rolü bulunmaktadır. Ancak kırmızı et ve ürünlerinin yüksek fiyatlı olması, bireylerin tüketimini sınırlamaktadır (Ozkan ve ark., 2023). Kırmızı et tüketimini artırmak için bireylerin et ürünlerini satın alırken nelere dikkat ettikleri son derece önemlidir.

Tüketiciler, beslenmede önemli bir yere sahip olan kırmızı eti satın almadan önce bazı faktörlerden etkilenmektedir (Wang ve ark., 2022). Tüketiciler aileden, sosyal gruplardan ve arkadaş çevresinden etkilenmektedir (Bashir ve ark., 2019). Bu yönlendirmeler, bireylerin satın alma kararlarını da değiştirmektedir. Aynı zamanda tüketiciler satın alma kararını dışarıdaki faktörlere bağlı olarak da hareket etmektedirler (Kahraman ve Uysal, 2020). Zaman, sosyal ve fiziksel ortam tüketicilerin davranışlarını olumlu ve olumsuz yönde değiştiren diğer unsurlardır (Şahin ve Akballı, 2019). Özellikle fiziki ortam, kırmızı et ürünlerinde satın alma kararını doğrudan etkilemektedir.

Çeşitli faktörler bireylerin kırmızı et tercihlerini etkilemektedir (Ozkan ve ark., 2023). Kalite, marka ve fiyat bu faktörlerindedir. Tüketiciler için etin taze ve lezzetli olması önemli bir faktördür (Mir ve ark., 2017). Etin, son tüketim tarihinin geçmemesi ve fiyatının düşük olması beklenmektedir (Sapmaz ve Yercan, 2015). Ambalaj, kalite, marka ve satın alınan yer ise diğer beklentiler arasındadır. Her birey için önemi farklı olan bu unsurlar kırmızı et satın alımını doğrudan etkilemektedir (Khan ve ark., 2015). Aynı zamanda bireyler kırmızı eti alışkanlık, bulunma kolaylığı, doyurucu ve yumuşak olması gibi faktörlerden dolayı da tercih etmektedir (Pophiwa ve ark., 2020).

Kırmızı et satın alımını, tüketimini ve tüketicilerin beklentilerini en çok bireyin geliri etkilemektedir. Bu bağlamda Bursa ili örneği ile Türkiye'deki tüketicilerin gelirlerine göre kırmızı et satın alma sıklıkları, beklenen özellikler ve tüketim tercihleri bu çalışmayla incelenmiştir.

Tüketicilerin gelirleri doğrultusunda satın alma davranışları

Tüketici davranışı, bireylerin ihtiyaçlarını gidermek için mal ve hizmetleri seçmeye, satın almaya ve kullanmaya yönlendiren kararları ifade etmektedir (Bashir ve ark., 2019; Öncül ve ark., 2019; Mehta ve ark., 2020). Tüketici davranışlarını; sosyo-kültürel, demografik, durumsal ve psikolojik faktörler etkilemektedir (Gurbuz ve Macabangin, 2019; Kahraman ve Uysal, 2020). Sosyo-kültürel özellikler; kültür, alt kültür, sosyal sınıf, referans grupları ve ailedir (Gümüş, 2020). Demografik özellikler; yaş, meslek, cinsiyet, çevre duyarlılığı, yaşam tarzı ve ekonomik özellikleri kapsamaktadır. Durumsal faktörler ise tüketicilerin mal ve hizmetleri satın alma kararı sırasında ortaya çıkmaktadır (Şahin ve Akballı, 2019). Zaman, satın alma nedeni, sosyal ve fiziksel ortam bu faktörün içindedir (Zia ve ark., 2020). Psikolojik faktörler ise motivasyon, algı, öğrenme, inanç ve tutumlardır (Kotler, 2002).

Tüketici davranışlarını etkileyen bu faktörler bireyler arasında farklılık göstermekle birlikte zaman içerisinde de değişmektedir (Kadağan ve Gürbüz, 2022a). 2020 yılında dünyayı geniş çapta ve olumsuz yönde etkileyen Covid-19 pandemisi nedeniyle tüketici davranışları büyük oranda değişmiştir (Chenarides ve ark., 2021; Gurbuz ve Ozkan, 2021). Pandemi ile tüketiciler organik ürünleri daha fazla tüketmeye ve gıdaların içeriklerine dikkat ederek satın almaya özen göstermişlerdir (Richards ve Rickard, 2020; Shaikh, 2020). Tüketiciler yaşadıkları bu durum karşısında ihtiyaç duyulandan daha fazla ürün satın almış ve fiyat unsurunu önemsememişlerdir (Baltacı ve Akaydın, 2020).

Gıdalar, tüketicilerin sağlıklarını direkt olarak etkileyen ürünlerdir. Bu sebeple gıda ürünleri satın alma kararında bireyler daha dikkatli davranmaktadır (Öncül ve ark., 2019). Tüketicilerin sağlıklı beslenmeye olan ilgisi, değişen demografik özellikleri, yaşam tarzları ve gelirlerindeki artış gıdaya yönelik talepleri artırmaktadır. Sağlıklı beslenmenin önemini farkında olan bireyler hastalıkları engellemek, fiziksel ve zihinsel sağlığı korumak için daha yüksek bir fiyat ödemeye hazırdır (Micale ve ark., 2018). Buna karşın düşük gelirli tüketiciler, ödeyecekleri ücretle alabilecekleri en yüksek seviyede gıda ürünü elde etmeye çalışmaktadır (Salvatore ve ark., 2022).

Ülkelerin gelişmişlik seviyeleri ve yaşam standartlarının oluşturulmasında hayvansal kaynaklı ürünlerin kişi başına düşen tüketim miktarları önemli bir kistastır (Yaylak ve ark., 2010; Akçay ve Vatansever, 2013; Çelik, 2021). Tüketicilerin geliri arttıkça karbonhidratlı gıda tüketimi azalmakta buna karşın proteinli gıdaları daha fazla tüketmektedir (Kizilaslan ve ark., 2008). İktisadi İşbirliği ve Gelişme Teşkilatı (OECD) 2022 yılı verilerine göre, kişi başına en fazla kırmızı et tüketen ülkelerden biri 50.2 kg ile Amerika Birleşik Devletleri'dir (OECD, 2022). ABD'yi sırasıyla Şili (49.1 kg), Arjantin (48.6 kg), Kore (45 kg), Avustralya (44.4 kg) ve Vietnam (42.5 kg) takip etmektedir. Bu ülkeler kırmızı et tüketiminde sığır ve koyun etine ilaveten domuz eti de tüketmektedir. Türkiye'de ise kişi başına kırmızı et tüketimi 15.3 kg olarak bildirilmiştir.

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre Türkiye'de toplam 1.952.038 ton sığır, manda, koyun ve keçi eti üretimi gerçekleştirilmiştir (TÜİK, 2022a). Kırmızı et üretiminin yarısından fazlası (%74.83) sığır etinden karşılanmaktadır. Sığır etinden sonra ise %19.77 ile koyun eti gelmektedir. Keçi ve manda eti üretimi ise diğer et üretim miktarlarına göre çok sınırlıdır.

Türkiye’de kırmızı et tüketiminin diğer ülkelere oranla düşük olmasının belli başlı nedenleri bulunmaktadır (Alev, 2019). AB ve Güney Kore gibi ülkelerde kırmızı et tüketiminin büyük kısmını domuz eti oluşturmaktadır (Choe ve ark., 2015; Whitton ve ark., 2021). Bu da kırmızı et tüketim miktarını artırmaktadır. Ancak, Türkiye’de yaşayan insanların çoğunluğunun Müslüman olmasından dolayı domuz eti tüketilmemektedir (Uzmay ve Cinar, 2017). Türkiye’de kırmızı et tüketiminin az olmasının en büyük nedeni ise nüfusa oranla yetersiz üretim ve gelirdeki adaletsiz dağılımdan kaynaklanmaktadır (Kaygısız ve ark., 2022). Gelir dağılımında yaşanan bu eşitsizlik, tüketicilerin kırmızı et satın almasını da etkilemektedir. Bu nedenle kırmızı ete oranla daha ucuz olan beyaz et daha sık satın alınmaktadır. Boz (2019) yapmış olduğu çalışmada Tekirdağ’da düşük gelirli tüketicilerin yılda 9.5 kilogram ve yüksek gelirli tüketicilerin ise yılda 12.3 kilogram kırmızı et tükettiğini belirtmiştir.

Tüketicilerin kırmızı et satın alırken beklenti ve tercihleri

Alışkanlık, dini nedenler, fiyat, gelenekler, hayvan refahı, kalite, marka, nüfus artışı, sağlık sorunları ve tüketici tercihi olmak üzere bazı faktörler tüketicilerin kırmızı et beklenti ve tercihlerini etkilemektedir (Uzunöz ve Karakaş, 2014; Ngapo, 2022). Özellikle günümüzde insanların hayvan refahı konusunda bilinçlenmesi, bireylerin kırmızı et satın alımında önemli bir etkidir. Bu konuda yapılan çalışmalarda hayvan refahına uyulmama durumunda etin kalitesinin de olumsuz etkilendiği ortaya çıkmıştır (Kara ve Koyuncu, 2011; Özdemir ve Singin, 2016). Bu nedenle, tüketiciler kırmızı etin yalnızca besin içeriğine değil aynı zamanda kalitesine de önem vermektedir (Yıbar ve Çetin, 2013).

Hayvan refahı, hayvanların psikolojik ve fizyolojik isteklerinin karşılandığı ortamlarda yetiştirilmesi uygun görülen bir sistemdir (Özlu ve Türkoğlu, 2020). Bu sistem, düzenli sağlık kontrollerinin, barınak koşullarının, su ve yem kalitelerinin doğalarına uygun bir şekilde olmasını öngörmektedir. Üreticiler sağlık, gıda, su ve barınak koşullarının önemini vurgularken, tüketiciler ise hayvanların bir sınırlama olmaksızın doğalarında olduğu gibi davranış sergilemeleri gerektiğine ek bir vurgu yapmaktadır (Salvin ve ark., 2020). Yetiştiriciler, tüketicilerin hayvan refahı ile ilgili kaygılarını gidermedikleri sürece, önemli kayıplar yaşayacaklardır (Salvin ve ark., 2022). Bu bağlamda, tüketici ve toplum desteğinin kaybolmasına bağlı olarak bu endüstride 2030 yılına kadar 3.9 milyar \$’lık aşağı yönlü bir ivme olacağı öngörülmektedir (Red Meat Advisory Council, 2015). Aynı zamanda hayvan refahına olan ilginin yanında bireylerin çevreyi koruma konusunda da bilinçleri artmaktadır.

Tüketicilerin satın alma kararını çevreye zarar vermeyen ve geri dönüştürebilecek malzemelerden üretilmiş ambalajlar etkilemektedir (Jonitz, 2020). Ambalajın şekli, üretildiği malzeme ve taşıma kolaylığı gibi unsurlar bireylerin satın alımını doğrudan değiştirmektedir (Gürbüz ve Kadağan, 2022). Tüketiciler ambalajın ürünün tazeliğini koruduğuna, nerede üretildiği, helal ve kosher sertifikası gibi ifadelerin olmasına dikkat etmektedir (Kadağan ve Gürbüz, 2022b). Başta Müslüman ve Yahudi tüketiciler olmakla birlikte diğer ülkelerde bu gıda ürünlerini tercih etmektedir (Bashir ve ark., 2019). Bunlara ek olarak ambalajlar kırmızı eti dışarıdan gelebilecek her türlü zararlı etkiye karşı korumaktadır.

Etin nem miktarı diğer gıda ürünlerine göre yüksektir (Özkaya ve ark., 2021). Bu nedenle bakteriyel bozulmalara çok daha yatkındır. Ambalajlama sayesinde etler tazeliğini daha uzun süre korumaktadır (Çelebi ve Bozkurt, 2021). Tüketiciler etin rengine, son tüketim tarihine, saklama koşuluna ve kokusuna bakarak etin tazeliğini ölçmektedir. Özellikle tazeliği çabuk bozulabilecek bu ürünleri güvendikleri markalardan satın alma eğilimindedir. Ürünlerden kaynaklanan herhangi olumsuz bir durumdan etkilenmeleri halinde güven duyulan markaların satışının yapıldığı firmalarla kolayca iletişime geçerek sorunları çözülebilmektedir. Bu nedenle marka tüketiciler için güven unsuru oluşturmaktadır (Haas ve ark., 2021; Skripnuk ve ark., 2021). Aynı zamanda markaların kırmızı et ve ürünleri sayısının fazla olması da bulunabilirliği kolaylaştırmaktadır. Satış yerlerinin fazla olması da bu ürünün kolay bulunabilirliğini artırmaktadır. Özellikle çalışan kişiler, zaman kısıtlılığı nedeniyle kolay bulunan kırmızı et ve et ürünlerine yönelmektedir. Tüketiciler, kırmızı etin doyurucu olması ve çocukların işlenmiş et ürünlerini daha çok sevmesi nedeniyle de bu ürünleri tercih etmektedir.

Kibar ve ark. (2019) Siirt'te yapmış oldukları çalışmada kırmızı et tüketim alışkanlıkları ve tüketimi etkileyen faktörler incelenmiştir. Taşkın ve ark. (2020) Ege Üniversitesi öğrencilerinin kırmızı et tüketim tercihlerini etkileyen özellikleri belirlemeye yönelik bir araştırma yapmıştır. Ancak yapılan literatür taramasında Bursa ilinde bu konuda yapılan bir çalışmaya rastlanılmamış ve bu da çalışmanın özgünlüğünü ortaya koymaktadır. Yapılan bu çalışma ile Bursa'daki tüketicilerin gelirlerine göre kırmızı et satın alma sıklıkları, beklenen özellikler ve tüketim tercihleri belirlenerek literatüre bir kaynak daha sağlanması hedeflenmektedir.

Araştırma hipotezleri

Kırmızı et içerdiği vitamin ve mineraller nedeniyle, tüketicilerin tercih ettiği protein kaynaklarından biridir (Kumar ve ark., 2017; Mafra ve ark., 2018). Ancak, Türkiye'de kişi başına düşen kırmızı et miktarı oldukça düşüktür. Bunun en büyük nedeni ise tüketicilerin gelirlerinden kaynaklanmaktadır. Karakaya ve Kızıloğlu (2017) yapmış oldukları çalışmada, aylık ortalama gelirin artması durumunda aylık ortalama gıda harcamalarının da arttığını ifade etmiştir. Kibar ve ark. (2019) araştırmalarında, hanelerin kırmızı et tüketim miktarını etkileyen en önemli faktörün aylık toplam gelir olduğunu belirtmiştir. Özyürek ve ark. (2019) bireylerin aylık gelirlerinin kırmızı et tüketme sıklığı üzerinde etkisi olduğu sonucuna ulaşmıştır. Yapılan araştırmalar incelendiğinde tüketicilerin gelirleri ile kırmızı et tüketim yapısı arasındaki ilişki birbirine benzerdir. Bu sebeple tüketicilerin gelirleri doğrultusunda kırmızı et tüketim yapısının farklılık gösterip göstermediği belirlenmek istenmiştir. Tüketicilerin gelirleri arttıkça daha sık kırmızı et tüketim ve satın alma sıklığı gerçekleştirileceği öngörülmektedir. Bu sebeple aşağıdaki soru sorulmuştur.

1: Katılımcıların gelirleri ile kırmızı ete harcanan pay, satın alma ve tüketim sıklığı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmaktadır.

Tüketiciler gelirleri arttıkça, satın alacakları kırmızı et ürünlerinin, taze, kaliteli, ambalajının dayanıklı ve bilinen bir marka olmasını beklemektedir. Bunun nedeni ise, bireylerin geliri arttıkça, sosyal statü kazanmak için lüks mallara yönelmelidir. (Goldsmith ve ark., 2012). Ayrıca yapılan çalışmada bireylerin gelirleri arttıkça,

markalı ürünleri satın aldıkları da ortaya çıkmıştır (Değirmenci ve Durmaz, 2020). Kızıloğlu ve Kızıloğlu (2013) çalışmalarında bütün gelir gruplarının etin tazeliğine dikkat ettiklerini ifade etmiştir. Doğan (2019) araştırmasında, tüketiciler kırmızı eti lezzetli ve besleyici olduğu için tercih etmektedir. Taşkın ve ark. (2020) tüketicilerin çoğunlukla kırmızı eti lezzeti ve sağlıklı olduğu için tükettiklerini belirtmişlerdir. Bütün gelir gruplarının kırmızı etin lezzetine ve satın alınan yerin hijyenine dikkat ettiği düşünülmektedir. Tüketicilerin gelirleri arttıkça ürünün markasına, kalitesine ve ambalajına dikkat edebilecekleri öngörülmektedir. Bu amaç kapsamında gelirlerine göre tüketicilerin kırmızı etten bekledikleri özellikler ve tüketim tercihleri belirlemek istenmiştir.

2: Katılımcıların toplam aylık gelirleri, kırmızı etten bekledikleri özellikler ve tüketim tercihleri arasında anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişki bulunmaktadır.

Araştırmada gelir doğrultusunda katılımcıların kırmızı et tüketim yapısı tercihlerinin etkisini araştırmak için kuramsal bir çerçeve oluşturulmuştur. Araştırmanın metodolojisi belirlenerek bulgular tartışılmış ve sonuçlar özetlenerek gelecek araştırmalar için öneriler sunulmuştur.

Materyal ve Yöntem

Çalışma alanı ve örneklem

Bursa ili Türkiye'nin Güney Marmara bölgesinde yer almakta ve toplam 17 ilçeden oluşmaktadır (T.C. Bursa Valiliği, 2022). Bursa Marmara bölgesinin ikinci büyük ilidir (TÜİK, 2022b). Aynı zamanda İstanbul'un ardından en fazla ihracat yapan il konumundadır. Şehir özellikle sanayi ve otomotiv konusunda oldukça gelişmiştir (Bahçalı ve Özözen, 2016).

TÜİK adrese dayalı nüfus kayıt sistemi sonuçlarına göre Bursa ilinin nüfusu 3 147 818'dir (TÜİK, 2022b). Bu çalışmada evren, aynı bölgede yoğunlaştığı (Bryman, 2007) için basit tesadüfi örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde evrendeki bütün elemanlar için seçilme şansı eşittir (Ergin, 1994). Ayrıca bir elemanın seçilmesi, diğerlerinin örnekleme girme şansını etkilememektedir (Koçak ve Arun, 2006). Anket uygulanacak örneklem sayısını belirlemek amacıyla aşağıdaki formül uygulanmıştır (Collins, 1986; Uzundumlu ve ark., 2011).

$$n = (t)^2 / (e)^2 * (p * q) \quad (1)$$

Burada; n: örnek büyüklüğü, t: anlamlılık düzeyi (%95 olduğu varsayılır), p: olma ihtimali, q: olmama ihtimali, e: kabul edilen hatadır (%5 olduğu varsayılır). Araştırmaya ait veriler denkleme uygulandığında aşağıda son halini almaktadır:

$$n = (1.96)^2 / (0.05)^2 * (0.5 * 0.5) = 384.16 \quad (2)$$

Eksik ve kayıp veri olabilme ihtimali göz önünde bulundurularak 433 katılımcı ile anket çalışması sonlandırılmıştır.

Anket bilgileri

Bu makale kapsamında uygulanan anket formu için Bursa Uludağ Üniversitesi Araştırma ve Yayın Etik Kurulları (Fen ve Mühendislik Bilimleri Araştırma ve Yayın Etik Kurulu)'ndan 31.10.2022 tarih ve 2022-08 oturum sayısı kararıyla onay alınmıştır. Anket soruları hazırlanırken tüketicilerin kırmızı et tercihleri, tüketimi ve beklentileri ile ilgili geniş bir literatür araştırması yapılmıştır (Sevimli ve Gülçubuk, 2018; Saygın ve Demirbaş, 2019; Kibar ve ark., 2019; Taşkın ve ark., 2020). Anket çalışması uygulanmadan önce Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi bölümünden 10 lisans öğrencisi ile pilot çalışma yapılmıştır. Pilot çalışmadan elde edilen bilgiler ana örneklem içerisine dahil edilmemiştir.

Bu çalışma 2022 yılı Kasım-Aralık ayları içerisinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmada yapılandırılmış anket yöntemi kullanılmıştır. Katılımcılarla yüz yüze görüşülmüştür. Anket uygulanmadan önce katılımcıların izni alınmış ve verdikleri yanıtların, kişisel bilgilerin gizli tutulacağına ve sadece akademik amaçlı kullanılacağına dair güvence verilmiştir.

Tüketicilerin hayvansal kökenli ürünlere yönelik eğilimleri ve gıda güvenliği algısının analizi isimli anket çalışmasından kırmızı et tüketimlerine yönelik 40 adet soru incelenmiştir. İlk 10 soru tüketicilerin demografik özelliklerini belirlemeye yöneliktir. 24 soru kırmızı et tüketim tercihlerine yöneliktir. Kalan 6 soru ise 4'lü Likert Ölçeği şeklinde hazırlanmıştır (1=çok önemsiz, 2=önemsiz, 3=önemli, 4=çok önemli). Bu çalışmada nötr/fikrim yok seçeneği kullanılmama nedeni daha güçlü bir geri bildirim almaktır

Veri analizi

İstatistiksel analiz, SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) 28 programı kullanılarak yapılmıştır. Değişkenlerin arasındaki ilişkilerin belirlenebilmesi amacıyla Frekans analizi, One-Way ANOVA analizi ve korelasyon analizi uygulanmıştır. One-Way ANOVA testi bağımsız değişkenler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığı test etmek için kullanılmaktadır. Tek Yönlü Varyans analizini üç ve üçten fazla grup arasındaki farklılığı test etmektedir (Verma, 2013). Veri sonuçları, gruplar arasında istatistiki açıdan farklılık olduğu göstermektedir. Bu durumda ise Post-Hoc analizi uygulanmaktadır. Post-Hoc analizi farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu göstermektedir (Brown, 2005).

Korelasyon analizi, iki ve ikiden fazla değişken arasında doğrusal bir ilişki olup olmadığını test etmek için kullanılmaktadır (Akoglu, 2018). Korelasyon katsayısı r ile gösterilmekte, 0 ve 1 arasında yer almaktadır. Analiz sonucuna göre verilerin normal dağılımı halinde Pearson Korelasyon testi (Weinberg ve Abramowitz, 2009), normal dağılım göstermediği durumda ise Spearman Korelasyon testi kullanılmaktadır. Araştırmada öncelikle verilerin dağılımı kontrol edilmiştir. Verilerin normallik düzeylerinin belirlenebilmesi için Kolmogorov-Smirnov testi uygulanmıştır. Analiz sonucunda $p=0.096>0.05$ olduğu görülmektedir. Veriler normal dağılım göstermektedir. Araştırma verilerin güvenilirliğini test etmek amacıyla Cronbach's Alpha analizi uygulanmıştır.

Cronbach Alpha güvenilirlik katsayısı $\alpha=0.822$ olarak elde edilmiştir. Araştırma verileri oldukça güvenilirdir (van Griethuijsen ve ark., 2015).

Kırmızı ete harcanan pay, satın alma ve tüketim sıklıklarının katılımcıların gelir düzeyine göre farklılık gösterip göstermediğinin belirlenebilmesi amacı ile One-Way ANOVA analizi uygulanmıştır. One-Way ANOVA analizinin uygulanabilmesi için ilk önce varyansların homojenlik sağlayıp sağlamadığı kontrol etmek amacıyla Levene testi yapılmıştır (Glass, 1966). Levene testi sonucunda $p=0.133>0.05$ değeri bulunmuştur ve varyansların homojenliği sağlandığı tespit edilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Bu araştırma kapsamında cinsiyet, medeni durum, meslek, öğrenim durumu, aylık gelir ve yaş gibi bilgiler Çizelge 1’de verilmiştir. Katılımcıların %59.8’si erkek ve %40.2’si kadındır. Anket yapılan katılımcıların yarısından fazlası (%72.1) evlidir. Katılımcıların yaşları birbirleriyle orantılı olarak dağılmaktadır. Meslek açısından değerlendirildiğinde katılımcıların %29.1’i memurdur. Bunu ise %27.7 ile serbest meslek takip etmektedir. Katılımcıların öğrenim durumları incelendiğinde %44.6’sı üniversite ve %21’i lise mezunudur. Tüketicilerin %39.1’i 8 001-12 000 TL arasında bir gelire sahiptir. Türkiye’de aylık ortalama hanehalkı kullanılabilir geliri 6394 TL’dir (TÜİK, 2022c). Ankete katılan tüketicilerin büyük bir kısmı bu gelirin üzerindedir.

Çizelge 1. Katılımcıların demografik özellikleri

		N	%		N	%	
Cinsiyet	Erkek	259	59.8	Öğrenim durumu	Okur-yazar	27	6.2
	Kadın	174	40.2		İlkokul	47	10.9
Medeni durum	Evli	312	72.1	Ortaokul	49	11.3	
	Bekar	121	27.9	Lise	91	21.0	
Yaş	23-30	100	23.1	Lisans	193	44.6	
	31-40	92	21.2	Lisansüstü	26	6.0	
	41-50	86	19.9	Memur	126	29.1	
	51-60	72	16.6	Serbest meslek	120	27.7	
	61 ve üzeri	83	19.2	Emekli	91	21.0	
Toplam aylık gelir	5 500 ve altı	40	9.2	Özel sektör	39	9.0	
	5 501-8 000	90	20.8	İşsiz	24	5.5	
	8 001-12 000	169	39.1	Ev hanımı	22	5.1	
	12 001-16 000	134	30.9	Öğrenci	11	2.5	

Ankete katılan tüketicilerin %27.3’ü ‘haftada bir defa’ kırmızı et tüketmektedir (Çizelge 2). Özyürek ve ark., (2019) tarafından Erzincan’da yapılan araştırmada, katılımcıların %36.7’si ‘haftada bir’ kırmızı et tüketmektedir. Mevcut çalışma ile karşılaştırıldığında Erzincan’daki tüketiciler daha sık kırmızı et tüketmektedir. Bursa’daki (857 402) büyükbaş ve küçükbaş hayvan sayısı Erzincan’daki toplam hayvan sayısından (678 366) daha fazladır

(TÜİK, 2022d). Buna karşın Erzincan'ın nüfusunun az olmasından dolayı kişi başına düşen et miktarı daha yüksektir. Türkiye'nin doğu bölgelerinde yemeklerde et ve et ürünlerinin kullanımı daha yaygındır. Erzincan'daki tüketiciler bu nedenle Bursa'daki tüketicilere oranla daha fazla kırmızı et tüketmektedir.

Ege Üniversitesi öğrencilerinin kırmızı et tüketim tercihlerini incelendiği çalışmada tüketicilerin %55.1'inin 'haftalık' olarak kırmızı et tükettikleri ifade edilmiştir (Taşkın ve ark., 2020). Bu çalışma 18 ve 28 yaş arası öğrencilerle gerçekleştirilmiştir. Literatürdeki diğer araştırmalar, kırmızı etin enerji ihtiyacını karşıladığı için genç ve çalışan nüfusun daha fazla tükettiğini belirlemiştir (Radman ve ark., 2005; Uzundumlu ve ark., 2011; Kızılaslan ve Nalinci, 2013). Bu sonuç Ege Üniversitesindeki öğrencilerin mevcut çalışmadaki tüketicilerden neden daha sık kırmızı et tükettiğini doğrulamaktadır. Eğitim seviyesi yükseldikçe tüketici bilinci ve kırmızı et tüketenlerin sayılarının arttığı birçok çalışmada ortaya çıkarılmıştır (Yaylak ve ark., 2010; Erdoğan ve Çiçek, 2015; Sevimli ve Gülçubuk, 2018).

Mevcut çalışmada tüketicilerin %27'si 'ayda birkaç defa' kırmızı et satın alırken %23.3'ü 'haftada bir defa' satın almaktadır. Bingöl'de kırmızı et talebini etkileyen faktörlerin analizinin incelendiği araştırmada, tüketiciler kırmızı eti en çok 'ayda bir defa' (%62.2) satın almaktadır (Karakaya ve Kızıloğlu, 2017). İki araştırma karşılaştırıldığında Bursa'daki tüketiciler daha sık kırmızı et satın almaktadır. Bunun en büyük nedeni mevcut çalışmadaki bireylerin Bingöl'deki bireylere göre daha yüksek gelire sahip olmasıdır. Aynı çalışmada Bingöl'de keçi sayısının fazla olmasından dolayı et fiyatlarının ucuz olduğu belirtilmektedir. Bu nedenle tüketicilerin %75'i keçi eti tüketmektedir. Mevcut çalışmada ise tüketicilerin sadece %2.3'ü keçi eti tüketmektedir. Küçükbaşlar diğer etlere göre daha ağır kokulu ve serttir. Etin sert olması pişirimini zorlaştırmaktadır. Etin yumuşak hale gelmesi için saatlerce dinlendirilmesi gerekmektedir. Bursa gibi büyükşehirlerde çalışan tüketicilerin zamanları oldukça kısıtlı olduğu için hızlı ve kolay pişirilen ürünleri daha çok tercih etmektedir.

Ankete katılan tüketicilerin %40.9'u öncelikli olarak tavuk tüketmektedir. Katılımcıların %38.1'i sığır ve %10.4'ü koyun eti tercih etmektedir. Siirt'te kırmızı et tüketim alışkanlıklarının incelendiği araştırmada tüketiciler sırasıyla en çok koyun (%56.3), keçi (%21.9) ve dana (%20.6) eti tüketmektedir (Kibar ve ark., 2019). Mevcut araştırmadan elde edilen bu bulgular ile diğer araştırmanın sonuçları arasında farklılıklar mevcuttur. Siirt'te küçükbaş hayvan yetiştiriciliğinin Bursa'ya göre daha fazla olması bu farklılığın en temel nedenidir. Tavuğun diğer etlere göre daha uygun fiyatlı olması ve Bursa'daki tüketicilerin küçükbaş tüketme alışkanlığının olmaması da bu durumu açıklamaktadır. Özellikle ailelerde bütün bireylerin çalıştığı hanelerde, alışverişler toplu olarak marketlerden yapılmaktadır. Küçükbaş hayvan eti, tavuğa göre marketlerde daha az bulunmaktadır. Marketlerde daha seyrek bulunan bu ürünler tüketiciler tarafından göz ardı edilmektedir.

Çizelge 2. Hanehalkının kırmızı et tüketim yapısı

		N	%	Ort.	Std. S.
Öncelikli olarak tercih edilen et türü	Tavuk	177	40.9	2.13	1.361
	Sığır eti	165	38.1		
	Koyun eti	45	10.4		
	Balık	29	6.7		
	Keçi eti	10	2.3		
	Hindi	7	1.6		
Kırmızı et satın alma sıklığı	Her gün	6	1.4	3.84	1.495
	Haftada bir defa	101	23.3		
	Haftada birkaç defa	83	19.2		
	Ayda bir defa	80	18.5		
	Ayda birkaç defa	117	27.0		
	Yılda 1-3 defa	26	6.0		
	Özel günlerde	15	3.5		
	Hiç satın almıyorum	5	1.2		
Kırmızı et tüketim sıklığı	Her gün	7	1.6	2.71	0.849
	Haftada bir defa	118	27.3		
	Haftada birkaç defa	212	49.0		
	Ayda 1 defa	92	21.2		
	Satın almıyorum	4	0.9		

Tüketicilerin gelirleri doğrultusunda satın alma sıklıkları

Yeterli ve dengeli beslenme için protein açısından zengin olan kırmızı et tüketimi önemlidir. Kırmızı etin, sağlıklı olması, damak zevkine uyması, bulunma kolaylığı ve farklı biçimlerde pişirilme şansına sahiptir. Dünyanın pek çok bölgesinde beyaz ete göre daha pahalıdır (Sevimli ve Gülçubuk, 2018). Fiyatının yüksek olması et talebini azaltmakta, tüketim ve satın alma sıklıklarını olumsuz yönde etkilemektedir. Buna karşın tüketicilerin gelir seviyeleri yükseldikçe kırmızı et tüketimi ve satın alma sıklıkları da artmaktadır (Saygın ve Demirbaş, 2018).

Tüketicilerin gelirleri doğrultusunda kırmızı ete harcanan pay, satın alma ve tüketim sıklığı ile ilgili bilgiler Çizelge 3'te verilmiştir. Anova testi sonucunda $p=0.001<0.05$ 'dir. Gruplar arasındaki farklılıkları bulmak amacıyla Post-Hoc analizi uygulanmıştır. Post-Hoc analiz sonuçlarına bakıldığında kırmızı et satın alma sıklığı için 5501-8000 TL geliri olan bireyler ile diğer gelir grupları arasında farklılık olduğu görülmektedir. Kırmızı ete harcanan pay ve tüketim sıklığı gruplarına bakıldığında ise farklılığın 5500 TL ve altı geliri olan bireyler ile diğer gelir grupları arasında olduğu tespit edilmiştir.

Van'da kırmızı et tüketimini etkileyen faktörlerin analizinin yapıldığı araştırmada, tüketicilerin gelirlerine göre gıda harcamalarına ayırdıkları pay ile kırmızı et tüketimi arasında anlamlı ($p=0.001$) bir ilişki bulunmaktadır (Alev, 2019). Düşük gelirli tüketiciler doyurucu olması açısından daha fazla karbonhidratlı ürün tüketmektedir. Buna karşın fazla karbonhidratın alınması kötü kolesterol, kan basıncı ve kan şekeri seviyelerinde ciddi bozulmalara yol açabilmektedir (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2020). Geliri yüksek tüketiciler ise sağlıklarını

korumak için daha çok proteinli ve lifli gıdaları tercih etmektedir. Bu nedenle iki çalışmada da tüketicilerin gelirleri arttıkça kırmızı ete harcanan payın da artacağı sonuca ulaşılmıştır.

Kızıloğlu ve Kızıloğlu (2013) tarafından Erzurum'da yapılan çalışmada tüketicilerin gelirleri ile kırmızı et satın alma sıklığı arasında farklılık olduğu ($p=0.001$) ifade edilmektedir. Mevcut çalışma ile yukarıdaki çalışma arasında benzerlik olduğu görülmektedir. Bu iki ildeki tüketicilerin sosyo-kültürel özellikleri benzerlik göstermektedir. Kırmızı et, Türk mutfağındaki vazgeçilmez bir üründür. Birçok yemeğin ana malzemesi olan bu ürün tüketiciler için kültürel ve yereldir. Bu nedenle kırmızı et tüketimi ve satın alımı, bir bakıma alışkanlık haline gelmiştir. Beslenme alışkanlıklarını korumak isteyen tüketiciler gelirleri doğrultusunda daha sık kırmızı et satın almaktadır. Buna karşın yem fiyatlarının yüksek olması, mera alanının yetersizliği, bulaşıcı hayvan hastalıklarının önlenememesi, kırmızı et ile ilgili asılsız haberler ve hayvan bakımının pahalı olması kırmızı etin fiyatını yükseltmektedir. Fiyatın yüksek oluşu belli bir aylık gıda bütçesi olan haneleri zorlamaktadır. Bu nedenle tüketicilerin gelirleri doğrultusunda satın alma sıklıkları değişmektedir. Tüketicilerin gelirleri azaldıkça satın alma sıklıkları seyrekleşmektedir. Kırmızı et yerine daha ucuz olan beyaz ete yönelmektedir.

Kırmızı et insan sağlığı açısından tüketilmesi elzem olan bir üründür. Özyürek ve ark. (2019) tarafından Erzincan'da yapılan araştırmada tüketicilerin gelirleri ile kırmızı et tüketim sıklığı arasında farklılık olduğu ($p<0.05$) belirtilmektedir. İki çalışmada da tüketicilerin gelirleri arttıkça, kırmızı et daha sık tüketilmektedir. Düşük gelirli haneler protein açığını kapatmak için beyaz ete yönelmektedir. Ancak beyaz ette sıklıkla görülen zehirlenme vakaları tüketicileri tedirgin etmektedir. Ayrıca bu haneler daha sık kıyma tüketmektedir. Aylık gelirleri yüksek olan tüketiciler beyaz etten daha çok kırmızı et tüketmektedir. Tüketicilerin gelirleri arttıkça zevkleri doğrultusunda çeşitli kırmızı et bölümleri tercih etmektedir. Yüksek gelirli haneler daha seyrek kıyma tüketirken bonfile, pirzola ve bifteği daha sık tüketmektedir. Katılımcıların kırmızı ete harcadıkları pay, satın alma ve tüketim sıklığı gelirlerine göre farklılık göstermektedir. Araştırma sonucu incelendiğinde ve önceden yapılmış çalışmalarla karşılaştırıldığında araştırma hipotezinin öngörülen sonucu verdiği görülmektedir.

Çizelge 3. Katılımcıların gelirleri ile kırmızı ete harcanan pay, satın alma tüketim sıklığı ilişkisi

		Kareler toplamı	df	Ortalama kare	F	Sig.
Gıda harcamalarının içerisinde kırmızı ete harcanan pay	Gruplar arasında	17.759	4	4.440	6.192	<.001
	Gruplar içinde	306.902	428	.717		
	Toplam	324.661	432			
Kırmızı et satın alma sıklığı	Gruplar arasında	59.891	4	14.973	7.072	<.001
	Gruplar içinde	906.114	428	2.117		
	Toplam	966.005	432			
Kırmızı et tüketim sıklığı	Gruplar arasında	32.328	4	8.082	12.398	<.001
	Gruplar içinde	279.006	428	.652		
	Toplam	311.335	432			

Tüketicilerin gelirlerine göre kırmızı et satın alırken beklenen özellikler ve tüketim tercihleri

Türkiye’de, büyükbaş ve küçükbaş hayvanlar yetiştikleri coğrafyaya bağlı özellikler ve yemleme olanaklarına bağlı yerel lezzetleriyle önemli bir yere sahiptirler (Saygın ve Demirbaş, 2018). Kırmızı et ülke için önemli bir konuma sahip olmasına rağmen tüketiciler satın alırken belli başlı özelliklere önem vermektedirler. Bunlar; satın alınan yerin hijyeni, güvenilir olması, fiyat, kalite, renk ve markası olarak sıralanabilir (Lorcu ve Bolat, 2012). Aynı zamanda bu tüketicilerin gelirleri doğrultusunda tercihleri de değişebilmektedir.

Mevcut çalışmadaki analiz sonuçları incelendiğinde toplam aylık gelir ve kırmızı et satın alırken beklenen özellikler arasında pozitif yönlü ($r=0.158$) ve anlamlı bir ilişki ($p=0.009$) olduğu görülmektedir (Çizelge 4). Toplam aylık gelir ve kırmızı et tüketim tercihleri arasında anlamlı ($p=0.001$) ve pozitif yönlü ($r=0.223$) bir ilişki bulunmaktadır. Çalışmada Bursa’daki tüketicilerin toplam aylık gelirleri arttıkça kırmızı et satın alırken beklenen özellikler ve tüketim tercihlerinin de arttığı sonucuna ulaşılmıştır.

Yaylak ve ark. (2010) tarafından İzmir’de yapılan araştırmada aylık gelir düzeyi düşük ailelerin kırmızı et satın alırken tazeliğine ve fiyatına dikkat ettikleri ifade edilmiştir. Erzurum’da et ve ithal et tüketme durumunun incelendiği araştırmada; gelir gruplarına göre tüketicilerin et satın alırken dikkat ettikleri özellikler arasında anlamlı bir fark ($p=0.001$) olduğu belirtilmektedir (Kızıloğlu ve Kızıloğlu, 2013). Mevcut çalışma ile yukarıdaki araştırmaların sonuçları uyum içerisindedir.

Üç çalışmada da tüketicilerin gelirleri arttıkça kırmızı etten beklenti ve tercihleri de artmaktadır. Fiyat, marka, kalite, ambalaj ve kolay bulunabilirlik gibi özellikler tüketicilerin gelirleri doğrultusunda değişebilecek faktörlerdir. Her gelir grubu etin taze ve lezzetli olmasına dikkat etmektedir. Gelirler arttıkça bu faktörlerin yanına yağsız olması, marka ve ambalaj gibi özellikler de eklenmektedir. Geliri yüksek haneler bilindik satış yerlerinden alışveriş yapmaya ve etin yöresine önem vermektedir. Güvenilir marka olmasının yanı sıra sektördeki en iyi markaları ve daha sürdürülebilir ambalajları tercih etmektedir. Geliri düşük olan haneleri ise en çok fiyat faktörü etkilemektedir. Bu aileler kırmızı et yerine protein açısından zengin olan beyaz ete yönelmektedir. Elde edilen sonuçlara göre katılımcıların toplam aylık gelirleri, kırmızı etten beledikleri özellikler ve tüketim tercihleri arasında anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişki bulunduğu görülmektedir. Bu nedenle hipotezin desteklendiği belirlenmiştir.

Çizelge 4. Tüketicilerin toplam aylık gelir, beklenti ve tercihleri arasındaki ilişki

		Toplam aylık gelir	Kırmızı et satın alırken beklenen özellikler	Kırmızı et tüketim tercihleri	Ortalama	Std. Sapma
Toplam aylık gelir	r	1	.526**	.158**	3.1342	.48514
	p		.000	.009		
	N	433	433	433		
Kırmızı et satın alırken beklenen özellikler	r	.526**	1	.223**	2.8938	.62989
	p	.000		.000		
	N	433	433	433		
Kırmızı et tüketim tercihleri	r	.158**	.223**	1	3.12	1.133
	p	.009	.000			
	N	433	433	433		

**p<0.05

Sonuç

Et tüketim miktarı ülkelerin gelişmişlik seviyelerini göstermede önemli kıstaslardan biridir. Gelişmekte olan ülkelerden biri olan Türkiye’de kırmızı et tüketimi oldukça düşüktür. Gelir eşitsizliği, fiyatların yüksek oluşu ve nüfusa oranla talebin karşılanamaması et tüketim miktarının düşük olmasının en temel nedenleridir. Mevcut araştırma, tüketicilerin kırmızı et ile ilgili davranışlarını ortaya koymayı amaçlamaktadır. Bu kapsamda tüketicilerin gelirlerine göre kırmızı et tüketim tercihlerinin hangi yönde etkilendiği ve satın alma davranışları incelenmiştir. Araştırmanın sonuçları, bütün gelir grupları arasında farklılık olduğunu göstermektedir. Farklı gelir grupları tüketicilerin satın alma sıklıklarını etkilemektedir.

Mevcut araştırmadaki tüketicilerin literatürdeki araştırmalara kıyasla daha seyrek kırmızı et tükettiği ortaya çıkmıştır. Ayrıca tüketicilerin %27’si ayda birkaç defa kırmızı et satın almaktadır. Bununla birlikte küçükbaş hayvan eti tüketiminin çok az olduğu tespit edilmiştir. Tüketicilerin gelirleri arttıkça kırmızı etin yağsız olmasına, markasına, ambalajına ve etin yöresine önem verdikleri görülmüştür. Buna karşın geliri düşük tüketiciler tazelik ve lezzetin yanında fiyatına önem vermektedir.

Tüketicilerin kırmızı et tüketimi ve satın alım miktarını arttırmak için çalışmalar yapılmalıdır. Politika yapıcılar başta yem bitkileri ekimi, süt sığırcılığını teşvik edilmesi, genç çiftçi sayısı artırılması ve taban fiyat uygulaması ile kırmızı et fiyatlarını düşürebilir. Sağlık Bakanlığı, üniversite, sivil toplum kuruluşları tarafından kırmızı etin tüketilmesinin yararları ile ilgili kamu spotları düzenlenerek kamuoyu aydınlatılmalıdır. Bu konu hakkında kitaplar, broşürler basılmalı ve medyada tanınmış kişiler tarafından haberler sunulmalıdır. Aynı zamanda küçükbaş hayvan etine karşı tüketicilerin önyargıları kırılmalı, kampanyalar düzenlenmeli, fırsatlar sunulmalı ve kırmızı etin besin değerlerinin insanlar için önemi ifade edilmelidir. Küçükbaş hayvan eti tüketimini arttırmak için marketlere daha fazla ürün yerleştirilmeli ve kampanyalarla tüketicilerin dikkati çekilmelidir.

Yem fiyatları hayvan yetiştiriciliğindeki en büyük sorunlardan biridir. Yem fiyatları oldukça pahalıdır ve üreticiler kaliteli kaba yem bulamamaktadır. Buna ek olarak meralara uzun bir dönem yeterli ilgi verilmemiş ve

faaliyet dışı kullanılmıştır. Yem ile ilgili yaşanan bu sorunlar hayvanların verimlerini düşürmekte ve üreticiler maliyetlerini kurtarabilmek için et fiyatlarını yükseltmektedir. Ayrıca nüfusa oranla yeterli üretimin yapılmaması, bulaşıcı hayvan hastalıklarının önlenememesi ve kırmızı et ile ilgili asılsız haberler de et fiyatlarını yükselten diğer sorunlardır. Bu durumlar özellikle gelir düzeyi yüksek olmayan hanelerin kırmızı et satın alımını olumsuz etkilemektedir.

Yetkililer hem tüketicinin hem de üreticinin gelirlerini korumalıdır. Kırmızı et ve et ürünlerinin fiyatlarının düşürülmesi için üreticilere destekler verilmelidir. Bu sorunların çözümü için üreticilere verilen yem desteği artırılmalıdır. Yetkililer tarafından mera alanı olmayan üreticilere alanlar tahsis edilerek yem ihtiyaçlarının karşılanması için olanaklar sağlanmalıdır. Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından üreticilerin besilik dana yetiştirmesini teşvik edecek çalışmalar düzenlenmelidir. Bulaşıcı hastalıklar taşıyan hayvanların kesimi ve tüketimi önlenmelidir. Bu konu da üreticilere seminerler verilmelidir. Özellikle bulaşıcı hastalıklardan korunmak için ambalajlamaya önem verilmeli ve gıda güvenliğine uygunluğu ilgili kurumlar tarafından denetlenmelidir.

Diğer çalışmalar da olduğu gibi, bu çalışmada çeşitli sınırlılıklara sahiptir. İlk olarak araştırma alanı sadece Bursa'daki tüketicileri kapsamaktadır. Çalışma Bursa'nın komşu olduğu diğer illeri de içerecek şekilde büyütülmesi bu sonuçların doğrulanması açısından yararlı olacaktır. Daha sonraki araştırmalarda araştırmacıların kısıtları göz önüne alarak, bu konular hakkında çalışmalar yapmaları önerilmektedir.

Teşekkür Bilgi Notu

Makale de uygulanan anket formu için Bursa Uludağ Üniversitesi Araştırma ve Yayın Etik Kurulları (Fen ve Mühendislik Bilimleri Araştırma ve Yayın Etik Kurulu)'ndan 31 Ekim 2022 tarih ve 2022-08 oturum sayısı kararıyla onay almıştır. Makale araştırma ve yayın etiğine uygundur. Yazarlar çalışmaya ortak katkı sağlamıştır. Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynakça

- Akçay, Y. ve Vatansever, Ö. 2013. Kırmızı et tüketimi üzerine bir araştırma: Kocaeli ili kentsel alan örneği. *Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 4(1): 43-60.
- Akoglu, H. 2018. User's guide to correlation coefficients. *Turkish journal of emergency medicine*, 18(3): 91-93. <https://doi.org/10.1016/j.tjem.2018.08.001>
- Alev, N. 2019. Kırmızı et tüketimini etkileyen faktörlerin analizi: Van ili örneği. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 6(5): 478-496.
- Bahçalı, S. ve Özözen Kahraman, S. 2016. Artvinlilerin göç tercihlerinde Bursa'nın yerinin sosyo-ekonomik ve mekânsal analizi. *Coğrafya Dergisi*, (33): 37-52.

- Baltacı, A. ve Akaydın, H. 2020. COVID-19 Pandemi sürecinin tüketicilerin gıda ürünlerini satın alma davranışları üzerindeki etkisi: Bir literatür taraması. *Yüksek İhtisas Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 1: 57-64.
- Bashir, A.M., Bayat, A., Olutuase, S.O. and Abdul Latiff, Z.A. 2019. Factors affecting consumers' intention towards purchasing halal food in South Africa: A structural equation modelling. *Journal of Food Products Marketing*, 25(1): 26-48. <https://doi.org/10.1080/10454446.2018.1452813>
- Boz, V. 2019. Tüketicilerin gelir grupları itibariyle kırmızı et ve tavuk eti satın alma eğilimlerinin karşılaştırmalı analizi: Tekirdağ Süleymanpaşa ilçesi örneği. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Tarım Ekonomisi Ana Bilim Dalı.
- Bryman, A. 2007. Barriers to integrating quantitative and qualitative research. *Journal of Mixed Methods Research*, 1(1): 8-22. <https://doi.org/10.1177/2345678906290531>
- Brown, A.M. 2005. A new software for carrying out one-way ANOVA post hoc tests. *Computer methods and programs in biomedicine*, 79(1): 89-95. <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2005.02.007>
- Chenarides, L., Grebitus, C., Lusk, J.L. and Printezis, I. 2021. Food consumption behavior during the COVID-19 pandemic. *Agribusiness*, 37(1): 44-81. <https://doi.org/10.1002/agr.21679>
- Choe, J.H., Yang, H.S., Lee, S.H. and Go, G.W. 2015. Characteristics of pork belly consumption in South Korea and their health implication. *Journal of Animal Science and Technology*, 57(1): 1-7. <https://doi.org/10.1186/s40781-015-0057-1>
- Collins, M. 1986. Sampling, consumer market research handbook country-of-origin labeling. *Journal of Agriculture and Applied Economics*, 37(1): 49-63.
- Çelebi Sezer, Y. ve Bozkurt, H. 2021. Et ve et ürünlerinin üretimi ve saklanması antimikrobiyal ambalajlama sistemlerinin kullanımı. *Food and Health*, 7(2): 150-163. <https://doi.org/10.3153/FH21016>
- Çelik, Ş. 2021. Hanehalkları kırmızı et tüketim alışkanlıkları üzerine bir araştırma: Doğrusal olmayan kanonik korelasyon uygulaması. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 4(2): 158-169. <https://doi.org/10.47495/okufbed.853837>
- Değirmenci, B. ve Durmaz, Y. 2020. Tüketicilerin marka memnuniyeti ve marka bağımlılığı ilişkisinde cinsiyet ve gelirin düzenleyici rolünün incelenmesi. *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (34): 266-298. <http://doi.org/10.14520/adyusbd.572103>
- Doğan, N. 2019. TRAl Bölgesinde (Erzurum, Erzincan, Bayburt) hanelerin kırmızı et, tavuk eti ve balık eti tüketimine yönelik mevcut durum üzerine bir araştırma. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 6(2): 285-295. <https://doi.org/10.30910/turkjans.557121>
- Ekmekcioglu, C., Wallner, P., Kundi, M., Weisz, U., Haas, W. and Hutter, H.P. 2018. Red meat, diseases, and healthy alternatives: A critical review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 58(2): 247-261. <https://doi.org/10.1080/10408398.2016.1158148>

- Erdoğan, N. ve Çiçek, H. 2015. Hayvansal gıdaların tüketim yapısı ve tüketici tercihlerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma: Üniversite personeli örneği. *Kocatepe Veterinary Journal*, 8(1): 25-31. <https://doi.org/10.5578/kvj.8764>
- Ergin, D.Y. 1994. Örnekleme türleri. *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 6(6): 91-102.
- FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO. 2022. The State of Food Security and Nutrition in the World 2022. Repurposing food and agricultural policies to make healthy diets more affordable. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/cc0639en>
- Glass, G.V. 1966. Testing homogeneity of variances. *American Educational Research Journal*, 3(3): 187-190.
- Goldsmith, R.E., Flynn, L.R. and Clark, R.A. 2012. Materialistic, brand engaged and status consuming consumers and clothing behaviors. *Journal of Fashion Marketing and Management*, 16(1): 102- 119. <https://doi.org/10.1108/13612021211203050>
- Gurbuz, I.B. and Macabangin, M. 2019. Factors affecting consumer's behaviour on purchasing and consumption of food products. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*, 19(1): 215-222.
- Gurbuz, I.B. and Ozkan, G. 2021. Will agriculture beat the odds against COVID-19? The COVID-19 outbreak and its effect on agricultural supply in Turkey. *New Medit*, 20(2): 15-25. <http://doi.org/10.30682/nm2102b>
- Gürbüz, İ.B. ve Kadağan, Ö. 2022. Gıda ambalajlarında değişen tüketici tercihleri. *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 36(2): 357-376. <https://doi.org/10.20479/bursauludagziraat.1073370>
- Gümüş, N. 2020. Z kuşağı tüketicilerin satın alma karar tarzlarının incelenmesi. *Yaşar Üniversitesi E-Dergisi*, 15(58): 381-396. <https://doi.org/10.19168/jyasar.572987>
- Haas, R., Imami, D., Miftari, I., Ymeri, P., Grunert, K. and Meixner, O. 2021. Consumer perception of food quality and safety in western Balkan countries: Evidence from Albania and Kosovo. *Foods*, 10(1): 160. <https://doi.org/10.3390/foods10010160>
- Jonitz, P. 2020. Leveraging the power of CSR: The impact of food waste treatment claims on packaged foods on consumer attitudes and behavioural intentions. Master's Thesis, University of Twente, Faculty of Behavioural, Management and Social Sciences.
- Kadağan, Ö. ve Gürbüz, İ.B. 2022a. Ambalajın gıda ürünleri satın alma davranışı üzerine etkileri. XVII. IBANESS İktisat, İşletme ve Yönetim Bilimleri Kongreler Serisi, 12-13 Mart 2022, Plovdiv, Bulgaristan, s: 534-538.
- Kadağan, Ö., ve Gürbüz, İ.B. 2022b. Gıda ürünlerinde akıllı ambalaj sistemleri. XVII. IBANESS İktisat, İşletme ve Yönetim Bilimleri Kongreler Serisi, 12-13 Mart 2022, Plovdiv, Bulgaristan, s: 529-533.
- Kahraman, E. ve Uysal, H.R. 2020. İçme sütü tüketiminde marka seçiciliğinde etkili faktörlerin analizi: İzmir ili örneği. *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 35(1): 43-56. <https://doi.org/10.36846/CJAFS.2020.17>

- Kara, N.K. ve Koyuncu, M. 2011. Sığırlarda taşıma sırasında hayvan refahına etki eden faktörler. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 17(3): 511-516. <https://doi.org/10.9775/kvfd.2010.3703>
- Karakaya, E. ve Kızıloğlu, S. 2017. Bingöl İl merkezinde yaşayan hanehalklarının kırmızı et talebini etkileyen faktörlerin analizi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 32(2): 169-180. <https://doi.org/10.7161/omuanajas.320425>
- Kaygısız, A., Tatlıyer Tunaz, A.T. ve Arslan, O. 2022. Tüketicilerin kırmızı et tüketimi ve hayvan refahı konusundaki bilinç düzeylerinin araştırılması. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 53(1): 24-30. <https://doi.org/10.17097/ataunizfd.952935>
- Khan, M.I., Jo, C. and Tariq, M.R. 2015. Meat flavor precursors and factors influencing flavor precursors - A systematic review. *Meat Science*, 110: 278-284. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.08.002>
- Kızılaslan, H. ve Nalinci, S. 2013. Amasya ili merkez ilçedeki hanehalkının kırmızı et tüketim alışkanlıkları ve kırmızı et tüketimini etkileyen faktörler. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, (3): 76-99.
- Kızıloğlu, S. ve Kızıloğlu, R. 2013. Erzurum merkez ilçede et ve ithal et tüketme durumunu inceleyen bir araştırma. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 3(1): 61-68.
- Kibar, M., Mikail, N. ve Yılmaz, A. 2019. Siirt ili merkez ilçede kırmızı et tüketim alışkanlıkları ve tüketimi etkileyen faktörler. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 6(4): 720-728. <https://doi.org/10.30910/turkjans.633570>
- Kizilaslan, H., Goktolga, Z.G. and Kizilaslan, N. 2008. An analysis of the factors affecting the food places where consumers purchase red meat. *British Food Journal*, 110(6): 580-594. <https://doi.org/10.1108/00070700810877898>
- Koçak, A. ve Arun, Ö. 2006. İçerik analizi çalışmalarında örneklem sorunu. *Selçuk İletişim*, 4(3): 21-28.
- Kotler, P. 2002. *Marketing management millenium edition*. Pearson Custom Publishing, Prentice Hall, U.S.A. p: 456.
- Kumar, P., Chatli, M.K., Mehta, N., Singh, P., Malav, O.P. and Verma, A.K. 2017. Meat analogues: Health promising sustainable meat substitutes. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(5): 923-932. <https://doi.org/10.1080/10408398.2014.939739>
- Lorcu, F. ve Bolat, B.A. 2012. Edirne ilinde kırmızı et tüketim tercihlerinin incelenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9(1): 71-85.
- Mafra, D., Borges, N.A., de Franca Cardozo, L.F.M., Anjos, J.S., Black, A.P., Moraes, C., Bergman, P., Lindholm, B. and Stenvinkel, P. 2018. Red meat intake in chronic kidney disease patients: Two sides of the coin. *Nutrition*, 46: 26-32. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2017.08.015>
- Mehta, S., Saxena, T. and Purohit, N. 2020. The new consumer behaviour paradigm amid COVID-19: Permanent or transient? *Journal of Health Management*, 22(2): 291-301. <https://doi.org/10.1177/0972063420940834>

- Micale, R., Giallanza, A., Enea, M. and La Scalia, G. 2018. Economic assessment based on scenario analysis for the production of a new functional pasta. *Journal of Food Engineering*, 237: 171-176. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2018.06.003>
- Mir, N.A., Rafiq, A., Kumar, F., Singh, V. and Shukla, V. 2017. Determinants of broiler chicken meat quality and factors affecting them: A review. *Journal of Food Science and Technology*, 54(10): 2997-3009. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2789-z>
- Ngapo, T.M. 2022. Meat analogues, the Canadian meat industry and the Canadian consumer. *Meat Science*, 108846. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2022.108846>
- OECD. 2022. Organisation for Economic Cooperation and Development, Meat Consumption (Indicator). <https://doi.org/10.1787/fa290fd0-en> (Erişim tarihi: 13.12.2022).
- Ozkan, G., Gemec, E. and Gurbuz, I.B. 2023. Critical factors affecting households' red meat consumption in Turkey. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*, 23(1): 503-513.
- Öncül, M., Sekman, Y., Kınıklı, F. ve Artukoğlu, M. 2019. Tüketicilerin gıda ürünleri satın alma davranışının incelenmesi: İzmir ili örneği. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 25(2): 207-217. <https://doi.org/10.24181/tarekoder.630755>
- Özdemir, G. ve Singin, E. 2016. Sığırlarda barınak, nakil ve insan-hayvan etkileşimi gibi bazı faktörlerin hayvan refahı üzerine etkileri. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 13(3): 215-222.
- Özkaya, P., Dağbağlı, S. ve Kayaardı, S. 2021. Ette tazeliğin belirlenmesi: Yeni yaklaşımlar. *Gıda*, 46(4): 1053-1067. <https://doi.org/10.15237/gida.GD21078>
- Özlu, S. ve Türkoğlu, M. 2020. Kanatlı hayvan sektöründe mevcut durum ve gelecek. Türkiye Ziraat Mühendisliği IX. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı-2, 13-17 Ocak 2020, Ankara, Türkiye, s: 153-158.
- Özyürek, S., Çebi, K., Türkyılmaz, D., Esenbuğa, N., Dağdelen, Ü. ve Yaprak, M. 2019. Erzincan ilinde kırmızı et tüketim alışkanlıkları ve tüketicilerin ithal kırmızı ete bakış açılarının değerlendirilmesi. *Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 12(1): 263-273. <https://doi.org/10.18185/erzifbed.449704>
- Pophiwa, P., Webb, E.C. and Frylinck, L. 2020. A review of factors affecting goat meat quality and mitigating strategies. *Small Ruminant Research*, 183: 106035. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2019.106035>
- Profeta, A., Baune, M.C., Smetana, S., Broucke, K., Van Royen, G., Weiss, J., Hieke, S., Heinz, V. and Terjung, N. 2021. Consumer preferences for meat blended with plant proteins—empirical findings from Belgium. *Future Foods*, 4: 100088. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2021.100088>
- Radman, M., Camanzı, L. and Kolega, A. 2005. Preferences and buying behaviour of beef consumers in Tuscany. *Journal of Central European Agriculture*, 6(1): 99-106.
- Red Meat Advisory Council. 2015. Meat Industry Strategic Plan MISP 2020. Red Meat Advisory Council Ltd., Barton, ACT, Australia. <https://www.mla.com.au/globalassets/mla-corporate/generic/about-mla/misp-2020.pdf> (Erişim tarihi: 13.12.2022).

- Richards, T.J. and Rickard, B. 2020. COVID-19 impact on fruit and vegetable markets. *Canadian Journal of Agricultural Economics*, Special Issue: 1-6. <https://doi.org/10.1111/cjag.12231>
- Salvatore, F.P., Adamashvili, N. and Contò, F. 2022. Factors affecting consumer purchasing behavior of functional food: A comparative analysis for consumer management. *British Food Journal*, 124(5): 1519-1536. <https://doi.org/10.1108/BFJ-11-2020-1043>
- Salvin, H.E., Lees, A.M., Cafe, L.M., Colditz, I.G. and Lee, C. 2020. Welfare of beef cattle in Australian feedlots: A review of the risks and measures. *Animal Production Science*, 60(13): 1569-1590. <https://doi.org/10.1071/AN19621>
- Salvin, H.E., Monk, J.E., Cafe, L.M. and Lee, C. 2022. Benchmarking to drive improvements in extensive beef cattle welfare: A perspective on developing an Australian producer-driven system. *Animal Production Science*, 62(16): 1539-1547. <https://doi.org/10.1071/AN21573>
- Sapmaz, K. ve Yercan, M. 2015. Tüketicilerin market markalı ve üretici markalı gıda ürünü tercihlerinin analizi: İzmir ili örneği. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 52(3): 317-325. <https://doi.org/10.20289/zfdergi.392686>
- Saygılı, D., Günaydın, Ö.E., Küçükaltan, D., Demirci, H. ve Özden, O. 2022. Yerel mutfak ve sağlıklı beslenme arasındaki ilişkinin incelenmesi: İzmir ili örneği. *Aydın Gastronomy*, 6(2): 165-178. https://doi.org/10.17932/IAU.GASTRONOMY.2017.016/gastronomy_v06i2005
- Saygın Alparslan, Ö. ve Demirbaş, N. 2019. Sağlık meslek mensuplarının kırmızı et ve işlenmiş kırmızı et tüketim tercihleri. *Hayvansal Üretim*, 60(2): 105-110. <https://doi.org/10.29185/hayuretim.558245>
- Saygın, Ö. ve Demirbaş, N. 2018. Türkiye'de kırmızı et tüketimi: Sorunlar ve öneriler. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 32(3): 567-574. <https://doi.org/10.15316/SJAFS.2018.138>
- Sevimli, L. ve Gülçubuk, B. 2018. Kırmızı et ve ürünlerinde tüketicilerin satın alma tercihlerinde etkili olan faktörler. *Tarım Ekonomisi Araştırmaları Dergisi*, 4(2): 25-33.
- Shaikh, A. 2020. Effective factors in changing the buying behavior of consumer due to COVID-19. *Studies in Indian Place Names*, 40(68): 408-414.
- Skripnuk, D.F., Davydenko, V.A., Romashkina, G.F. and Khuziakhmetov, R.R. 2021. Consumer trust in quality and safety of food products in western Siberia. *Agronomy*, 11(2): 257. <https://doi.org/10.3390/agronomy11020257>
- Şahin, B.G. ve Akballı, E.E. 2019. Tüketici davranışlarını etkileyen faktörler ve yöntem analizi. *Uluslararası Sosyal Bilimler ve Eğitim Dergisi*, 1(1): 43-85.
- T.C. Bursa Valiliği. 2022. Bursa. <http://www.bursa.gov.tr/ilcelerimiz> (Erişim tarihi: 09.11.2022).
- T.C. Sağlık Bakanlığı. 2020. *Çocukluk Çağı diyabeti eğitimci rehberi* (No: 1178). Ankara, Türkiye. 208. https://hsgm.saglik.gov.tr/depo/birimler/saglikli-beslenme-hareketli-hayat-db/Rehberler/cocukluk_cagi_diyabeti_egitici_rehberi/COCUKLUK_CAGI_DIYABETI_EGITIMCI_REHB ERI.pdf#page=38

- Taşkın, T., Engindeniz, S., Gbadamonsi, A.A., Kandemir, Ç. ve Koşum, N. 2020. Gençlerin kırmızı et tüketim tercihlerinin analizi: Ege Üniversitesi öğrencileri örneği. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 57(1): 63-72. <https://doi.org/10.20289/zfdergi.587525>
- TÜİK. 2022a. Türkiye İstatistik Kurumu, Kesilen Hayvan Sayısı ve Et Üretim Miktarı. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1> (Erişim tarihi: 07.11.2022).
- TÜİK. 2022b. Türkiye İstatistik Kurumu, Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Sonuçları, 2021. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?locale=tr> (Erişim tarihi: 07.11.2022).
- TÜİK. 2022c. Türkiye İstatistik Kurumu, Gelir ve Yaşam Koşulları Araştırması, 2021. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Gelir-ve-Yasam-Kosullari-Arastirmasi-2021-> (Erişim tarihi: 07.11.2022).
- TÜİK. 2022d. Türkiye İstatistik Kurumu, Hayvancılık İstatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?locale=tr> (Erişim tarihi: 07.11.2022).
- Uzmay, A. and Cinar, G. 2017. The likelihood of sheep meat consumption in Turkey. *Italian Journal of Food Science*, 29(2): 209-221.
- Uzundumlu, A.S., Işık, H.B. ve Kırılı, M.H. 2011. İstanbul ili Küçük Çekmece ilçesinde en uygun et tipinin belirlenmesi. *Alinteri Ziraat Bilimleri Dergisi*, 21(2): 40-48.
- Uzunöz, M. ve Karakaş, G. 2014. Türkiye’de kırmızı et tüketiminin sosyo-ekonomik belirleyicileri: Örnek bir çalışma. *Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 5(1): 37-52.
- Van Griethuijsen, R.A.L.F., Van Eijck, M.W., Haste, H., Den Brok, P.J., Skinner, N.C., Mansour, N., Savran Gencer, A. and Bou Jaoude, S. 2015. Global patterns in students’ views of science and interest in science. *Research in Science Education*, 45(4): 581-603. <https://doi.org/10.1007/s11165-014-9438-6>
- Verma, J.P. 2013. One-Way ANOVA: Comparing means of more than two samples. *Data analysis in management with SPSS software*, 221-254. https://doi.org/10.1007/978-81-322-0786-3_7
- Wang, B., Shen, C., Cai, Y., Liu, D. and Gai, S. 2022. The purchase willingness of consumers for red meat in China. *Meat Science*, 192: 108908. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2022.108908>
- Weinberg, S.L. and Abramowitz S.K. 2008. *Statistics using SPSS: An integrative approach* (2nd ed). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom. p: 780
- Whitton, C., Bogueva, D., Marinova, D. and Phillips, C.J. 2021. Are we approaching peak meat consumption? Analysis of meat consumption from 2000 to 2019 in 35 countries and its relationship to gross domestic product. *Animals*, 11(12): 3466. <https://doi.org/10.3390/ani11123466>
- Yaylak, E., Taşkın, T., Koyubenbe, N. ve Konca, Y. 2010. İzmir ili Ödemiş ilçesinde kırmızı et tüketim davranışlarının belirlenmesi üzerine bir araştırma. *Hayvansal Üretim*, 51(1): 21-30.
- Yıbar, A. ve Çetin, E. (2013). Hayvan refahının et kalitesi üzerine etkileri. *Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 32(2): 31-38.

Zia, M.Q., Naveed, M., Bashir, M.A. and Shamsi, A.F. 2020. The interaction of situational factors on individual factors and self-development. *European Journal of Training and Development*, 44(4/5): 509-530. <https://doi.org/10.1108/EJTD-10-2019-0172>



Machine Learning-Based Detection and Severity Assessment of Sunflower Powdery Mildew: A Precision Agriculture Approach^A

Alperen Kaan BÜTÜNER¹, Yavuz Selim ŞAHİN²,

Atilla ERDİNÇ³, Hilal ERDOĞAN^{4*}

Abstract: Sunflower powdery mildew (*Golovinomyces cichoracearum* (DC.) V.P. Heluta) is a substantial threat to sunflower crops, causing significant yield loss. Traditional identification methods, based on human observation, fall short in providing early disease detection and quick control. This study presents a novel approach to this problem, utilizing machine learning for the early detection of powdery mildew in sunflowers. The disease severity levels were determined by training a Decision Trees model using matrix of soil, powdery mildew, stems, and leaf images obtained from original field images. It was detected disease severity levels of 18.14% and 5.56% in test images labeled as A and C, respectively. The model's demonstrated accuracy of 85% suggests high proficiency, indicating that machine learning, specifically the DTs model, holds promising prospects for revolutionizing disease control and diseases prevention in agriculture.

Keywords: Decision trees, Disease severity, Machine learning, Powdery mildew, Sunflower.

^A This study does not require ethics committee approval. The article has been prepared in accordance with research and publication ethics.

¹ Alperen Kaan Bütüner, Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Nilüfer, Bursa, Türkiye. e-mail: alperenkaanbutuner@gmail.com [OrcID 0000-0002-2121-3529](https://orcid.org/0000-0002-2121-3529)

² Yavuz Selim Şahin, Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Nilüfer, Bursa, Türkiye. e-mail: yavuzselimsahin@uludag.edu.tr [OrcID 0000-0002-9965-0163](https://orcid.org/0000-0002-9965-0163)

³ Atilla Erdinç, Bursa Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Nilüfer, Bursa, Türkiye. e-mail: atilla0erdinc@gmail.com [OrcID 0000-0002-0907-9443](https://orcid.org/0000-0002-0907-9443)

* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** ⁴ Hilal Erdoğan, Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Nilüfer, Bursa, Türkiye. e-mail: hilalerdogan@uludag.edu.tr [OrcID 0000-0002-0387-2600](https://orcid.org/0000-0002-0387-2600)

Ayçiçeğinde Küllemenin Makine Öğrenimine Dayalı Tespiti ve Şiddetinin Değerlendirilmesi: Hassas Tarım Yaklaşımı

Öz: Ayçiçeğinde külleme (*Golovinomyces cichoracearum* (DC.) V.P. Heluta), önemli ölçüde verim kaybına neden olan, ayçiçeği ürünleri için önemli bir tehdittir. Geleneksel teşhis yöntemleri, insan gözlemine dayalı olarak, erken hastalık tespiti ve hızlı kontrol sağlama konusunda yetersiz kalmaktadır. Bu çalışma, ayçiçeğinde küllemenin erken tespiti için makine öğrenimini kullanarak bu soruna yeni bir yaklaşım sunmaktadır. Orijinal alan görüntülerinden elde edilen fotoğraflara ait toprak, külleme, sap ve yaprak matrisleri ile Decision Trees (Karar Ağaçları) modeli eğitilerek hastalık şiddet seviyeleri tespit edilmiştir. Test görüntülerinde sırasıyla A ve C olarak etiketlenmiş hastalık şiddeti seviyeleri %18.14 ve %5.56 olarak belirlenmiştir. Modelin %85 oranında gösterdiği doğruluk, modelin yüksek düzeyde yetkinliğe ve özellikle Decision Trees modelinin tarım alanında hastalık kontrolünü ve hastalıkların önlenmesini devrimleştirmek için umut verici perspektiflere sahip olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Karar ağaçları, Hastalık şiddeti, Makine öğrenimi, Külleme, Ayçiçeği.

Introduction

Early prediction and warning are complement for effective diseases in crop production (Li et al., 2021). Traditional plant disease diagnosis methods are based on the diagnosis of diseased plants based on human observation. However, inconsistencies arise between these observations in the detection phase from specialist to specialist (Owomugisha and Mwebaze, 2016; Wu et al., 2022). Human-centric disease detection is a time-consuming process, and yet, the demand for labor to identify plant diseases continues to increase (Wang et al., 2017; Cai et al., 2019). Plant disease severity, defined as the percentage of the plant surface affected by the disease, serves as a crucial metric for measuring disease levels (Dawod and Dobre, 2021). Therefore, a rapid and accurate diagnosis of disease severity could be instrumental in minimizing yield losses (Wang et al., 2017; Kaur et al., 2019). Advancements in visual processing techniques based on artificial intelligence and machine learning have allowed for autonomous plant disease diagnosis, significantly reducing time consumption and human resource needs (Singh et al., 2016; Nagasubramanian et al., 2019; Erdoğan et al., 2023) The production and productivity of certain herbal products, such as the sunflower (*Helianthus annuus* L.), can directly impact the economies of various nations. A member of the Compositae (Asteraceae) family (Dokken and Davis, 2007), sunflower is cultivated for its edible oil and seeds, catering to both human and animal consumption. Accounting for 11% of the global vegetable oil production, sunflower stands as a substantial source of edible oil (Lindström and Hernández, 2015). Despite its economic significance, sunflowers encounter considerable product losses due to plant diseases. One of the most prominent among these is sunflower powdery mildew (*Golovinomyces cichoracearum* (DC.) V.P. Heluta, formerly *Erysiphe cichoracearum*) (Reddy et al., 2013). This disease often

infects plants around the blossoming period, leading to substantial plant death. Furthermore, early infections during dry and hot conditions result in severe damage to the plants (Park et al., 2015). While the disease affects above-ground parts of the plant, the leaves are more frequently impacted. The initial symptoms include tiny white dots on the leaves, which eventually enlarge and encompass the entire leaf, fostering the growth of numerous conidiospores. These can readily spread throughout the plant, leading to secondary infections (Mulpuri et al., 2016). Ultimately, the disease debilitates the plant by propagating both intracellularly and intercellularly in the plant tissue (Troisi et al., 2010; Lebeda and Mieslerová, 2011; Lin et al., 2019)

The primary aim of this research is to determine the severity of *G. cichoracearum* on sunflower leaves using field images. The model, which learns the main color values of soil, stems, leaves, weeds, and powdery mildew classes in the images, aims to calculate disease severity by detecting the area covered by these classes in the images. Given that the machine learning-based image processing techniques offer a more accurate and expedited detection of disease severity compared to human observation, it is anticipated that this research may contribute to the development of models that can be integrated into autonomous equipment designed for precision agriculture. As such, Decision Trees (DTs), a non-parametric supervised machine learning model, were utilized to calculate the disease severity on sunflower leaves under field conditions.

Material and Methods

Data Collection

The study was carried out on sunflowers produced in the farmland of Bursa Uludağ University Faculty of Agriculture (Figure 1). Images of sunflower leaves infected by *G. cichoracearum* were recorded using a Canon EOS 700D camera with a resolution of 5184 x 3456 pixels. A total of 1050 infected leaf images were obtained in 1 week to train the DTs model. Images were taken about 40 cm from the leaf surface. Of the dataset, 80% (840 images) was used for model training, 16% (168 images) was allocated for validation, and the remaining 4% (42 images) was set aside for testing. Test data is not included in the training.

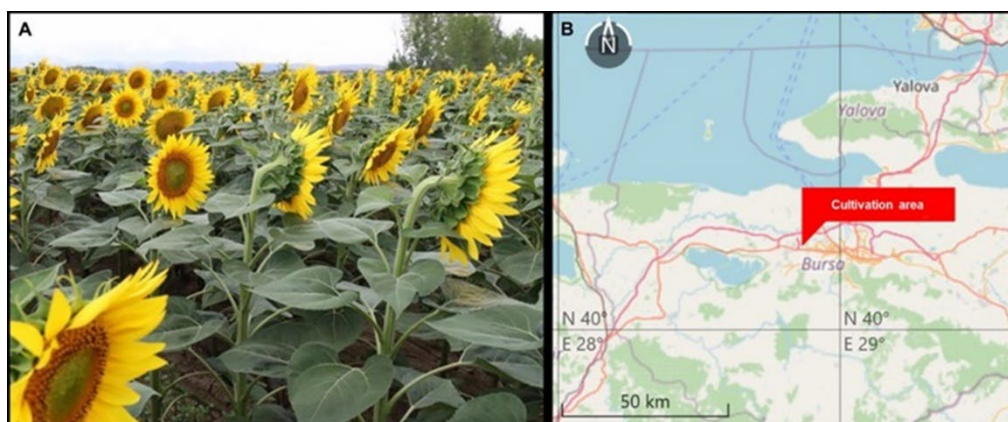


Figure 1. A: Sunflower cultivation area. B: The location of the area. Coordinates: lat 40°13' 33.7'' N, long 28° 51' 34.2 ''E, alt 50 m asl.

Pathogen Identification

The initial step involved collecting infected leaves from the affected plants, followed by the careful detachment of conidia and hyphae, which are the pathogen's reproductive structures, by scraping them off the leaves. The harvested conidia and hyphae were subsequently placed on a microscope slide and examined under a microscope to determine the presence of the pathogen. The physical characteristics of the conidia, such as size, shape, and surface features, were observed under a light microscope. This data was then cross-referenced with known descriptions of *G. cichoracearum* to confirm the pathogen's presence (Cook and Braun, 2009; Reddy et al., 2013).

Flowchart

The research was carried out using Spyder (www.spyder-ide.org), an open-source, Python-integrated development environment. A machine-learning model was utilized to identify distinct image features (r, g, and b channels) in the sunflower.

- I. Initially, the requisite libraries (NumPy, Pandas, Matplotlib, OpenCV), along with the `mpl_toolkits.mplot3d` module for generating the 3D plot, were imported.
- II. A pre-prepared CSV data file was then loaded into the Pandas DataFrame. This DataFrame comprises RGB values for powdery mildew, weeds, stems, soil, and healthy leaves within the plant.
- III. Details of each object were presented in the 3D graph based on the RGB color space values. These areas in the images such as powdery mildew disease, weeds, stems, soil and leaf surfaces are labeled..
- IV. To conduct the training of the data, the feature columns (r, g, and b) were extracted as a separate DataFrame, excluding the target column ('result') from the original DataFrame.
- V. The dataset was bifurcated into X and Y for training the classification model. X contains the data, including the color data, while Y houses the accurate class labels for each data point.
- VI. Subsequently, the dataset, consisting of 1050 photographs, was randomly partitioned using the `train_test_split` function: 80% (840 images) for model training, 16% (168 images) for validation, 16% (168 images) for validation, and the remaining 4% (42 images) were excluded from the training and reserved solely for testing.
- VII. A Decision Tree classifier model was constructed.
- VIII. The model underwent training.
- IX. Two representative test images (A and C), not used in the training process, were uploaded.. Subsequently, classification for each pixel in the image was conducted using the `DecisionTreeClassifier`. The classification results were visualized on a grayscale, with each pixel assigned a color value. The outcomes were saved as an output image and displayed on the screen.

- X. The severity of powdery mildew was determined by calculating the proportion of detected diseased areas.

Finally, the performance measures (accuracy, recall, precision, and f1-score) of the model trained with the Decision Tree classifier on the test dataset were calculated using the `classification_report` function in the `sklearn` library.

Classification by Decision Trees (DTs)

The study employs the Classification and Regression Tree (CART) decision tree algorithms, which are frequently utilized for identifying plant pests and diseases (Gallardo-Romero et al., 2023; Liu et al., 2023). Decision Trees (DTs) stand out among machine learning models for their distinct advantages (Mahmood et al., 2021; Khan et al., 2022; Lee et al., 2022). They are renowned for their interpretability, with their tree structures offering clarity in the decision-making process, essential in fields like healthcare (Lee et al., 2022). They are adept at managing both numerical and categorical data without significant preprocessing, and can effortlessly accommodate mixed data types or missing values (Mahmood et al., 2021). Moreover, DTs are computationally efficient, particularly with large datasets, and excel in real-time predictive tasks (Lee et al., 2018). Owing to these attributes, DTs were chosen as the preferred model for this study. Matrix values in digital images are comprised of square pixels (image elements) arranged in a grid of columns and rows. For the purposes of this research, the matrix values corresponding to soil surface, weeds, healthy leaves, stems, and powdery mildew were determined from original field images using the OpenCV library and Python programming language. These matrix values were then classified to train the Decision Tree (DT) model (Figure 2). Each pixel in a digital image possesses a certain intensity, and it is the combined interplay of red, green, and blue pixels that generates the perception of color. During the training phase, the model's accuracy was validated using the validation dataset.

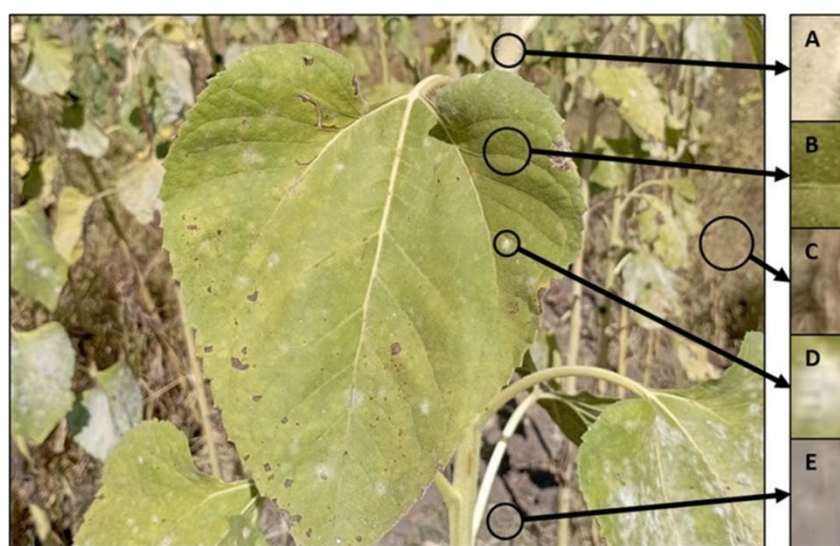


Figure 2. Matrix values of stems (A), healthy leaf areas (B), weeds (C), infected areas of leaves (D), and soil surface (E) are classified.

Train and Validation Datasets

During the training phase, the K-Nearest Neighbor (K-NN) approach was employed for classification of matrix values, facilitating comparisons across the X, Y, and Z axes (Jasim and Al-Taei, 2018). The classification process commences with the creation of a root node, subsequent to which the entropy value for all data trained on that node is determined (Adi et al., 2017). The dataset, consisting of 1050 photographs, was randomly partitioned using the `train_test_split` function: 80% (840 images) were used for model training, 16% (168 images) for validation, and the remaining 4% (42 images) were excluded from the training and reserved solely for testing. In the testing phase, areas infected by powdery mildew were visualized using a black tone, while a light grey tone was assigned to healthy leaf tissues. The grayscale values of the soil surface, weeds, healthy leaves, stems, and powdery mildew derived from field images were configured as presented in Table 1.

Table 1: Grey colours in RGB

	R (Red)	G (Green)	B (Blue)
Soil surface	60	60	60
Weeds	120	120	120
Healthy leaves	240	240	240
Stems	180	180	180
Powdery mildew disease	0	0	0

Determination of the Pathogen Severity

A rater's assessment of the disease severity is used to calculate the disease severity index (DSI), which is expressed as a percentage and is calculated as follows: $DSI (\%) = [\text{sum}(\text{class frequency} \times \text{score of rating class})] / [(\text{total number of plants}) \times (\text{maximal disease index})] \times 100$ (Bock et al., 2020). In this research, the severity was estimated by determining the pixel numbers through the classification of DTs. It was calculated by the ratio of the total pixel number of the infected leaf regions to the total pixel number of all leaf areas, including healthy regions (Goncalves et al., 2021). The severity rate and precision are calculated by Equation (1) and Eq. (2) respectively (G: Infected leaf area by *G. cichoracearum*, H: healthy leaf area, I: Severity rate (%), True Positive (TP): A True Positive is a correct identification of a positive instance in a classification task, where both the actual and predicted classes are positive. False Positive (FP): A False Positive is an incorrect identification of a negative instance as positive, where the actual class is negative, but the predicted class is positive).

$$I = \left[\frac{G}{G+H} \times 100 \right] \quad (1)$$

$$Precision = \frac{TP}{TP+FP} \quad (2)$$

Evaluation of the Model

Confusion matrix, precision, recall, and F1-score are metrics used to evaluate the performance of classification models. These metrics help determine how accurately the classification model makes predictions and for which classes it is better or worse. Precision determines the proportion of instances that a classification model classifies as positive that is actually positive. Its formula is calculated as $TP / (TP + FP)$, where TP is the number of "true positive" instances and FP is the number of "false positive" instances. Precision measures the accuracy of the classification model by keeping the false-positive rate low. Recall measure shows the ratio of the number of true positives to the number of all positive samples. Its formula is $TP / (TP + FN)$. That is, it shows how many true positive examples a classification model finds. The F1-score measure calculates the harmonic mean of Precision and Recall values. Its formula is $2 * (Precision * Recall) / (Precision + Recall)$. That is, it combines the accuracy and shortcomings of a classification model and evaluates them collectively under one criterion. In this study, the aforementioned performance metrics were used to assess the accuracy and effectiveness of the DTs model. This model predicts using the RGB values of the 'Soil surface', 'Weeds', 'Stems', 'Powdery mildew', and 'Healthy leaves' present in the training and validation dataset.

Results and Discussion

The soil surface, weeds, healthy leaves, stems, and powdery mildew matrix values from the original field images were used in training the non-parametric supervised machine learning model DTs. During the training process, these matrix values are clustered to compare the X, Y, and Z axes by K-Nearest Neighbor (K-Nn) method (Jasim and Al-Taei, 2018). Clustering was visualized on the X, Y and Z-axis (Figure 3). Figure 3 shows the classification within the images used for training and validation.

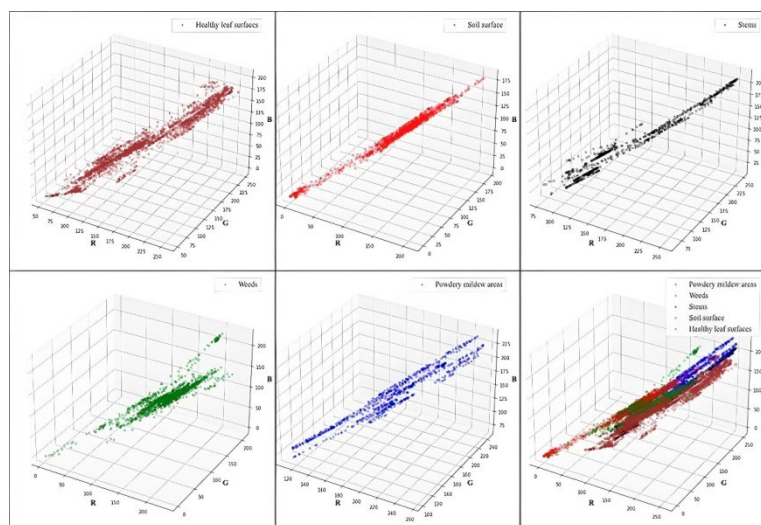


Figure 3. Clustering of matrix values of the soil surface, weeds, healthy leaves, stems, and powdery mildew disease in the original images from the field along the X, Y and Z-axes.

Precision, Accuracy, Recall and F1-score are metrics used to evaluate the performance of classification models. These metrics help to determine how accurately the classification model makes predictions and for which classes it is better or worse. "Precision" determines the proportion of instances that a classification model classifies as positive that is actually positive. Its formula is calculated as $TP / (TP + FP)$, where TP is the number of "True positive" instances and FP is the number of "False positive" instances. Precision measures the accuracy of the classification model by keeping the false-positive rate low. Recall measure shows the ratio of the number of true positives to the number of all positive samples. Its formula is $TP / (TP + FN)$. That is, it shows how many true positive examples a classification model finds. Accuracy is also a performance metric used to measure the accuracy of the model. Accuracy is the ratio of correctly classified samples to the total number of samples and is calculated by the following formula: $Accuracy = (TP + TN) / (TP + TN + FP + FN)$. Here TN (True negative) refers to cases where the model correctly identifies true negatives, while FN (False negative) refers to cases where the model incorrectly classifies true positives as negative. For both test images with disease severity of 18.14% (A) and 5.56% (C), the "Accuracy" was 85%. This means that the accuracy of the classification model used in the study is 85%. Accuracy, Precision, Recall and F1-score metrics of the classes obtained from the test images (A and C) are given in Figure 4. and Table 2. In the evaluation of the performance criteria for all classes in the validation dataset, both Recall and Precision values are found to surpass 80%.

Table 2. Performance criteria in validation dataset.

	Precision	Recall	F1-score	Accuracy
Powdery mildew diseases	0.825	0.91	0.865	0.88
Weeds	0.815	0.705	0.755	0.85
Stems	0.68	0.695	0.685	0.72
Soil surface	0.925	0.935	0.93	0.91
Healthy leaves	0.9	0.915	0.91	0.92

In over 80% of cases, the true positives of the classes were correctly classified. In summary, the trained DTs model correctly classified over 80%. The F1-score value, which is the harmonic mean of Recall and Precision, also shows good performance for this model. However, compared to the others, the model had more difficulty in categorising the weeds and stems classes in both test images. Because the performance criteria remained at a lower level (Figure 4).

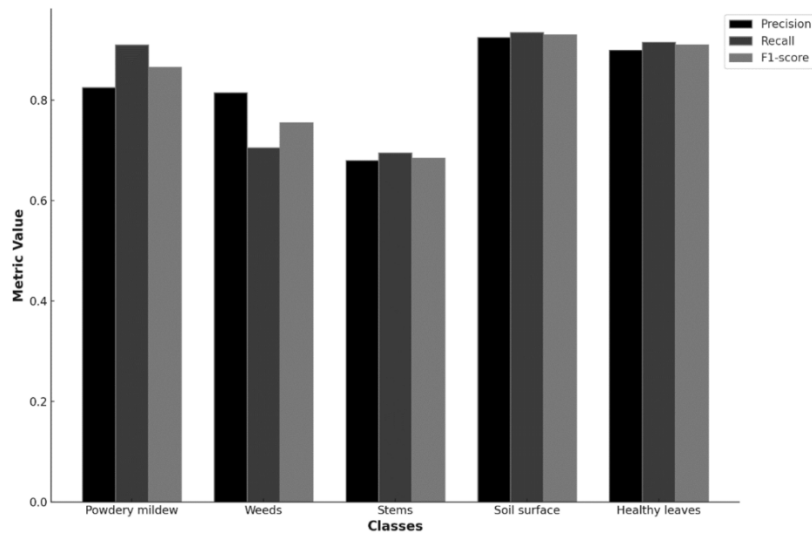


Figure 4. Performance criteria derived from the class grouping by the DTs model.

In Figure 5, the confusion matrix provides a critical evaluation of the classification model's performance across five distinct classes: powdery mildew, weeds, stems, soil, and healthy leaves. This matrix is pivotal for understanding not only the model's accuracy but also its specific strengths and weaknesses. The diagonal elements of the matrix signify the true positives, reflecting a high degree of accuracy in classifying healthy leaves (133,031 instances) and weeds (47,659 instances), among others. However, the off-diagonal elements reveal areas of misclassification, particularly between stems and healthy leaves (4,270 instances). The overall accuracy of 93.78% underscores the model's robustness, but the localized confusions highlight potential areas for model refinement. The confusion matrix thus serves as a nuanced diagnostic tool, offering insights into class-specific performance and guiding subsequent model optimization.

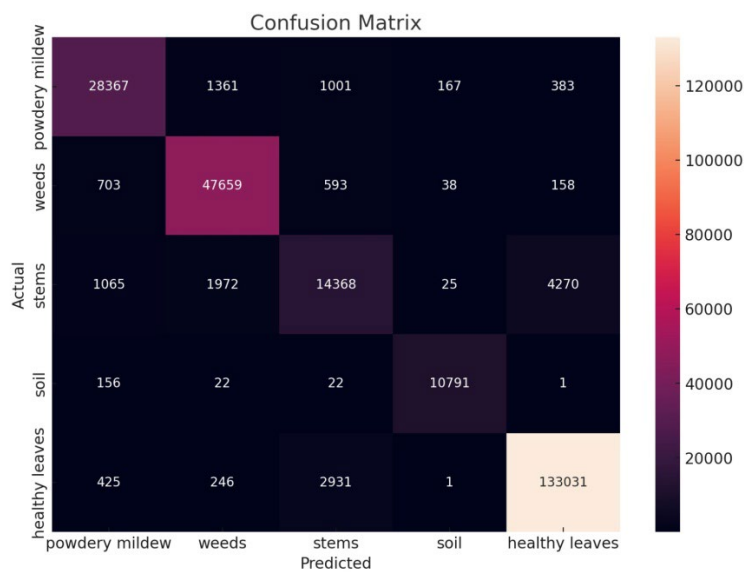


Figure 5. Confusion Matrix of the Decision Tree Classifier for Classifying Plant Features.

In the DTs model trained by applying the steps in the flowchart, test images were loaded, and classification was performed for each pixel in the image using the DecisionTreeClassifier classifier. The results of this classification were visualized in grayscale by assigning a color value to each pixel. The results were saved as an output image and displayed on the screen. The DTs model used black-toned pixels representing infected areas in the test images to estimate the powdery mildew severity. Figure 6 displays the sample images (A and C) utilized as test data.. The total pixel values of healthy leaves and powdery mildew for image A were found as 640369 and 141878, respectively. Regarding disease severity for image A, 18.14% of sunflower leaves were infected with the powdery mildew according to the DTs training results. The total pixel values of healthy leaves and powdery mildew for image C were 630765 and 37106, respectively. In terms of disease severity for image C, 5.56% of sunflower leaves were found to be infected with the powdery mildew according to the DTs training results (Figure 6).

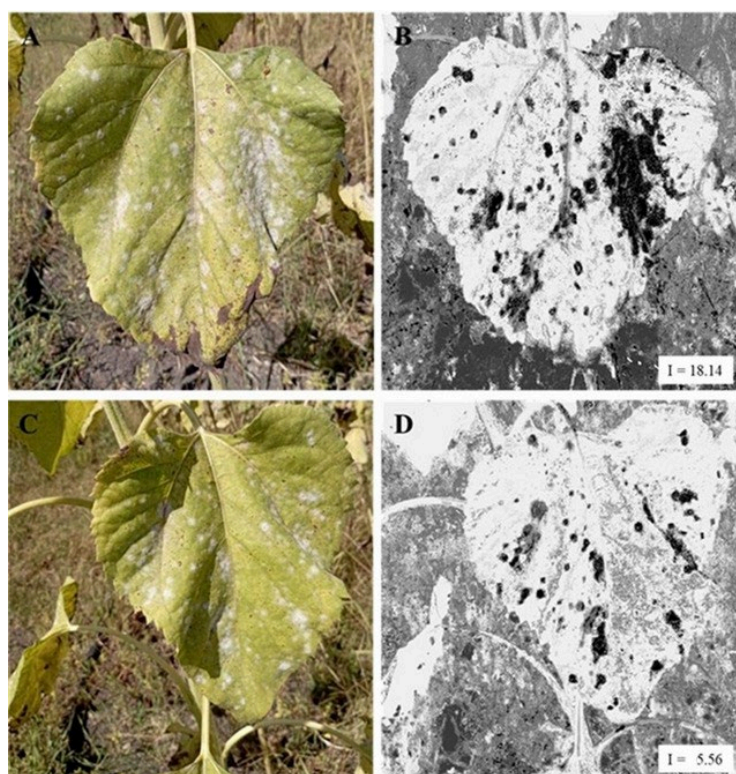


Figure 6. The original test images (A, C) were changed to grayscale (B, D) by clustering the matrix values of the soil surface, weeds, healthy leaves, stems, and powdery mildew to determine the powdery mildew severity rate ($I = 18.14$ and 5.56).

Disease severity prediction plays a crucial role in ensuring food security, controlling infections, and estimating yield losses. Traditional approaches to assessing disease severity rely heavily on visual estimation, a process that is time-consuming and subject to the observer's interpretation, potentially leading to erroneous results (Bock et al., 2010). The limitations of human observation, including rater fatigue and the inconsistencies among individual raters, have emphasized the need for a more objective, reliable, and efficient method

(Pethybridge and Nelson, 2015; Şahin et al., 2023). In this context, machine learning presents a promising alternative to human observation in determining disease severity. Machine learning techniques can reduce processing time and minimize error margins (Malik et al., 2022), essential features in timely disease control and yield preservation efforts. Various machine learning methods are available, each with its own strengths and weaknesses. Our study opted for Decision Trees (DTs) in disease severity assessment, addressing the increasing need for efficiency and reliability in this domain. DTs' ability to handle categorical data, multi-output problems, and their interpretability sets them apart from other models. Additionally, their flexible nature requires less stringent assumptions about data distribution. Despite various machine learning applications in disease detection, DTs are underutilized, signifying the novelty of our study. Our research demonstrates that DTs yield competitive results and bring unique benefits, meriting further investigation. Recent studies conducted by Esgario et al. (2020) and Ji et al. (2020) have adopted different machine learning models, including deep learning models like ResNet50, for detecting disease severity. These studies reported accuracy rates of over 85%, comparable to the accuracy rates achieved in our study (between 82% and 87%). This demonstrates that our chosen method, DTs, performs well relative to these other approaches, confirming its potential for practical application. The other studies conducted by Prabhakar et al. (2020) have explored different machine learning models for specific tasks, such as tomato leaf disease detection and severity estimation. They found that the ResNet101 model yielded the highest accuracy. While the specific focus of these studies differs from ours, their overall findings further underscore the effectiveness of machine learning in disease detection and severity estimation. In this study, we applied a machine learning-based DTs model to detect the severity of powdery mildew disease on sunflower leaves with an accuracy rate of between 82% and 87%. These results demonstrate the potential of our approach for early detection of sunflower powdery mildew disease, facilitating timely intervention before the disease spreads across the field.

Conclusion

The application of machine learning-based models in the agricultural field for the early detection of diseases, as demonstrated in this study, has the potential to significantly advance precision agriculture techniques. Precision agriculture aims to apply the right input to the right place, at the right time, and in the right amount. The data obtained from this study can facilitate precise application of treatments in the correct amount and location, thereby preventing excessive pesticide use. These models deliver prompt and consistent results, surpassing traditional human observation and disease severity prediction methods in terms of both speed and stability. Our study shows that machine learning models, especially Decision Trees (DTs), have the ability to accurately quantify the severity of damage caused by diseases and pests. This accomplishment is significant for early disease detection and intervention.

Acknowledgement

The authors would like to thank the undergraduate students who provided technical support during fieldwork for this study. No ethics commission permission is required in this manuscript. The manuscript has been prepared in accordance with publication and research ethics. The authors declare that there is no conflict of interest regarding the publication of this article.

References

- Adi, K., Pujiyanto, S., Dwi Nurhayati, O. and Pamungkas, A. 2017. Beef quality identification using thresholding method and decision tree classification based on android smartphone. *Journal of Food Quality*, 9: 1-10.
- Bock, C. H., Barbedo, J. G., Del Ponte, E. M., Bohnenkamp, D. and Mahlein, A. K. 2020. From visual estimates to fully automated sensor-based measurements of plant disease severity: status and challenges for improving accuracy. *Phytopathology Research*, 2(1): 1-30.
- Bock, C. H., Poole, G. H., Parker, P. E. and Gottwald, T. R. 2010. Plant disease severity estimated visually, by digital photography and image analysis, and by hyperspectral imaging. *Critical reviews in plant sciences*, 29(2): 59-107.
- Cai, J., Xiao, D., Lv, L. and Ye, Y. 2019. An early warning model for vegetable pests based on multidimensional data. *Computers and Electronics in Agriculture*, 156: 217-226.
- Cook, R. T. A. and Braun, U. 2009. Conidial germination patterns in powdery mildews. *Mycological Research* 113(5): 616-636.
- Dawod, R. G. and Dobre, C. 2021. Classification of Sunflower Foliar Diseases Using Convolutional Neural Network. *23rd International Conference on Control Systems and Computer Science (CSCS)*. Bucharest, Romania. pp. 476-481
- Dokken, K. M. and Davis, L. C. 2007. Infrared imaging of sunflower and maize root anatomy. *Journal of agricultural and food chemistry*, 55(26): 10517-10530.
- Erdoğan, H., Bütüner, A. K. and Şahin, Y. S. 2023. Detection of Cucurbit Powdery Mildew, *Sphaerotheca fuliginea* (Schlech.) Polacci by Thermal Imaging in Field Conditions. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*, 23(1): 189-192.
- Esgario, J. G., Krohling, R. A. and Ventura, J. A. 2020. Deep learning for classification and severity estimation of coffee leaf biotic stress. *Computers and Electronics in Agriculture*, 169: 105162.
- Gallardo-Romero, D. J., Apolo-Apolo, O. E., Martínez-Guanter, J. and Pérez-Ruiz, M. 2023. Multilayer Data and Artificial Intelligence for the Delineation of Homogeneous Management Zones in Maize Cultivation. *Remote Sensing*, 15(12): 3131-3148.

- Goncalves, J. P., Pinto, F. A., Queiroz, D. M., Villar, F. M., Barbedo, J. G. and Del Ponte, E. M. 2021. Deep learning architectures for semantic segmentation and automatic estimation of severity of foliar symptoms caused by diseases or pests. *Biosystems Engineering*, 210: 129-142.
- Jasim, S. S. and Al-Taei, A. A. M. 2018. A Comparison Between SVM and K-NN for classification of Plant Diseases. *Diyala Journal for Pure Science*, 14(2): 94-105.
- Ji, M., Zhang, K., Wu, Q. and Deng, Z. 2020. Multi-label learning for crop leaf diseases recognition and severity estimation based on convolutional neural networks. *Soft Computing*, 24: 15327-15340.
- Kaur, S., Pandey, S. and Goel, S. 2019. Plants disease identification and classification through leaf images: A survey. *Archives of Computational Methods in Engineering*, 26: 507-530.
- Khan, C. M. T., Ab Aziz, N. A., Raja, J. E., Nawawi, S. W. B. and Rani, P. 2022. Evaluation of Machine Learning Algorithms for Emotions Recognition using Electrocardiogram. *Emerging Science Journal*, 7(1), 147-161.
- Lebeda, A. and Mieslerová, B. 2011. Taxonomy, distribution and biology of lettuce powdery mildew (*Golovinomyces cichoracearum* sensu stricto). *Plant Pathology* 60(3): 400-415.
- Lee, H. C., Yoon, S. B., Yang, S. M., Kim, W. H., Ryu, H. G., Jung, C. W., Suh, K. S. and Lee, K. H. 2018. Prediction of acute kidney injury after liver transplantation: machine learning approaches vs. logistic regression model. *Journal of clinical medicine*, 7(11), 428.
- Lee, S. J., Chung, D., Asano, A., Sasaki, D., Maeno, M., Ishida, Y., Kobayashi, T., Kuwajima, Y., Da Silva, J. D. and Nagai, S. 2022. Diagnosis of tooth prognosis using artificial intelligence. *Diagnostics*, 12(6), 1422.
- Li, W., Wang, D., Li, M., Gao, Y., Wu, J. and Yang, X. 2021. Field detection of tiny pests from sticky trap images using deep learning in agricultural greenhouse. *Computers and Electronics in Agriculture*, 183: 106048.
- Lin, K., Gong, L., Huang, Y., Liu, C. and Pan, J. 2019. Deep learning-based segmentation and quantification of cucumber powdery mildew using convolutional neural network. *Frontiers in plant science*, 10: 155.
- Lindström, L. I. and Hernández, L. F. 2015. Developmental morphology and anatomy of the reproductive structures in sunflower (*Helianthus annuus*): a unified temporal scale. *Botany*, 93(5): 307-316.
- Liu, Y., Zhang, Y., Jiang, D., Zhang, Z. and Chang, Q. 2023. Quantitative Assessment of Apple Mosaic Disease Severity Based on Hyperspectral Images and Chlorophyll Content. *Remote Sensing*, 15(8): 2202-2020.
- Mahmood, R. A. R., Abdi, A. and Hussin, M. 2021. Performance evaluation of intrusion detection system using selected features and machine learning classifiers. *Baghdad Science Journal*, 18(2 (Suppl.)), 0884-0884.
- Malik, A., Vaidya, G., Jagota, V., Eswaran, S., Sirohi, A., Batra, I., Rakhra, M. and Asenso, E. 2022. Design and evaluation of a hybrid technique for detecting sunflower leaf disease using deep learning approach. *Journal of Food Quality* 2022: 12.
- Mulpuri, S., Soni, P. K. and Gonela, S. K. 2016. Morphological and molecular characterization of powdery mildew on sunflower (*Helianthus annuus* L.), alternate hosts and weeds commonly found in and around sunflower fields in India. *Phytoparasitica*, 44(3): 353-367.

- Nagasubramanian, K., Jones, S., Singh, A. K., Sarkar, S., Singh, A. and Ganapathysubramanian, B. 2019. Plant disease identification using explainable 3D deep learning on hyperspectral images. *Plant methods*, 15: 1-10.
- Owomugisha, G. and Mwebaze, E. 2016. Machine learning for plant disease incidence and severity measurements from leaf images. *15th IEEE international conference on machine learning and applications (ICMLA)*. Anaheim, CA, USA. pp. 158-163.
- Park, M. J., Kim, B. S., Choi, I. Y., Cho, S. E. and Shin, H. D. 2015. First report of powdery mildew caused by *Golovinomyces ambrosiae* on sunflower in Korea. *Plant Disease*, 99(4): 557-557.
- Pethybridge, S. J. and Nelson, S. C. 2015. Leaf Doctor: A new portable application for quantifying plant disease severity. *Plant disease*, 99(10): 1310-1316.
- Prabhakar, M., Purushothaman, R. and Awasthi, D. P. 2020. Deep learning based assessment of disease severity for early blight in tomato crop. *Multimedia Tools and Applications*, 79: 28773-28784.
- Reddy, K. P., Rao, S. C., Kirti, P. B. and Sujatha, M. 2013. Development of a scoring scale for powdery mildew (*Golovinomyces cichoracearum* (DC.) VP Heluta) disease and identification of resistance sources in cultivated and wild sunflowers. *Euphytica*, 190: 385-399.
- Şahin, Y. S., Erdiñç, A., Bütüner, A. K. and Erdoğan, H. 2023. Detection of *Tuta absoluta* larvae and their damages in tomatoes with deep learning-based algorithm. *International Journal of Next-Generation Computing*, 14(3): 555-565.
- Singh, A., Ganapathysubramanian, B., Singh, A. K. and Sarkar, S. 2016. Machine learning for high-throughput stress phenotyping in plants. *Trends in plant science*, 21(2): 110-124.
- Troisi, M., Bertetti, D., Garibaldi, A. and Gullino, M. L. 2010. First report of powdery mildew caused by *Golovinomyces cichoracearum* on Gerbera (*Gerbera jamesonii*) in Italy. *Plant disease*, 94(1): 130-130.
- Wang, G., Sun, Y. and Wang, J. 2017. Automatic image-based plant disease severity estimation using deep learning. *Computational intelligence and neuroscience*, 2017: 1-8.
- Wu, Q., Zeng, J. and Wu, K. 2022. Research and application of crop pest monitoring and early warning technology in China. *Frontiers of Agricultural Science and Engineering*, 9(1): 19-36.



Investigation of Disease-Yield Relationship of Yellow Rust in Some Bread and Durum Wheat Varieties by Phenological Periods Using Hyperspectral Data^A

Metin AYDOĞDU^{1*}, Kadir AKAN²

Abstract: The aim of this study was to evaluate the severity of yellow rust in different phenological periods by subjecting bread (Bayraktar 2000, Demir 2000, Eser and Kenanbey) and durum (Çeşit-1252, Eminbey, Kızıltan 91 and Mirzabey 2000) wheat varieties to different spore doses (0%, 25%, 50% and 100%) under controlled epidemic conditions. The research was conducted in Yenimahalle, Ankara, Turkey during the 2018-2019 growing season. In the study, the morphological changes in yellow rust severity were determined at different phenological developmental stages of the test materials with the reflectance values obtained by using handheld spectroradiometer in different spore dose applications during the period from tillering to stalk emergence. These reflectance values were converted into vegetation index values expressed by mathematical formulae and used in determining yield estimates. Considering the results obtained, it was determined that the spectral indices calculated especially in the early flowering period (25 May 2019, Feekes 10.5.1) were effective in yield estimation for all bread varieties except Kenanbey variety (15 June 2019, Feekes 10.5.4). It was determined that the spectral band region of 25 May 2019 (Feekes 10.5.1), which includes all indices determined to predict yield in all bread and durum varieties and which is the beginning of flowering, was effective. In grain yield estimation,

^A This study was carried out by Metin AYDOĞDU in the master's thesis "Determination of the Seasonal Effects of Different Iron and Zinc Applications on Yellow Rust (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) Disease in Winter Wheat Using Multi-Band Data" at Kırşehir Ahi Evran University, Institute of Science, Department of Agricultural Biotechnology. (YÖK Thesis No: 671046/Date: 25.05.2021). This study does not require ethics committee approval.

* **Corresponding Author:** ¹ Metin AYDOĞDU, Central Research Institute for Soil, Fertilizer and Water, Geographic Information System Center and Soil Science and Plant Nutrition Department, Yenimahalle 06170 / Ankara-Turkey, metin.aydogdu@tarimorman.gov.tr, [OrcID 0000-0000-0001-6920-1976](https://orcid.org/0000-0000-0001-6920-1976)

² Kadir AKAN, Ahi Evran of University, Faculty of Plant Protection Department Agricultural Faculty. Kırşehir, Turkey, kadir_akan@hotmail.com [OrcID ID 0000-0002-1612-859X](https://orcid.org/0000-0002-1612-859X)

it was determined that there was a decrease in the correlation values of the spectral indices starting from the early flowering period (Feekes 10.5.1) towards the grain setting period (Feekes 10.5.3) and milk maturity period (Feekes 10.5.4). When the correlations between these index values and yield values were examined, it was determined that prominent phenological periods and high correlation indices could be calculated for these periods. Nowadays, with the use of optical sensor technology instead of traditional disease surveillance methods, the way has paved the way for the development of new approaches for early, fast and accurate yield estimation as a result of the verification of images taken by unmanned aerial vehicles on which multispectral and hyperspectral cameras are located with ground data using artificial intelligence and deep learning techniques.

Keywords: Hyperspectral data, spectral indice, wheat, yellow rust disease (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*), yield estimate.

Bazı Ekmeklik ve Makarnalık Buğday Çeşitlerinde Sarı Pas Hastalığının Fenolojik Dönemlere göre Hastalık-Verim İlişkisinin Çok Bantlı (*Hiperspektral*) Veriler Kullanılarak Araştırılması

Özet: Bu çalışma, ekmeklik (Bayraktar 2000, Demir 2000, Eser ve Kenanbey) ve makarnalık (Çeşit-1252, Eminbey, Kızıltan 91 ve Mirzabey 2000) buğday çeşitlerini kontrollü epidemik koşullarında farklı spor dozlarına (%0, %25, %50 ve %100) tabi tutarak farklı fenolojik dönemlerde sarı pas şiddetini değerlendirmeyi amaçlanmıştır. Araştırma 2018-2019 yetiştirme sezonunda Yenimahalle, Ankara, Türkiye'de yürütülmüştür. Çalışmada, kardeşlenmeden sapa kalkmaya kadar olan dönemde farklı spor dozu uygulamalarında el spektrometresi kullanılarak elde edilen yansıma değerleri ile test materyallerinin farklı fenolojik gelişim dönemlerinde sarı pas şiddetindeki morfolojik değişimler belirlenmiştir. Elde edilen bu yansıma değerleri matematiksel formüllerle ifade edilen vejetasyon indisi değerlerine dönüştürülerek verim tahminlerinin belirlenmesinde kullanılabilir hale getirilmiştir. Elde edilen sonuçlar dikkate alındığında, Kenanbey çeşidi (15 Haziran 2019, Feekes 10.5.4) hariç, tüm ekmeklik çeşitler için özellikle erken çiçeklenme döneminde (25 Mayıs 2019, Feekes 10.5.1) hesaplanan spektral indekslerin verim tahmininde etkili olduğu belirlenmiştir. Tüm ekmeklik ve makarnalık çeşitlerde verimi tahmin etmek için belirlenen tüm indeksleri içeren ve çiçeklenme başlangıcı olan 25 Mayıs 2019 (Feekes 10.5.1) tarihli spektral bant bölgesinin etkili olduğu tespit edilmiştir. Tane verimi tahmininde erken çiçeklenme başlangıç döneminden (Feekes 10.5.1) başlayarak tane bağlama dönemi (Feekes 10.5.3) ve süt olum dönemine (Feekes 10.5.4) doğru spektral indekslerin korelasyon değerlerinde azalma olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen bu indeks değerleri ile verim değerleri arasındaki korelasyonlar incelendiğinde öne çıkan fenolojik dönemler ve bu dönemlere ilişkin yüksek korelasyona sahip indekslerinin hesaplanabildiği belirlenmiştir. Günümüzde artık geleneksel hastalık takip yöntemlerinin yerine optik sensör teknolojisinin kullanımı ile verim tahmininde multispektral ve hiperspektral kameraların üzerinde yer aldığı insansız hava araçları ile alınan görüntülerin yapay zeka ve derin öğrenme teknikleri kullanılarak

yersel verilerle doğrulanması sonucu erken dönemde hızlı ve doğru bir şekilde verim tahminine yönelik yeni yaklaşımların geliştirilmesinin yolu açılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Buğday, hiperspektral veri, sarı pas (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) hastalığı, spektral indeks, verim tahmini.

Introduction

Wheat which has been produced on earth for 8000 years and is one of the basic nutrients (carbohydrate, protein, vitamin, mineral, fibre source) of human beings (Curtis et al., 2022), is the third most produced crop in the world after corn and rice (Asseng et al., 2011). Wheat, corn and paddy are the three most produced grains in the world. Crop losses in crop production due to abiotic and biotic stresses (disease, pest and weed) cannot be predicted in advance according to the severity, intensity and duration of the stress in the plant, and overuse of chemicals used to control biotic stresses may cause irreversible environmental problems in the future and increase the resistance of stresses to chemicals (Li, et al., 1989). Diseases that cause yield and quality losses in plants can cause great economic losses in agricultural production. Therefore, observation and detection of plant diseases are of great importance for the sustainability of agricultural production (Strange and Scott, 2005).

Rust diseases caused by *Puccinia* species are the leading wheat diseases that cause significant yield and quality losses in wheat producing ecologies in the world (Roelfs, 1978; Samborski, 1985). Severe rust disease outbreaks are observed when one or more of some factors such as different rust species, climatic changes favourable for the development of the disease, cultural practices, cultivation of sensitive varieties and changing pathogen populations occur at the same time (Eversmeyer and Kramer, 2000). Yellow rust (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*), occurs all around and often results in epidemics in wet and cool springs in Turkey (Mert et al., 2012). Although the disease can also be seen on the leaves and spikes of the host, it can be easily identified by the yellow, light orange yellow colour, small and machine stitch-like summer spore structures, especially on the leaves. (Murray et al., 2005; Watkins, 2006). Yellow rust disease has a negative effect on the early development of the plant and can cause economic losses up to 70%. It is known that the yield decreases especially in sensitive varieties and has a negative effect on quality as the grain is smaller than it should be (Chen, 2005). It has been reported to cause severe yield and quality loss due to multiple epidemics of yellow rust in Turkey, especially during consecutive rains and low spring temperatures. It was reported that a loss of 1.5-2 million tons (50-60%) occurred only in the Southeastern Anatolia Region due to the yellow rust epidemic in 2010 (Aktaş et al., 2012).

According to reports, it was reported that the yellow rust disease epidemic caused a 26.5% crop loss in Gerek-79 bread wheat variety, which was cultivated more than 1 million tonnes in Central Anatolia cultivation areas (Braun et al., 1992). However, the severity of the disease depends on the resistance of the host, the time of first infection, the rate of disease development and the duration of the disease on the plant.

In recent years, methods developed with remote sensing techniques have made it possible to quickly and accurately reveal specific crop variables in the plant. With the help of spectral indices obtained as a result of the use of sensitive bands and their conversion into spectral reflectance values, it has become easy to predict different growth variables that directly affect the physiology and biochemistry of crops by eliminating the negative effects of the earth's surface. With the spectral reflectance values obtained from plants using "Remote Sensing" techniques, it is possible to obtain accurate and fast information about the characteristics of plant diseases and different phenological characteristics of vegetation (leaf, branch, spike, soil, etc.) (Zhang et al., 2011). Hyperspectral indices are used together with multispectral indices for accurate estimation of many vegetation parameters. Recent developments in optical sensor technology have shown that plant diseases can be detected directly from the leaf surface of plants under field conditions (Zhang et al., 2012b). Among different types of remote sensing techniques, hyperspectral remote sensing is one of the most effective methods in terms of capturing weak signals in the spectrum thanks to its high resolution (Goetz et al., 1985). Hyperspectral analyses can be widely used to monitor plant vigour and stress factors (Leaf Area Index, pigment coverage, plant diseases and pests, etc.) (Haboudane et al., 2004; Moshou et al., 2004; Oppelt and Mauser, 2004; Duveiller et al., 2011; Zhang et al., 2012a). Therefore, different vegetation indices (VI) have been developed to identify these based on research done in the previous period. These indices have been widely used to detect diseases such as winter wheat rust diseases (*Puccinia* spp.) and septoria leaf spot (*Septoria tritici*) at the canopy level (Zhang et al., 2012a; Liu. et al., 2020; Yu, et al., 2018). Gündoğdu and Bantchina, (2018) utilized NDVI data in monitoring the spatial distribution and plot-based development of wheat and investigated the statistical relationships between yield and NDVI. The spectral-optical behaviour of a leaf depends on its structure and the structure of the pigments present in it. Hyperspectral analysis can be widely used in the observation of different stress factors in plants. Recent developments in optical sensor technology have shown that plant diseases can be detected directly from the leaf surface of plants under field conditions (Zhang et al., 2012a). Models used in yield estimation studies (Plant growth models DSSAT-AQUACROP) will provide benefits for the purpose of obtaining reference information in advance for the early estimation of crop losses.

Different vegetation indices (VI) have been developed with recent research. These indices are widely used to determine winter wheat rusts and *Septoria tritici* blotch (*Septoria tritici*) at the canopy level (Zhang et al., 2012b; Yu et al., 2018; Liu et al., 2020). Canopy reflectance measurements are also made in 7-day periods from mid-May to the end of June. The obtained spectral values are evaluated with vegetation indices known in the literature. Rust diagnosis can be made by interpreting various indices obtained reading values obtained from healthy and diseased plants using different sensors. Wideband vegetation indices, which are widely used in the diagnosis of plant diseases to distinguish between normal and abnormal plants, include band regions developed according to plant stress factors (Delwiche and Kim, 2000). It has been reported that the reflectance values used in the detection of yellow rust in winter wheat are in the band ranges of 680, 725 and 750 nm (Yang et al., 2005).

The aim of this research is to determine the effective hyperspectral reflection characteristics in determining the yield losses that yellow rust may cause in some winter bread and durum wheat varieties under artificial epidemic conditions "in the range of 331-1141 nm of the spectral region" at different growth stages. Study result;

It is to determine the spectral band regions and indices that are effective in determining the phenological periods and grain losses that may be important in determining the yield losses caused by yellow rust in different growth stages of wheat.

It was observed that optical sensor technology used in yield estimation on different wheat varieties was effective in revealing important periods and spectral band ranges in yield estimation according to phenological periods. For this purpose, the changes in spectral reflectance values due to morphological changes of plants under different disease dose applications were converted into index values and correlated with yield values. As a result, it was possible to predict the changes in yield depending on the severity of the disease in a fast and accurate way. In the face of the difficulty of predicting the results of the disease evaluations made by traditional methods, these data obtained by optical methods have revealed faster and more accurate approaches in yield estimation.

Material and Method

Climatic and Soil Characters of the Research Area

The research was conducted in Yenimahalle/Ankara/Turkey during the 2018–2019 growing season at the Field Crops Central Research Institute (CRIFC) Yenimahalle (Ankara) campus. The monthly average climate data (Anonymous, 2022) for the Yenimahalle location are given in Table 1. In this period, the average monthly precipitation was 33.2 mm. and the temperature was 12.08°C. The texture of the soil in the research area was determined to be clay loam.

Table 1. Monthly average climate data for Yenimahalle location (2018-2019)

Climate Data	Month (2018 Year)					Month (2019 Year)							Mean
	XIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	
Average Temperature (°C)	25.0	20.0	14.94	9.0	3.3	2.0	4.8	7.2	10.8	18.2	22.4	23.1	12.08
Highest Temperature, (°C)	32.0	33.2	21.65	23.5	12.6	10.8	15.8	20.4	25.5	34.2	33.4	34.9	24.43
Lowest Temperature, (°C)	18.0	8.1	9.43	-2.3	-10.2	-10.4	-2.4	-3.3	-0.9	6.1	11.7	10.7	0.71
Precipitation, (mm)	10.0	7.4	1.57	24.9	60.4	40.6	33.2	38.0	28.9	30.8	37.4	30.4	33.2
Relative humidity, (%)	37.0	46	69.83	65	81	79	70.2	55.4	42.5	47.2	52.1	42.0	58.04
Wind speed, m/s ⁻¹ (2 m.)	2.0	2.1	2.2	1.6	1.5	1.7	2.0	2.1	1.3	1.3	1.6	1.8	1.7

Plant Materials

In the research, four winter bread wheat and four winter durum wheat varieties were used to research the seasonal effects of yellow rust with hyperspectral data (multi-band). The yellow rust reactions of all test

materials are given in Table 2. On the other hand Little Club genotype was used as susceptible control test material.

Table 2. Bread and durum varieties used in research, registration years, yellow rust reactions

Bread Group			Durum Group		
Variety	Registration Year	Disease Reaction	Variety	Registration Year	Disease Reaction
Bayraktar 2000	28.04.2000	Moderate Susceptible	Çeşit-1252	26.04.2000	Moderate Susceptible
Demir 2000	28.04.2000	Susceptible	Eminbey	06.04.2009	Resistant
Eser	02.05.2003	Resistant	Kızıltan 91	26.04.1991	Moderate Susceptible
Kenanbey	06.04.2009	Susceptible	Mirzabey	28.04.2000	Moderate Susceptible

Research design

The research material, four bread (Bayraktar 2000, Demir 2000, Eser and Kenanbey) and for durum (Çeşit-1252, Eminbey, Kızıltan 91 and Mirzabey 2000) wheat varieties, was planted in a randomized block design with three replications for four different yellow rust spore doses (0%, 25%, 50%, and 100%). The research consisted of 8 blocks, 2 blocks with no disease inoculation (negative control or 0% dose) and six blocks with disease inoculation at 25%, 50%, 100% disease administration doses. Each block was cultivated in three replications. Each variety was sown by hand in 3 rows, each 1 meter long, with 33-35 cm row spacing. The distance between replications was determined to be 50 cm to prevent disease transmission during inoculation. Among spore applications, the Little Club (LC) variety is grown both to control disease progression and to ensure the spread of disease in the field.

Disease inoculation and disease reaction determination

Yellow rust (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) spores' inoculation was homogenized in mineral oil (Soltrol 170[®]) at different application spore doses of yellow rust and 0% (negative control group), 25%, 50% and 100% doses (3, 6, and 12 mg/200 mL spore solution) were applied on the test material ULV.

The first inoculation was made on May 6, 2019 (Feekes 6 stage) and the second inoculation was made seven days after the first inoculation. Newly collected yellow rust spores are used for all spore doses of inoculation and the aim is to obtain the most viable spores in this way. Inoculation is mainly performed in windless, cool weather conditions, and plastic barriers are used between plots to prevent the spore dose applied for dose applications from passing to the other plant material areas.

Yellow rust reaction evaluations were determined using the “Modified Cobb” scale, together with the severity of yellow rust (Peterson et al., 1948) and the reaction types of plants against yellow rust (Roelfs et al., 1992). The first evaluation was started when the susceptible control Little Club genotype reached the level of 80S, and the disease reaction was observed as 100S in the second evaluation. As a result of this evaluation of the susceptible control genotype, it was interpreted that the results of the reaction tests were reliable and that all the material was evaluated. After all reaction evaluations, the Infection Coefficient (EC) was calculated. Rust severity and the type of infection were recorded in the evaluations. In the evaluations made according to the Infection Coefficient, five groups made by Akan (2019) were used.

Hyperspectral data collection and data analysis (*Spectral Reflection Measurements*)

Hyperspectral data were collected in different phenological development periods (Feekes) for all test material (Large, 1954). Observations were made in 3 periods, on May 25 2019 (Flowering Beginning (Early Period) period (Feekes 10.5.1), June 15 2019 (Grain Binding (Early-Middle Period) period (Feekes 10.5.3), and June 23 2019 (Milk Settlement (Middle-Late Period) period (Feekes 10.5.4), when disease reactions were evaluated. Spectroradiometric canopy reflectance measurements were made using a portable handheld spectroradiometer device between 11:00 and 15:00, when the sun's rays were perpendicular to the earth. Spectral reflectance measurements (once a week) were made using a spectral sensor at 3 nm intervals with a bandwidth of 330-1150 nm at different growth stages (between flowering and milk period) of wheat. Measurements were made from a height of 25 cm from the plant canopy surface at an angle of 25° to the soil surface. The measurements made using the spectral sensor were transferred to the computer environment simultaneously using the cable connection.

The spectroradiometer used in the measurements is single-channel and includes UV/VIS/NIR band channels, and a total of 256 evaluations were made, with each channel every 3 nm in the range of 331-1141 nm. Electronic length of measurements made; 16 bits (actually 14.5 bits) and wavelength resolution 4-7 nm, integration time 5 ms when light is sufficient. Prior to spectral reflectance measurements, the spectroradiometer was calibrated using a standard white plate (Ba₂SO₄). With the calibration, it has been possible to minimize the negative effects caused by noise and atmosphere.

Calculation of vegetation indices and statistical analysis

Vegetation indices calculated by using reflectance values over the 331-1141 nm band gap of the electromagnetic spectrum for the diagnosis of yellow rust, together with their literature (27 literature) are given in Table 3. The correlation relationship between the disease severity (DI%) values calculated from the disease readings made in different phenological periods and the index values was evaluated. These correlation values were used to develop regression models for disease reaction prediction.

To test the performance of the resulting yellow rust prediction regression model, the correlation differences (R^2) between the disease reactions observed (in the classical visual disease assessment on the plant) and the predicted disease assessments obtained from the model were calculated. In addition to this calculation, mean error sum of squares (RMSE) and standard error (SE%) values were calculated separately for each index. When the results were evaluated together; It was determined that the indices with a larger R^2 value and smaller RMSE and %SE values yielded effective results in determining the disease severity (DI%) in the plant. The linear regression equations for estimating disease severity could be obtained by cross-validation between the estimated disease severity values and the observed actual disease severity values.

For all phenological periods, regression and correlation analyses were performed using the SPSS® statistical program (SPSS-22® version), and basic statistical and variance analyzes were performed. (IBM Corp., 2014). The error sum of squares (RMSE) and relative error percentage (SE%) were calculated using the following equations (Liu et al., 2020).

$$\text{Error sum of squares (RMSE)} = \sqrt{1/n \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2} \quad (1)$$

$$\text{Relative error percentage (RE \%)} = \frac{\text{Error sum of squares (RMSE)}}{\bar{y}_i} * 100 \quad (2)$$

In the formula: \hat{y}_i = Calculated index value
 y_i = Calculated value from the correlation equation
 \bar{y}_i = Average disease severity value (DL%)
 n = Number of Samples used in the experiment

Table 3. Vegetation indices used in the distinction of diseased and disease-free plants

Vegetation Indices	Description	Formula	Area of Influence	References
NDVI	Normalized Difference Vegetation Index	$(R_{830} - R_{675}) / (R_{830} + R_{675})$	Leaf Area Index, Photosynthetically Active Radiation (PAR), or Biomass (PAB)	Rouse et al., 1974
NBNDVI	Narrow-Band Normalized Difference Vegetation Index	$(R_{850} - R_{680}) / (R_{850} + R_{680})$	Used to Follow Vegetation	Thenkabail et al., 2000
NRI	Nitrogen Reflectance Index	$(R_{570} - R_{670}) / (R_{570} + R_{670})$	Nitrogen Status	Filella et al., 1995
PRI	Photochemical Reflectance Index	$(R_{570} - R_{531}) / (R_{570} + R_{531})$	Photosynthetic Radiation (PR)	Gamon et al., 1992, Huang et al., 2014
TCARI	The Transformed Chlorophyll Absorption and Reflectance Index	$3 \times [(R_{700} - R_{675}) - 0.2 \times (R_{700} - R_{550}) \times (R_{700}/R_{670})]$	Chlorophyll a + b Concentration	Haboudane et al., 2002

SIPI	Structural Independent Pigment Index	$(R800 - R445) / (R800 - R680)$	Pigment Concentrations	Peñuelas et al., 1995, Devadas et al., 2009
PhRI	Physiological Reflectance Index	$(R550 - R531) / (R550 + R531)$	Calculating Light Usage Efficiency	Gitelson et al., 2001
NPCI	Normalized Pigment Chlorophyll Ratio Index	$(R680 - R430) / (R680 + R430)$	Pigment Concentrations	Kim et al., 1994
ARI	Anthocyanin Reflectance Index	$ARI = (R550)^{-1} - (R700)^{-1}$	Anthocyanin Content	Zarco-Tejada et al., 2005
CARI	Chlorophyll Absorption Ratio Index	$((a670 + R670 + b) / (a2 + 1)1/2) \times (R700/R670) a = (R700 - R550)/150, b = R550 - (a \times 550)$	Calculating Chlorophyll Absorption	Zarco-Tejada et al., 2005
GI	Green Index	$R554/R677$	Pigment Concentrations	Broge and Leblanc, 2001
TVI	Triangular Vegetation Index	$0.5[120(R750 - R550) - 200(R670 - R550)]$	Determination of plant status	Haboudane et al., 2004
MCARI	Modified Chlorophyll Absorption In Reflectance Index	$(R701 - R671) - 0.2(R701 - R549)] / (R701/R671)$	Calculating Chlorophyll Absorption	Daughtry et al., 2000
PSRI	Plant Senescence Reflectance Index	$(R680 - R500) / R750$	Pigment Coverage, Leaf Maturation and Yellowing	Merzlyak et al., 1999
RVSI	Red-Edge Vegetation Stress Index	$RVSI = [(R712 + R752)/2] - R732$	Internal Structure Parameters	Merton and Huntington, 1999
WI	Water Index	$WI = R900/R970$	Calculation of Changes in Water Amount	Peñuelas et al., 1997
LCCI	Leaf and Canopy Chlorophyll Index	$LCCI = (R_{750} - R_{705}) / (R_{750} + R_{705})$	Calculating Chlorophyll Absorption	Gitelson and Merzlyak 1994
NVI	New Vegetation Index	$NVI = (R_{777} - R_{747}) / (R_{673})$	Calculating Chlorophyll Absorption	Gupta, et al., 2001
GNDVI	Green Normalized Difference Vegetation Index	$GNDVI = (R_{750} - R_{550}) / (R_{750} + R_{550})$	Leaf Area Index, Photosynthetically Active Radiation (PAR), or Biomass (PAB)	Gitelson et al., 1996
SRPI	Simple Ratio Pigment Index	$SRPI = R_{430} / R_{680}$	Pigment Concentrations	Peñuelas et al., 1994
RVI	Ratio Vegetation Index	$RVI = R_{NIR} / R_{Red}$	Biophysical Changes and Disease Tracking	Jordan 1969
RDVI	Renormalized Difference Vegetation Index	$RDVI = (R_{800} - R_{670}) / (R_{800} + R_{670})^{0.5}$	Relationships Between Biophysical Parameters	Roujean and Breon, 1995
DVI	Difference Vegetation Index	$DVI = R_{890} - R_{670}$	Investigation of Changes in Vegetation	Jordan 1969
NLI	Non-Linear Vegetation Index	$NLI = (R_{NIR}^2 / R_R) / (R_{NIR}^2 + R_R)$	Leaf Area Index Calculation	Goel and Qin 1994
SR	Simple Ratio	$SR = R_{NIR} / R_R$	Monitoring Vegetation	Baret and Guyot 1991
MSR	Modified Simple Ratio Index	$MSR = (R_{800} / R_{670} - 1) / \sqrt{(R_{800} / R_{670} + 1)}$	Leaf Area Index Calculation	Chen and Cihlar 1996
YRI	Yellow Rust Index	$YRI = (R_{730} - R_{419}) / (R_{730} + R_{419}) + 0.5R_{736}$	Wheat Diseases	Huang et al., 2014

Results

Yield-index relationships under disease reactions practices

Yield-index relationships determined in disease applications in bread varieties

“Descriptive Analysis” (IBM SPSS Version 22.0) was carried out in order to determine the changes in yield calculated from the unit area of different yellow rust spore dose applications in bread varieties affected by yellow rust spore doses. As a result of the evaluations, the highest yield was determined in the Bayraktar 2000 variety (4274.75 kg/ha), followed by the Demir 2000 variety (2746.80 kg/ha) (Table 4). Yields close to each other were determined in the Eser (1856.75 kg/ha) and Kenanbey (1848.68 kg/ha) varieties. For Bayraktar 2000, the relationships between the mean grain yield (kg/ha) of replication in different phenological periods and the spectral indices were investigated. The highest “Pearson Correlation” values are SRPI (680-430), ($R^2= 0.918$), GI (554-677), ($R^2= 0.899$), NRI (670-570) ($R^2= 0.893$), PSRI (750-500) ($R^2= 0.891$), ARI (700-550), ($R^2=-0.934$), NPCI (680-430) ($R^2=-0.923$), PhRI (550-531), ($R^2=-0.920$), PRI (570-531) ($R^2=-0.916$) was determined in the early period when the spectral band region was effective on May 25, 2019 (Feekes 10.5.1), which is the flowering beginning in which the indices are included (Table 5). In the estimation of the grain yield of Bayraktar 2000 variety, a decrease in the correlation values of the spectral indices was detected starting from the flowering beginning period (Feekes 10.5.1) to the grain binding period (Feekes 10.5.3) and milk settlement period (Feekes 10.5.4) periods. Average yield values obtained from replications of bread varieties according to disease application doses are shown in Table 4.

Table 4. Yellow rust spore dose-average yield relationships in bread wheat varieties according to the average replication rates (Descriptive Analysis).

Variety	Calculated Yield Per Unit Area (kg /ha)		
	Replication	Mean (kg/ ha)	Standard Deviation
Bayraktar 2000	12	4274.75	1152.08
Demir 2000	12	2746.80	1004.17
Eser	12	1856.75	434.73
Kenanbey	12	1848.68	206.71

For the **Bayraktar**, when the relationships between the mean recurring grain yield (kg/ha) and spectral indexes were examined in different phenological periods, the highest Pearson correlation values were found in the flowering beginning (early period) (Feekes10.5.1) ARI, NPCI, PhRI, SIPI, SRPI, PRI, GI, NRI, PSRI, GNDVI, YRI, NDVI indices were in the correlation range $R^2= 0.537-0.933$, for the Demir 2000, RDVI, PRI, DVI PhRI, SIPI, GI, PSRI, SRPI, TVI, GNDVI, MCARI indices were in the range of $R^2= 0.528-0.763$ in the early period, for the **Eser**, RVSI, PRI, PhRI, PSRI, GI, SIPI, RI, DVI. , NRI, NPCI, ARI, SRP, MCARI indices were found in the correlation range $R^2= 0.665-0.747$ in the early period, for **Kenanbey**, high correlation values were determined in the middle-late period (15 June 2019, 10.5.4) with the indices of YRI, CARI, NLI, RVI, SR, ARI, NBNDVI, WI, SIPI, NPCI, GNDVI, and the correlation range of $R^2= 0.400-0.805$.

The spectral band region dated May 25, 2019 (Feekes 10.5.1), which is the flowering beginning and includes all indices, was found to be effective for the estimation of yield in bread varieties. In the estimation of grain yield, it was determined that there was a decrease in the correlation values of the spectral indices starting from the flowering beginning period (Feekes 10.5.1) towards the grain binding period (Feekes 10.5.3) and milk settlement period (Feekes 10.5.4) periods (Table 5) (Figure 1).

Table 5. According to phenological development periods relationships between grain yield and spectral indexes for bread varieties.

	Phenological Period	Indices	Correlation Range (Pearson-R ²)
Demir 2000	10.5.1	RDVI, PRI, DVI, PhRI, SIPI, GI, PSRI, SRPI, TVI, GNDVI, MCARI	0.528-0.763
	10.5.3	PhRI, SRPI, NPCI, GNDVI, ARI, NBNDVI, PRI, PSRI	0.353-0.589
	10.5.4	SR, RVI, NLI, YRI, NPCI, SRPI, CARI	0.317-0.557
Kenanbey	10.5.1	SR, RVI, WI, NRI, GI, CARI, GNDVI	0.208-0.396
	10.5.3	PSRI, NPCI, SRPI, SIPI, LCCI, NRI, GI, MSR, PRI, NVI, RDVI, NDVI	0.368-0.592
	10.5.4	YRI, CARI, NLI, RVI, SR, ARI, NBNDVI, WI, SIPI, NPCI, GNDVI	0.400-0.805
Bayraktar 2000	10.5.1	ARI, NPCI, PhRI, SIPI, SRPI, PRI, GI, NRI, PSRI, GNDVI, YRI, NDVI	0.537-0.933
	10.5.3	PhRI, SRPI, NPCI, NVI, NBNDVI, GNDVI, PRI, MSR, CARI, NDVI	0.312-0.598
	10.5.4	YRI, NLI, WI, ARI, CARI, GNDVI, SR, RVI, GI, NRI, PhRI, PRI, NDVI	0.343-0.629
Eser	10.5.1	RVSI, PRI, PhRI, PSRI, GI, SIPI, RI, DVI, NRI, NPCI, ARI, SRP, MCARI	0.665-0.747
	10.5.3	GNDVI, PhRI, NBNDVI, NVI, MSR, NDVI, ARI, DVI, LCCI, CARI	0.321-0.552
	10.5.4	NLI, MCARI, TCARI, YRI, SR, NRI, DVI, GI, TVI, RDVI, PhRI	0.250-0.452

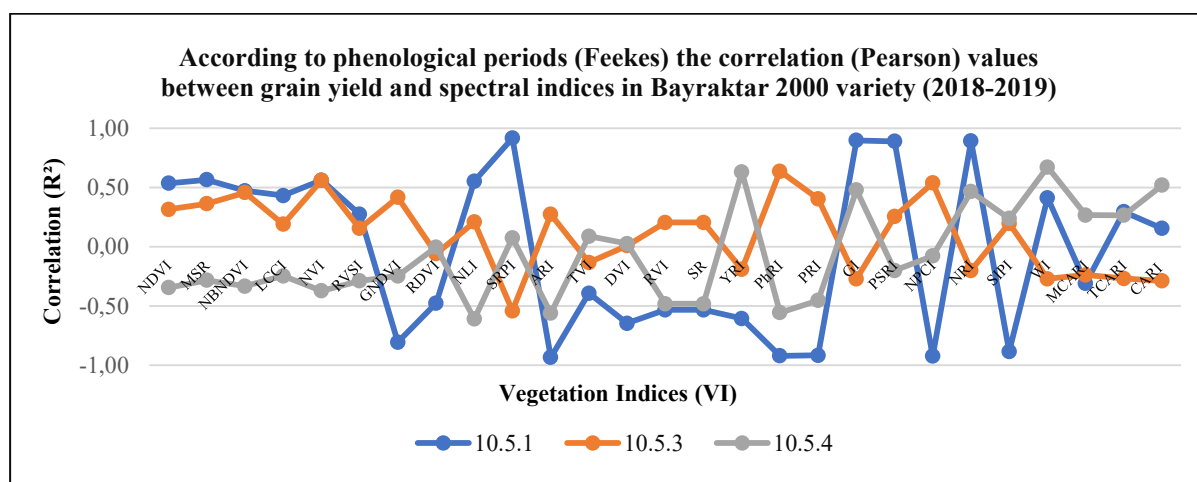


Figure 1. Correlation values between grain yield-spectral indexes according to phenological periods in Bayraktar 2000.

When the average yields of bread varieties were evaluated together, Bayraktar 2000 was determined to be the variety that was least affected by different yellow rust spore doses (0%, 25%, 50%, 100%) with all test material without disease (negative control group). With increasing yellow rust spore doses, an increase in disease severity was determined however, high yield values were determined in the Bayraktar 2000 (4274.75 kg/ha) variety.

The least affected resistant variety in terms of yield despite the different doses of disease treatments (25%, 50%, 100%) was Bayraktar (4274.75 kg/ha), followed by Demir 2000 (2746.80 kg/ha), and the most affected varieties were Kenanbey (1848.68 kg/ha) and Eser (1856.75 kg/ha), respectively. The most effective phenological period for yield estimation in bread varieties was early (10.5.1) except Kenanbey, while the period directly related to yield was found to be mid-late (10.5.4) in Kenanbey variety.

Yield-index relationships determined in disease applications in durum varieties

The changes in the average yield calculated from the unit area as a result of the reactions of durum wheat varieties to different disease application doses were examined with the results of “Descriptive Analysis”. As a result, it was determined that the variety with the highest yield was Eminbey (2935.05 kg/ha), followed by Cesit-1252 (2526.30 kg/ha), Kızıltan 91 (2499.76 kg/ha) and Mirzabey 2000 (1738.98 kg/ha) (Table 6).

Table 6. According to recurrence averages disease dose-average yield relationships in durum wheat varieties (Descriptive Analysis).

Variety	Calculated Yield per Unit Area (kg/ha)		
	Recurrence	Mean	Standard deviation
Kızıltan 91	12	2499.76	113.814
Çeşit-1252	12	2526.30	68.299
Eminbey	12	2935.05	92.442
Mirzabey 2000	12	1738.98	74.668

In terms of yield of durum varieties, the least affected variety was Eminbey (2935.05 kg/da), followed by Çeşit 1252 -1252 (2526 kg/da) and the most affected varieties were Mirzabey 2000 (1738 kg/da) and Kiziltan-91 (2499.76 kg/da). The period directly related to yield was found to be early (10.5.1) in all of the varieties.

In order to test the reactions of durum wheat varieties to different yellow rust spore doses and to estimate yield averages, unit area, replication yield averages and spectral reflection values for different phenological periods of durum wheat varieties were calculated. Correlations with average yield values and vegetation indices were examined, and prominent phenological periods and high correlation indexes for these periods were calculated. Considering the results obtained, it was evaluated that the spectral indices calculated especially in the flowering beginning (Early period, Feekes 10.5.1) for all durum wheat varieties were effective in yield estimation (Table 7).

When the relations between the mean recurring grain yield (kg/ha) values and spectral indexes for the Kızıltan 91 according to different phenological periods were examined, the highest Pearson Correlation values were found in the flowering beginning (Early period, Feekes10.5.1) to be PRI, ARI, CARI, NPCI, PhRI, NDVI, NRI, GI, SRPI, MSR indices ($R^2= 0.813-0.857$), for the Çeşit-1252 according to different phenological periods were examined, the highest Pearson Correlation values were found in the flowering beginning (Early period, Feekes10.5.1) to be PRI, NRI, PhRI, ARI, GI, RVSI, PSRI, SIPI, NPCI, SRPI indices ($R^2= 0.885-0.892$), for Kızıltan-91 high correlation was determined in the correlation range of PRI, ARI, CARI, NPCI, PhRI, NDVI, NRI, GI, SRPI, MSR indices ($R^2= 0.813-0.857$), for Mirzabey 2000 high correlation was determined in the correlation range of GI, SRPI, PSRI, NPCI, NRI, SIPI, PRI, ARI, GNDVI indices ($R^2= 0.702-0.936$), for Eminbey, high correlation was determined in the correlation range of WI, LCCI, NVI, NDVI, MSR, RDVI, NBNDVI, TVI indices ($R^2= 0.216-0.533$).

The spectral band region of May 25, 2019 (Feekes 10.5.1), which is the beginning of flowering, and includes all indices that can be used in yield estimation in durum varieties, was evaluated as effective. In the estimation of grain yield, a decrease in the correlation values of spectral indices was determined starting from the flowering beginning period (Feekes 10.5.1) towards the grain binding period (10.5.3) and milk settlement period (10.5.4) periods (Figure 2).

Table 7. According to different phenological development periods the relationships between grain yield-spectral indices for durum varieties.

	Phenological Period	Indices	Correlation Range (Pearson- R^2)
Kızıltan 91	10.5.1	PRI, ARI, CARI, NPCI, PhRI, NDVI, NRI, GI, SRPI, MSR	0.813-0.857
	10.5.3	PhRI, RVSI, RDVI, DVI, NDVI, TVI, NVI, LCCI, GNDVI	0.328-0.622
	10.5.4	NDVI, NBNDVI, SIPI, NVI, DVI, GNDVI, MSR,	0.327-0.417
Çeşit-1252	10.5.1	PRI, NRI, PhRI, ARI, GI, RVSI, PSRI, SIPI, NPCI, SRPI	0.885-0.982
	10.5.3	GNDVI, NDVI, NBNDVI, MSRNVI, LCCI, SIPI, ARI, PhRI, CARI	0.339-0.559
	10.5.4	WI, TCARI, TVI, DVI, GI, MCARI	0.270-0.415
Eminbey	10.5.1	WI, LCCI, NVI, NDVI, MSR, RDVI, NBNDVI, TVI	0.216-0.533
	10.5.3	WI, ARI, MCARI, CARI, YRI, NBNDVI, NVI, GNDVI	0.208-0.481
	10.5.4	SR, YRI, CARI, WI, PhRI, TCARI, GI, ARI, TVI, NLI, MCARI	0.287-0.508
Mirzabey 2000	10.5.1	GI, SRPI, PSRI, NPCI, NRI, SIPI, PRI, ARI, GNDVI	0.702-0.936
	10.5.3	CARI, PhRI, ARI, NBNDVI, NLI, GNDVI, MCARI, MSR, WI, RVI	0.316-0.656
	10.5.4	YRI, CARI, NLI, ARI, NBNDVI, WI, NDVI, SIPI, PhRI, MSR, PRI	0.432-0.768

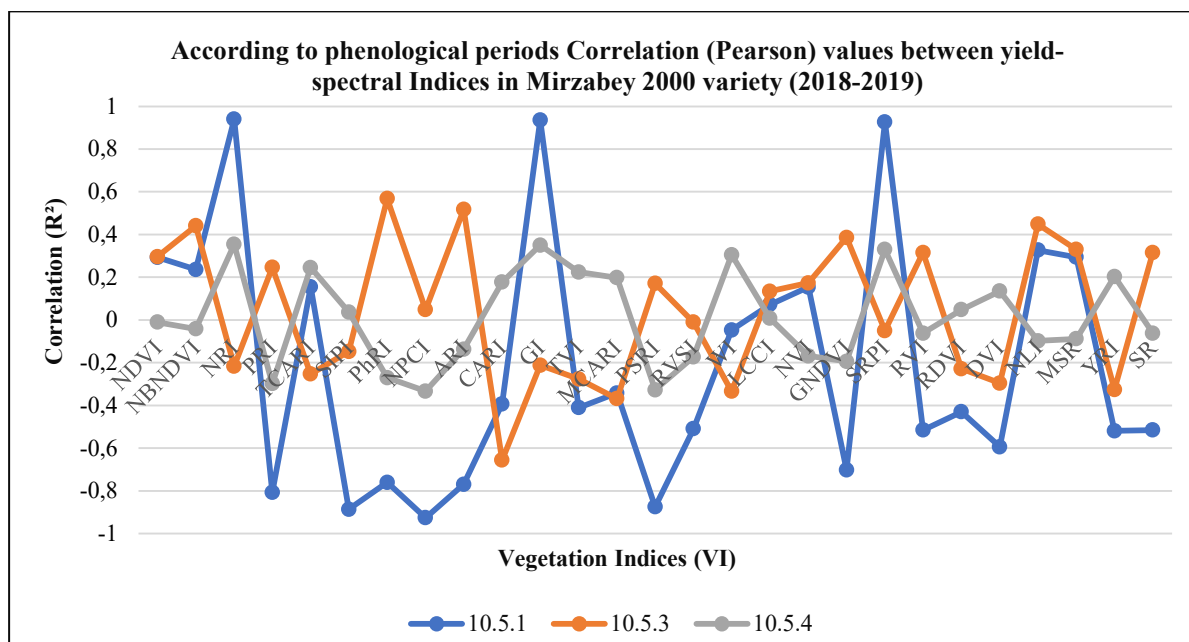


Figure 2. According to phenological periods correlation values between grain yield-spectral indices in Mirzabey 2000

Discussion

Evaluation of changes in yield depending on disease severity;

Vegetation indices were used to identify plants affected by the disease in different phenological periods. These vegetation indices are important in determining the plant affected by the disease, showing strong correlations with the yield averages calculated from the unit area. Previous research indicates that a number of studies have recently used remote sensing indices for crop monitoring and crop production forecasts, including the Enhanced Vegetation Index (EVI), Green Normalized Difference Vegetation Index (GNDVI), and Weighted Difference Vegetation Index (WDVI) (Naqvi et al., 2019). Using a linear regressive link between the spatial accumulation of NDVI and the output of winter wheat, Prasad et al., (2006) used MODIS-NDVI data to estimate regional yield production in China. According to Sultana et al., (2014), grain yield and NDVI at maturity have a greater association than NDVI values observed at other growth stages.

In a study conducted by Vergara-Diaz, et al., 2015 between 2010 and 2013, the most effective method against yellow rust was to increase the number of grains and for this purpose, the canopy was analyzed using vegetation indices (Red, Green, and Blue) under field conditions and yield, disease severity were estimated for this purpose, the NDVI vegetation index was used, resulting in high correlation values ($R^2 = 0.581$ and $R^2 = 0.536$). Grain yield losses in the presence of yellow rust were higher in late-eared varieties. The relationship between RGB-based indices and the number of days to head of the varieties explained 70.9% of the variability in grain yield and 62.7% of the yield losses. Significant genotype differences were found during tillering and stemming using the NDVI index. RGB indices are a good indicator of yield estimation when yellow rust is

present in the field. Some researchers have reported that NDVI values obtained from satellite-based systems for estimating yield in barley yield more successful results (Kumhlov and Matjkov 2017). Kumhlov and Matikov, 2017 compared the images obtained from QuickBird and WorldView-2 satellites and the NDVI values obtained from the GreenSeeker device in their study, where they examined the possibilities of using remote sensing methods in yield estimation on winter barley. When the obtained NDVI values and efficiency are compared, it has been reported that the data obtained from satellite-based systems is more successful than the estimation of efficiency from GreenSeeker data. Fabbri et.al., (2020) reported that in their studies on barley, they found a highly significant positive correlation between the NDVI and yield values taken during the growing period from the tillering period to the milk production period.

When the relations between the mean replication grain yield (kg/ha) values and spectral indexes in bread varieties;

In this study considering the results obtained, it was determined that spectral indices calculated especially in the flowering beginning period (May 25, Feekes 10.5.1) for all bread varieties, excluding the Kenanbey variety (15 June, Feekes 10.5.4), were effective in yield estimation. When the correlations between the replication yield averages and the spectral indices were examined in Eser variety, high correlation values were observed in the RVSI, PRI, PhRI, PSRI, GI, SIPI, RI, DVI, NRI, NPCI, ARI, SRP, MCARI indices during the flowering beginning (Feekes 10.5.1) period. ($R^2= 0.813-0.857$). In the estimation of the grain yield of Bayraktar 2000 variety, a decrease in the correlation values of the spectral indices was detected starting from the flowering beginning period (Feekes 10.5.1) to the grain binding period (Feekes 10.5.3) and milk settlement period (Feekes 10.5.4) periods. Bayraktar 2000 variety showed high correlation in ARI, NPCI, PhRI, SIPI, SRPI, PRI, GI, NRI, PSRI, GNDVI, YRI, NDVI indices ($R^2= 0.537-0.933$). Demir 2000 variety showed high correlation in RDVI, PRI, DVI PhRI, SIPI, GI, PSRI, SRPI, TVI, GNDVI, MCARI indices in the early period. ($R^2= 0.528-0.763$). Kenanbey variety showed high correlation values in YRI, CARI, NLI, RVI, SR, ARI, NBNDVI, WI, SIPI, NPCI, GNDVI indices during the milk settlement period (Feekes 10.5.4) ($R^2= 0.400-0.805$). Indices, which generally include the flowering onset period (May 25, Feekes 10.5.1), were found to be effective in predicting yields for bread wheat varieties. In the early period, RI, DVI, SIPI and PhRI for Eser, Bayraktar 2000 and Demir varieties showed high correlations, whereas YRI, NLI, CARI, RVI and SR indices were highly correlated in the late rotation (Feekes 10.5.4). In yield estimation, a decrease was observed in correlation values from the flowering beginning period (10.5.1) to the milk settlement period (10.5.4). On the other hand, the late yellowing period was found to be effective in the yield estimation of the Kenanbey variety.

When the relations between the mean replication grain yield (kg/ha) values and spectral indexes in durum varieties;

All durum wheat varieties showed high correlation in the early period (Feekes 10.5.1) in yield estimation. For the **Kızıltan 91** variety, according to different phenological periods determined, the highest “Pearson Correlation” values were found in the flowering beginning period (Feekes 10.5.1) to be PRI, ARI, CARI, NPCI, PhRI, NDVI, NRI GI, SRPI, MSR indices ($R^2= 0.813-0.857$). For the **Çeşit-1252** variety high correlation was determined in the correlation range of PRI, NRI, PhRI, ARI, GI, RVSI, PSRI, SIPI, NPCI, SRPI indices ($R^2=$

0.885-0.982). For the **Eminbey** variety, high correlation was determined in the correlation range of WI, LCCI, NVI, NDVI, MSR, RDVI, NBNDVI, TVI indices ($R^2= 0.216-0.533$). For the **Mirzabey 2000** variety, high correlation was determined in the correlation range of GI, SRPI, PSRI, NPCI, NRI, SIPI, PRI, ARI, GNDVI indices ($R^2= 0.702-0.936$). In the early period, PRI, ARI, NRI, NPCI, PhRI, GI and SRPI indices for Kızıltan 91, Bayraktar 2000 and Demir varieties, and WI, LCCI, NVI, NDVI and MSR indices for Eminbey varieties showed high correlations.

The spectral band region of May 25, 2019, which is the flowering beginning period (Feekes 10.5.1), which includes all indices that can be used in yield estimation in durum varieties, was evaluated as effective. In the estimation of grain yield, a decrease in the correlation values of spectral indices was determined starting from the flowering beginning period (Feekes 10.5.1) towards the grain binding period (Feekes 10.5.3) and milk settlement period (Feekes 10.5.4) periods.

In the evaluation according to yellow rust spore doses applications;

For bread varieties: It has been determined that the early period (May 25, 2019, 10.5.1) is effective in yield estimation. It was determined that the spectral indices calculated especially in the early period (May 25, 2019, 10.5.1) for all bread varieties except Kenanbey (June 15, 2019, 10.5.4) were effective in yield estimation. It was determined that the Bayraktar 2000 variety was the least affected by disease severity in terms of yield characteristics, and the highest unit area yield was determined in this variety. When all phenological periods were evaluated together in the Kenanbey and Demir 2000 varieties, although significant increases in disease severity, were detected no significant change in yield could be determined. When all phenological periods were evaluated together in the Kenanbey and Demir 2000 varieties, although significant increases in disease severity were detected, no significant change in yield could be determined. In general, Average yields increased due to increasing yellow rust severity. It was interpreted that the Bayraktar 2000 variety was less affected, the Demir 2000 and Kenanbey varieties were moderately affected, but the Eser varieties were more affected.

For durum varieties; According to the phenological periods used in the estimation of the yield of durum wheat varieties, their reactions to the disease were tested with the index values obtained from the reflection values at different application doses (25%, 50%, and 100%) As a result, it was determined that the correlation values obtained in the early period (May 25, 2019, 10.5.1) were high and effective in yield estimation. In the evaluation made in terms of yield characteristics, it was determined that Mirzabey 2000 and Çeşit-1252 were the least affected varieties when compared to plants without disease. Limited yield increases were observed in disease-treated varieties compared .

For plants that do not show disease. This situation was interpreted as indicating that Mirzabey 2000 and Çeşit-1252 varieties were tolerant to the disease. It was determined that Eminbey was affected by disease treatments at a limited level. In an evaluation of the average yield, it was determined that Kızıltan 91 was the most affected (susceptible) durum wheat variety to yellow rust.

Conclusion

To see how different doses of yellow rust spores affect different types of bread wheat and to get an idea of the average yield, the replication yield averages were calculated from the unit area of the bread varieties and the spectral reflectance values for different stages of growth. These reflectance values were turned into index values, and the correlations between these index values and yield values were looked at. As a result, prominent phenological periods and indices with high correlations for these periods were calculated. Considering the results obtained, it was determined that spectral indices calculated especially in the early period (May 25, 2019, 10.5.1) for all bread varieties, excluding Kenanbey (June 15, 2019, 10.5.4), were effective in yield estimation.

Spectral reflection values were calculated for different phenological periods and their correlations with vegetation indices were examined prominent phenological periods and high correlation indices related to these periods were calculated. Considering the results obtained, it was determined that the spectral indices calculated especially in the flowering beginning period (May 25, 2019, Feekes 10.5.1) for all bread varieties, excluding the Kenanbey variety (June 15, 2019, Feekes 10.5.4) are effective in yield estimation. It was determined that the spectral band region of May 25, 2019 (Feekes 10.5.1), which is the beginning of flowering was effective which includes all indices determined to predict yield in all bread and durum varieties. In the estimation of grain yield, it was determined that there was a decrease in the correlation values of the spectral indices starting from the flowering beginning period (Feekes 10.5.1) towards the grain binding period (Feekes 10.5.3) and milk settlement period (Feekes 10.5.4). High correlation values were found in the early period (Feekes 10.5.1) in the estimation of yield in bread varieties in the ARI, NPCI, PhRI, SIPI, SRPI, PRI, GI, NRI, PSRI, GNDVI, YRI and NDVI indices of Bayraktar 2000 variety ($R^2= 0.400-0.805$). Among the durum varieties, the highest correlation values were found in the PRI, NRI, PhRI, ARI, GI, RVSI, PSRI, SIPI, NPCI and SRPI indices of the Çeşit-1252 variety ($R^2= 0.885-0.982$).

The wide range of genotypic differences present in most RGB indices at all growth stages is instrumental in revealing yield variability. The NDVI has been used with satisfactory results in many predictions in field-level yield models for wheat (Aparico et al., 2000). In fact, regional status levels were determined using satellite images (Moriondo et al., 2007). Grain yield could be predicted effectively using NDVI at an early growth stage (combination), but its accuracy decreases significantly during flowering.

Authors' Statement of Contribution

Idea/Hypothesis, Material, Method, Research, Data Processing, Data Analysis, Visualization, Executive/Consultant, Thesis Management, Original Drafting, Writing-Reviewing and Editing, *M. AYDOĞDU*;
Data processing, Executive/Consultant, Writing-Reviewing and Editing, *K. AKAN*.

Financing

This research received no external funding

Acknowledgements

This study was carried out by Metin AYDOĞDU in the master's thesis "Determination of the Seasonal Effects of Different Iron and Zinc Applications on Yellow Rust (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) Disease in Winter Wheat Using Multi-Band Data" at Kırşehir Ahi Evran University, Institute of Science, Department of Agricultural Biotechnology. (YÖK Thesis No: 671046/Date: 25.05.2021). We would like to thank the Department of Plant Diseases of the Central Research Institute of Agricultural Control who contributed to the preparation and execution of the thesis, to Dr. Nilüfer AKCI, Thesis Jury members; from Harran University, Faculty of Agriculture, Department of Soil Science and Plant Nutrition Prof. Dr. Hikmet GÜNAL to Dr. Nurullah ACİR from Kırşehir Ahi Evran University, Faculty of Agriculture, Department of Soil Science and Plant Nutrition for his contributions.

Declaration of Conflicts of Interest

The authors declare that there are no conflicts of interest regarding the publication of this paper.

Research and Publication Ethics were followed in this study.

References

- Akan, K. 2019. Sarı Pas (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) hastalığına dayanıklı makarnalık buğday hatlarının geliştirilmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 6 (4): 661-670. DOI: <https://doi.org/10.30910/turkjans.633548> (in Turkish).
- Aktaş, H., Morgunov A., Karaman, M., and Kılıç, H., Kendal, E. 2012. Evaluating of yield losses caused by yellow rust pressure in some bread wheat genotypes. In 13th International Cereal Rusts and Powdery Mildews Conference (p. 16).
- Anonymous, 2022. Meteoroloji Genel Müdürlüğü Resmi İstatistikler. <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=A&m=ANKARA>. (Data accessed May 5, 2020).
- Aparicio, N., Villegas, D., Casadesus, J., Araus, J.L. and Royo, C. 2000. Spectral vegetation indices as nondestructive tools for determining durum wheat yield. *Agronomy Journal*, 92(1):83-91.

- Asseng, S., Foster, I. A. N. and Turner, N. C. 2011. The impact of temperature variability on wheat yields. *Global Change Biology*, 17(2): 997-1012.
- Baret, F., and Guyot, G. 1991. Potentials and limits of vegetation indices for LAI and APAR assessment. *Remote Sensing of Environment*, 35(2-3): 161-173.
- Braun, H.J. and Saari E.E. 1992. An assessment of the potential of *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* to cause yield losses in wheat on the Anatolian Plateau of Turkey. *Vortr. Planzenzuchtg*, 24,121-123.
- Broge, N.H. and Leblanc, E., 2001. Comparing prediction power and stability of broad-band and hyperspectral vegetation indices for estimation of green leaf area index and canopy chlorophyll density. *Remote Sensing of Environment*, 76: 156-172. DOI:[http://dx.doi.org/10.1016/S0034-4257\(00\)00197-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0034-4257(00)00197-8)
- Chen, J.M. and Cihlar, J. 1996. Retrieving leaf area index of boreal conifer forests using Landsat TM images, *Remote Sensing of Environment*, 55 (2): 153-162. DOI: [https://doi.org/10.1016/0034-4257\(95\)00195-6](https://doi.org/10.1016/0034-4257(95)00195-6)
- Chen, X. M. 2005. Epidemiology and control of stripe rust [*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*] on wheat. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 27(3): 314-337, DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/07060660509507230>
- Curtis, B.C. 2002. *Wheat in the World*, In: Curtis, B.C., Rajaram, S. and Macpherson, H.G., Eds., Bread Wheat Improvement and Production, Plant Production and Protection Series 30, FAO, Roma, 1-18.
- Daughtry, C. S.T., Walthall, C. L., Kim, M. S., Brown De Colstoun, E. B., and McMurtrey III, J. E. 2000. Estimating corn leaf chlorophyll concentration from leaf and canopy reflectance. *Remote Sensing of Environment*, 74(2): 229-239 DOI: [https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(00\)00113-9](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(00)00113-9)
- Delwiche, S. R., and Kim, M. S. 2000. Hyperspectral imaging for detection of scab in wheat. *Biological Quality and Precision Agriculture II. International Society for Optics and Photonics*, 4203: 13–20. DOI: <http://dx.doi.org/10.1117/12.411752>
- Devadas, R., Lamb, D. W., Simpfendorfer, S., and Backhouse, D. 2009. Evaluating ten spectral vegetation indices for identifying rust infection in individual wheat leaves. *Precision Agriculture*, 10(6): 459-470.
- Duveiller, G., Weiss, M., Baret, F. and Defourny, P. 2011. Retrieving wheat green area index during the growing season from optical time series measurements based on neural network radiative transfer inversion. *Remote Sensing of Environment*, 115 (3): 887-896.
- Eversmeyer, M. G., and Kramer, C. L. 2000. Epidemiology of wheat leaf and stem rust in the central great plains of the USA. *Annual Review of Phytopathology*, 38: 491-513.
- Fabbri, C., Napoli, M., Verdi, L., Mancini, M., Orlandini, S., and Dalla Marta, A. 2020. A sustainability assessment of the greenseeker n management tool: A lysimetric experiment on barley. *Sustainability*, 12(18): 7303.
- Filella, I., Serrano, L., Serra, J. and Peñuelas, J., 1995. Evaluating wheat nitrogen status with canopy reflectance indices and discriminant analysis. *Crop Science*, 35: 1400-1405.
- Gamon, J. A., Peñuelas, J., and Field, C. B. 1992. A narrow-waveband spectral index that tracks diurnal changes in photosynthetic efficiency. *Remote Sensing of Environment*, 41(1): 35-44.

- Gitelson, A. and Merzlyak, M.N. 1994. Spectral reflectance changes associate with autumn senescence of *Aesculus hippocastanum* L. and *Acer platanoides* L. leaves. Spectral features and relation to chlorophyll estimation. *Journal of Plant Physiology*, 143: 286-292.
- Gitelson, A.A., Kaufman, Y.J. and Merzlyak, M.N. 1996. Use of a green channel in remote sensing of global vegetation from EOS-MODIS. *Remote Sensing of Environment*, 58(3): 289-298.
- Gitelson, A. A., Merzlyak, M. N., and Chivkunova, O. B. 2001. Optical properties and nondestructive estimation anthocyanin content in plant leaves. *Photochemistry and Photobiology*, 74(1): 38-45.
- Goel, N. S., and Qin, W. 1994. Influences of canopy architecture on relationships between various vegetation indices and LAI and FPAR: A computer simulation. *Remote Sensing Reviews*, 10(4): 309-347.
- Goetz, A.F., Vane, G., Solomon, J.E., Rock, B.N. 1985. *Imaging spectrometry for Earth remote sensing*. Science (New York, N.Y.). 228(4704):1147-1153. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.228.4704.1147>.
- Gupta, R. K., Vijayan, D., and Prasad, T. S. 2001. New hyperspectral vegetation characterization parameters. *Advances in Space Research*, 28(1): 201-206.
- Gündoğdu, K. S., & Bantchina, B. B. (2018). Landsat uydu görüntülerinden NDVI değer dağılımının parsel bazlı değerlendirilmesi, Uludağ üniversitesi ziraat fakültesi çiftlik arazisi örneği. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 32(2): 45-53.
- Haboudane, D., Miller, J.R., Tremblay, N., Zarco-Tejada, P.J. and Dextraze, L. 2002. Integrated narrow-band vegetation indices for prediction of crop chlorophyll content for application to precision agriculture, *Remote Sensing of Environment*, 81(2-3): 416-426.
- Haboudane, D., Miller, J. R., Pattey, E., Zarco-Tejada, P. J., and Strachan, I. B. 2004. Hyperspectral vegetation indices and novel algorithms for predicting green LAI of crop canopies: Modeling and validation in the context of precision agriculture. *Remote Sensing of Environment*, 90(3): 337-352.
- Huang, W., Guan, Q., Luo, J., Zhang, J., Liang, D., Huang, L. and Zhang, D. 2014. New optimized spectral indices for identifying and monitoring winter wheat diseases. *IEEE J. Sel. Top. Appl. Earth Obser. Remote Sens.*, 7 (6): 2516-2524.
- IBM Corp. 2014. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 22.0. IBM Corp., Armonk, NY.
- Jordan, C.F. 1969. Derivation of leaf area index from quality of light on the forest floor. *Ecology* 50:663-666. DOI: <https://doi.org/10.2307/1936256>
- Kim, M.S., Daughtry, C.S.T., Chappelle, E.W., McMurtrey, J.E., and Walthall, C. L. 1994. The use of high spectral resolution bants for estimating absorbed photosynthetically active radiation (APAR). In CNES Proceedings of the 6th International Symposium on Physical Measurements and Signatures in Remote Sensing, Val d'Isère, France, 17-21 January 1994, pp. 299-306.
- Kumhálová, J. and Matějková, Š. 2017. Yield variability prediction by remote sensing sensors with different spatial resolution. *International Agrophysics*, 31(2): 195-202.

- Large, E. C. 1954. Growth Stages in Cereals Illustration of the Feekes Scale. *Plant Pathology*, 3 (4): 128–129. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.1954.tb00716.x>
- Li, G.B., Zeng, S. M. and Li, Z.Q. 1989. *Integrated management of wheat pests* (pp. 185-186). Beijing: Press of Agriculture Science and Technology of China
- Liu, L., Dong, Y., Huang, W., Du, X., Ren, B., Huang, L., ... and Ma, H. 2020. A disease index for efficiently detecting wheat Fusarium head blight using sentinel-2 multispectral imagery. *IEEE Access*, 8: 52181-52191
- Mert, Z., Karakaya, A., Düşünceli, F., Akan, K., and Çetin, L. 2012. Determination of *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* races of wheat in Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 36(1): 107-120.
- Merton, R., and Huntington, J. 1999. Early simulation results of the ARIES-1 satellite sensor for multi-temporal vegetation research derived from AVIRIS. Proceedings of the Eighth Annual JPL Airborne Earth Science Workshop. NASA, Jet Propulsion Laboratory, Pasadena, California, USA. 8 -14 February 1999. Pasadena, CA, USA (pp. 9-11).
- Merzlyak, M.N., Gitelson, A.A., Chivkunova, O.B., and Rakitin, V.Y. 1999. Non-destructive optical detection of pigment changes during leaf senescence and fruit ripening. *Physiologia Plantarum*, 106(1):135–141. DOI: <https://doi.org/10.1034/j.1399-3054.1999.106119.x>
- Moriondo, M., Maselli, F., Bindi, M. 2007. A simple model of regional wheat yield based on NDVI data, *European Journal of Agronomy*, 26:266–274.
- Moshou, D., Bravo, C., West, J., Wahlen, S., McCartney, A. and Ramon, H. 2004. Automatic detection of ‘yellow rust’ in wheat using reflectance measurements and neural networks. *Computers and Electronics in Agriculture*, 44 (3):173-188.
- Murray, G., Wellings, C., Simpfendorfer, S., and Cole, C. 2005. *Stripe rust: Understanding the disease in wheat*. Manag. Guid., 1–12.
- Naqvi, S.M.Z.A., Tahir, M.N., Shah, G.A., Sattar, R.S., and Awais, M. 2019. Remote estimation of wheat yield based on vegetation indices derived from time series data of Landsat 8 imagery. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17(2): 3909-3925.
- Oppelt, N. and Mauser, W., 2004. Hyperspectral monitoring of physiological parameters of wheat during a vegetation period using AVIS data. *International Journal of Remote Sensing*, 25 (1): 145-159.
- Peñuelas, J., Baret, F., and Filella, I. 1995. Semi-empirical indices to assess carotenoids/chlorophyll a ratio from leaf spectral reflectance. *Photosynthetica*, 31(2): 221-230.
- Peñuelas, J., Gamon, J.A., Fredeen, A.L., Merino, J. and Field, C.B. 1994, Reflectance indices associated with physiological changes in nitrogen- and water-limited sunflower leaves, *Remote Sensing of Environment*, 48(2): 135-146.
- Peñuelas, J., Pinol, R.O., Ogaya, R. and Filella, I. 1997. Estimation of plant water concentration by the reflectance Water Index WI (R900/R970). *International Journal of Remote Sensing*, 18: 2869–2875.

- Peterson, R.F. Campbell, A.B. and Hannah, A.E. 1948. A diagrammatic scale for estimating rust intensity on leaves and stems of cereals. *Canadian Journal of Research*, 26 (Section C): 496-500.
- Prasad, A.K., Chai, L., Singh, R.P., and Kafatos, M. 2006. Crop yield estimation model for Iowa using remote sensing and surface parameters. *Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 8: 26–33.
- Roelfs, A. P. 1978. *Estimated losses caused by rust in small grain cereals in the United States, 1918-76* (Vol. 1356). Department of Agriculture, Agricultural Research Service.
- Roelfs, A.P., Singh, R.P. and Saari, E.E. 1992. *Rust diseases of wheat: Concepts and methods of disease management*, CIMMYT, Mexico, 80 pp.
- Roujean, J. L., and Breon, F. M. 1995. Estimating PAR absorbed by vegetation from bidirectional reflectance measurements. *Remote Sensing of Environment*, 51(3): 375-384.
- Rouse, J.W., Haas, R.H., Schell, J.A., and Deering, D.W. 1974. *Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS*. NASA Special Publication 351(1): 309.
- Samborski, D.J. 1985. *Wheat Leaf Rust, in the cereal rusts*, Vol. 2, Diseases, distribution, epidemiology, and control, A.P. Roelfs, and Bushnell, W.R. (ed), Academic Press, Orlando, FL, USA, 39-55 pp.
- Strange, R. N., and Scott, P. R. 2005. Plant disease: A threat to global food security. *Annual Review of Phytopathology*, 43(1): 83-116.
- Sultana, S.R. Ali, A., Ahmad, A., Mubeen, M., Zia-Ul-Haq, M., Ahmad, S., Ercisli, S., Jaafar, H.Z.E. 2014. *Normalized difference vegetation index as a tool for wheat yield estimation: A case study from Faisalabad, Pakistan*. The Scientific World Journal, 2014.
- Thenkabail, P. S., Smith, R. B., and De Pauw, E. 2000. Hyperspectral vegetation indices and their relationships with agricultural crop characteristics. *Remote Sensing of Environment*, 71(2): 158-182.
- Vergara-Diaz, O., Kefauver, S. C., Elazab, A., Nieto-Taladriz, M. T., and Araus, J. L. (2015). Grain yield losses in yellow-rusted durum wheat estimated using digital and conventional parameters under field conditions. *The Crop Journal*, 3(3): 200-210.
- Watkins, J. E. 2006. *Leaf, stem and stripe rust diseases of wheat*. Neb Guide: University of Nebraska-Lincoln.
- Yang, Z., Rao, M. N., Elliott, N. C., Kindler, S. D., and Popham, T. W. 2005. Using ground-based multispectral radiometry to detect stress in wheat caused by greenbug (Homoptera: Aphididae) infestation. *Computers and Electronics in Agriculture*, 47(2): 121-135.
- Yu, K., Anderegg, J., Mikaberidze, A., Karisto, P., Mascher, F., McDonald, B.A., Achim, W., and Hund, A. 2018. Hyperspectral canopy sensing of wheat *Septoria tritici* blotch disease. *Frontiers in Plant Science*, 9: 1195. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01195>.
- Zarco-Tejada, P.J., Berjón, A., López-Lozano, R., Miller, J.R., Martín, P., Cachorro, V., González, M., and De Frutos, A., 2005. Assessing vineyard condition with hyperspectral indices: Leaf and canopy reflectance simulation in a row-structured discontinuous canopy. *Remote Sensing of Environment*, 99 (3): 271-287.

- Zhang, J., Pu, R., Huang, W., Yuan, L., Luo, J., and Wang, J. 2012a. Using in-situ hyperspectral data for detecting and discriminating yellow rust disease from nutrient stresses. *Field Crops Research*, 134: 165-174. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2012.05.011>.
- Zhang, J. C., Pu, R. L., Wang, J. H., Huang, W. J., Yuan, L., and Luo, J. H. 2012b. Detecting powdery mildew of winter wheat using leaf level hyperspectral measurements. *Computers and Electronics in Agriculture*, 85: 13-23. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2012.03.006>.
- Zhang, J., Huang, W., Li, J., Yang, G., Luo, J., Gu, X., and Wang, J. 2011. Development, evaluation and application of a spectral knowledge base to detect yellow rust in winter wheat. *Precision Agriculture*, 12(5): 716-731. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11119-010-9214-1>



Bazı Şeker Sorgum (*Sorghum bicolor* var. *saccharatum* (L.) Mohlenbr.) Çeşitlerinde Kuraklık Stresinin Çimlenme Özellikleri Üzerine Etkisi

Sebiha EROL^{*1}, Tarık KARABAĞ², Emine BUDAKLI ÇARPICI³

Öz: Bu çalışma, bazı şeker sorgum çeşitlerinin çimlenme döneminde kuraklık stresine tepkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Deneme de bitki materyali olarak Erdurmuş, Gülşeker, Sweet Betty ve Uzun çeşitleri kullanılmıştır. Araştırmada altı farklı kuraklık stresi seviyesi (0, -0.1, -0.2, -0.3, -0.4 ve -0.5 MPa) ele alınmış ve farklı seviyelerde kuraklık stresi oluşturmak amacıyla Polietilen Glikol-6000 (PEG-6000) kullanılmıştır. Deneme Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Bitki Fizyolojisi Laboratuvarı'nda tesadüf parselleri deneme deseninde dört tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Çalışmada çimlenme yüzdesi, çimlenme indeksi, ortalama çimlenme süresi, kökçük uzunluğu, sapçık uzunluğu, kökçük yaş ağırlığı, sapçık yaş ağırlığı kökçük kuru ağırlığı ve sapçık kuru ağırlığı gibi özellikler incelenmiştir. Araştırma sonucunda; şeker sorgum çeşitlerinin kuraklık stres seviyelerine farklı tepki verdikleri ve bu tepkinin de istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Uygulanan kuraklık stres seviyesine bağlı olarak çimlenme indeksi, ortalama çimlenme süresi, kökçük uzunluğu, sapçık uzunluğu, sapçık yaş ağırlığı ve sapçık kuru ağırlığı artan kuraklık seviyelerinden olumsuz etkilenirken, kökçük yaş ağırlığı ve kuru ağırlığı olumlu etkilenmiştir. Artan kuraklık stres seviyeleri sapçık ve kökçük uzunluğunu önemli derecede kısıtlamıştır. Erdurmuş ve Sweet Betty çeşitlerinde kökçük yaş ve kuru ağırlığına ait en yüksek değerler -0.5 MPa kuraklık stres seviyesinden elde edilmiştir. -0.5 MPa kuraklık stres seviyesinde tüm çeşitlerin sapçık yaş ve kuru ağırlığı kontrole kıyasla büyük

* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** ¹Sebiha EROL, Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Bursa, Türkiye, sebihaerol3@gmail.com, [OrcID 0000-0002-7906-3367](https://orcid.org/0000-0002-7906-3367)

² Tarık KARABAĞ, Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Bursa, Türkiye, 502016010@ogr.uludag.edu.tr, [OrcID 0000-0002-8913-7294](https://orcid.org/0000-0002-8913-7294)

³ Emine BUDAKLI ÇARPICI, Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Bursa Türkiye, ebudakli@uludag.edu.tr, [OrcID 0000-0002-2205-2501](https://orcid.org/0000-0002-2205-2501)

oranda azalış göstermiştir. Çimlenme özellikleri incelendiğinde Erdurmuş ve Uzun çeşitlerinin diğer çeşitlere oranla kurağa dayanım yönünden ön plana çıktığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çimlenme yüzdesi, Kuraklık stresi, Şeker sorgum, *Sorghum bicolor* var. *saccharatum* (L.) Mohlenbr.

Effects Of Drought Stress On Germination Characters Of Some Sweet Sorghum (*Sorghum bicolor* var. *saccharatum* (L.) Mohlenbr.) Varieties

Abstract: This study was carried out to determine the responses of some sweet sorghum cultivars to drought stress during the germination period. Erdurmuş, Gülşeker, Sweet Betty ve Uzun varieties were used as plant material in the experiment. Six different drought stress levels (0, -0.1, -0.2, -0.3, -0.4 and -0.5 MPa) were considered in the study and Polyethylene Glycol-6000 (PEG-6000) was used to generate different levels of drought stress. The experiment was carried out in a randomized plot design with four replications in Bursa Uludag University Faculty of Agriculture, Field Crops Department, Plant Physiology Laboratory. Germination percentage, germination index, mean germination time, root length, shoot length, root fresh weight, shoot fresh weight, root dry weight and shoot dry weight were determined in this study. As a result of the research, it was determined that sweet sorghum cultivars responded differently to drought stress levels and that the response was statistically significant. Depending on the applied drought stress level, germination percentage, germination index, mean germination time, root length, shoot length, shoot fresh, weight and shoot dry weight were negatively affected by increasing drought levels, while root fresh weight and root dry weight were positively affected. Increasing drought stress has limited the significantly of shoot and root length. In Erdurmuş and Sweet Betty cultivars The highest values of root fresh and dry weight were obtained from -0.5 MPa drought level. All cultivars at -0.5 MPa drought level, shoot fresh and dry weight comparison to control resulted in a large reduction. When the germination characteristics were examined, it was determined that Uzun ve Erdurmuş cultivars stood out in terms of drought resistance compared to other cultivars.

Keywords: Drought stress, Germination percentage, Sweet sorghum, *Sorghum bicolor* var. *saccharatum* (L.) Mohlenbr.

Giriş

Şeker sorgum (*Sorghum bicolor* var. *saccharatum* (L.) Mohlenbr.) bitkisi, Gramineae familyasına ait C4 fotosentezi grubunda bulunan tek yıllık ve kendine döllen bir bitkidir (Geren ve ark., 2019; Öktem ve ark., 2021). Orijini Doğu ve Kuzey Afrika olan şeker sorgum kurak koşullarda gelişimini sürdürebilmektedir. Kullanım alanı her geçen gün hızla artmakta olan şeker sorgum; insan gıdası, tahıl, biyokütle etanol ve biyoyakıt

üretimi gibi çeşitli ekonomik kullanımları nedeniyle dünyanın en önemli beşinci bitkisidir (Yücel ve ark., 2018; Ndlovu ve ark., 2021). Hızlı büyüme özelliğine sahip olan şeker sorgum bitkisi güçlü kök yapısı, yaprak ve gövdesinde bulunan mum tabakası sayesinde kuraklığa daha dayanıklı hale gelir. Toprak seçiciliği fazla olmayan şeker sorgum bitkisi diğer bitkilere göre kullandığı birim su miktarına karşılık daha fazla kuru madde üretmektedir (Öktem ve ark., 2021). Şeker sorgum, şeker kamışı ve mısıra göre kuraklığa daha dayanıklı olması nedeniyle sıcak ve kurak koşullarda yetiştirilebilmektedir (Rezende ve ark., 2017).

Bitkiler yetişme dönemi içerisinde çeşitli biyotik ve/veya abiyotik stres faktörlerine maruz kalmaktadır. Kuraklık stresi üretimi ve verimliliği sınırlayan en belirgin abiyotik streslerden biridir. (Badr ve ark., 2020). Çimlenme tohumun dinlenme döneminden çıkıp kökçüklerin meydana geldiği devre olarak adlandırılmaktadır (Demirkaya ve Arslan, 2021). Bitki büyümesinin çimlenme, çıkış ve fide oluşumu aşamaları, potansiyel olarak kuraklık stresine karşı en savunmasız olduğu dönemlerdir. Bu dönemlerde kuraklık stresine maruz kalındığında verim kayıpları ve hatta bitki ölümleri bile meydana gelebilmektedir (Queiroz ve ark., 2019; Ndlovu ve ark., 2021). Bu nedenle, kuraklığın neden olduğu su eksikliğinin bitkinin erken gelişim aşamaları üzerindeki etkisi büyüktür. Kuraklık stresinin sorgum genotipleri üzerine etkilerini incelemek amacıyla çok sayıda araştırma yapılmasına karşın şeker sorgum ile ilgili sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Örneğin; Rezende ve ark. (2017), şeker sorgum çeşitlerinin artan kuraklık stresi altında çimlenme yüzdesi ve kökçük uzunluğunun azaldığını buna karşılık kökçük kuru ağırlığının arttığını belirlemişlerdir. Patane ve ark. (2013), iki farklı şeker sorgum çeşidinde yürüttükleri çalışmada kuraklık stres seviyeleri arttıkça çimlenme yüzdesinin azaldığı, ortalama çimlenme süresinin ise arttığı tespit etmişlerdir. Kuraklık stres seviyeleri altında sorgum türlerinde yürütülen çalışmalarda çimlenme yüzdesinin önemli ölçüde birçok araştırmacı tarafından da tespit edilmiştir (Jafar ve ark., 2004; Bayu ve ark., 2005; Bobade ve ark., 2019; Queiroz ve ark., 2019). Oliveira ve Gomes-Filho (2009), CSF 18 ve CSF 20 sorgum genotiplerinde -0.8 Mpa kuraklık seviyesinde ortalama çimlenme süresinin kontrole oranla azaldığını tespit etmişler ve araştırmacılar kuraklık stresine dayanım bakımından çeşitler arasında da fark olduğunu belirtmişlerdir. Tane sorgum çeşitlerinde çimlenmeden sonra, kuraklık stresinin kökçük ve sapçık büyümesi üzerine olumsuz etki yaptığı bazı araştırmacılar tarafından da belirlenmiştir (Bayu ve ark., 2005; Queiroz ve ark., 2019). Kuraklık stresi koşullarında, kuraklığa dayanıklı sorgum genotiplerinin sapçık ve kökçük uzunluğunun duyarlı sorgum genotiplerine göre daha fazla olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle, kuraklığa dayanıklı sorgum genotipleri belirlenirken çimlenme potansiyeli, çimlenme oranı, kök ve sürgün gelişimi gibi bitki büyüme ve gelişiminin erken aşamasındaki özelliklerin dikkate alınması son derece önemlidir (Abreha ve ark., 2022).

Literatürde şeker sorgum çeşitlerinin çimlenme döneminde yaşanan kuraklığa tepkilerine yönelik sınırlı sayıda çalışma olduğu için ülkemizde yetiştiriciliği yapılan farklı şeker sorgum çeşitlerinin erken dönemde kuraklık stresine karşı tepkilerinin belirlenmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle bu çalışmada ülkemizde yetiştiriciliği yapılmakta olan dört farklı şeker sorgum çeşidinin kuraklık stresi altında çimlenme özellikleri incelenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışma 2022 yılında Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Bitki Fizyolojisi Laboratuvarı'nda tesadüf parselleri deneme deseninde dört tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Araştırmada bitki materyali olarak Erdurmuş, Gülşeker, Sweet Betty ve Uzun çeşitleri kullanılmıştır. Çalışmada şeker sorgum çeşitlerinin çimlenme döneminde kuraklık stresine tepkilerini belirlemek amacıyla Polietilen Glikol-6000 (PEG-6000) kullanılarak altı farklı kuraklık stresi seviyesi (0, -0.1, -0.2, -0.3, -0.4, -0.5 MPa) oluşturulmuştur. Denemede kullanılacak tohumlar çimlendirme öncesinde yüzey sterilizasyonu için %1'lik sodyum hipoklorit ile 10 dakika boyunca çalkalandıktan sonra çeşme suyu ve daha sonra saf su ile iyice yıkanmıştır (Rezende ve ark., 2017). Yüzey sterilizasyonu yapıldıktan sonra tohumlar başlangıç nem içeriklerine dönünceye kadar (24 saat) oda şartlarında bekletilmiştir. Yüzey sterilizasyonuna tabi tutulan tohumlar çift katlı çimlendirme kâğıdı bulunan petri kaplarına 50 adet tohum olacak yerleştirilmiş ve hazırlanan her bir solüsyondan her bir petriye 10 ml verilmiştir. Bu işlemde hemen sonra buharlaşmayı engellemek amacıyla petri kaplarının etrafı parafilm ile sarılmış ve petri kapları iklimlendirme dolabında tamamen karanlık ortamda 25 ± 1 °C'de 10 gün boyunca çimlenmeye bırakılmıştır (Avcı ve ark., 2016). Denemenin süresince tohumlar her gün aynı saatte kontrol edilmiş ve 2 mm kökçük uzunluğuna sahip tohumlar çimlenmiş olarak kabul edilmiştir (Rezende ve ark., 2017). 10 gün sonra petri kaplarında çimlenme yüzdesi, çimlenme indeksi, ortalama çimlenme süresi, kökçük uzunluğu, sapçık uzunluğu, kökçük yaş ağırlığı, sapçık yaş ağırlığı, kökçük kuru ağırlığı ve sapçık kuru ağırlığı gibi özellikler incelenmiştir. Denemede çimlenme indeksi ($\bar{C}\bar{I}$) ve ortalama çimlenme süresinin ($O\bar{C}S$) belirlenmesinde aşağıda verilen eşitlikler kullanılmıştır (Dehnavi ve ark., 2020).

$$\bar{C}\bar{I} = \frac{\sum(Gt/Tt)}{Tt} \quad Gt: t. \text{ günde çimlenen tohum sayısı}, Tt: t. \text{ sayım günü}$$

$$O\bar{C}S = \frac{\sum(fx)}{\sum f} \quad f: \text{çimlenen tohum sayısı}, x: \text{çimlenme günü}$$

Kökçük ve sapçık uzunluğu belirlemek için her bir petriden rastgele seçilen 15 fidede sapçık ve kökçük kısımları ayrıldıktan sonra cetvel ile uzunluk ölçümleri yapılmıştır. Ardından kökçük ve sapçık yaş ağırlıklarını belirlemek amacıyla hassas terazide tartılmıştır. Fidelerden elde edilen sapçık ve kökçükler 65 °C'de 48 saat kurutulduktan sonra hassas terazide tartılarak kuru ağırlıkları (mg fide^{-1}) belirlenmiştir. Araştırmadan elde edilen verilerin varyans analizleri JMP 13.0 istatistik paket programı kullanılarak yapılmıştır. Önemlilik testlerinde % 1 ve % 5, farklı grupların belirlenmesinde ise % 5 olasılık düzeyi kullanılmıştır. Farklı grupların belirlenmesinde LSD testinden yararlanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Bazı şeker sorgum çeşitlerinin farklı kuraklık seviyelerindeki çimlenme yüzdesi, çimlenme indeksi, ortalama çimlenme süresi, kökçük ve sapçık uzunlukları, kökçük ve sapçık yaş ağırlıkları ile kökçük ve sapçık kuru

ağırlıklarına ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 1’de verilmiştir. Şeker sorgum çeşitleri arasında incelenen tüm özellikler bakımından % 1, kuraklık stresi seviyeleri bakımından ise çimlenme yüzdesi hariç incelenen tüm özelliklerde % 1 olasılık düzeyinde önemli farklılıklar bulunmuştur. Çeşit x kuraklık stresi interaksiyonu bakımından çimlenme yüzdesi, kökçük kuru ağırlığı ve sapçık kuru ağırlığı hariç incelenen diğer özelliklerde % 1 olasılık düzeyinde önemli farklılıklar tespit edilmiştir (Çizelge 1).

En yüksek ortalama çimlenme yüzdesi % 98.67 ile Uzun çeşidinde, en düşük ise % 82.50 ile Gülşeker çeşidinde tespit edilmiştir (Çizelge 2). Sorgum türlerinde çimlenme, fide çıkışı veya oluşumu aşamaları kuraklık stresine karşı en hassas dönemlerdir. Bu nedenle kuraklık stresi altında yüksek çimlenme yüzdesine sahip olan çeşitlerin kuraklığa daha dayanıklı olduğu varsayılmaktadır (Abreha ve ark., 2022). Kuraklık stresi altında diğer çeşitlere göre yüksek çimlenme yüzdesine sahip olan Uzun çeşidi, kuraklığa toleransı bakımından ön plana çıkmıştır. Patane ve ark. (2013) ile Rezende ve ark. (2017), kuraklık stresinde çimlenme yüzdesinin şeker sorgum çeşitleri açısından önemli farklılıklar gösterdiğini bildirmişlerdir. Ayrıca kuraklık stresi altında farklı sorgum türlerinde yürütülen çalışmalarda da çimlenme yüzdesi bakımından önemli varyasyonlar tespit edilmiştir (Jafar ve ark., 2004; Bayu ve ark., 2005; Oliveira ve Gomes-Filho, 2009; Rajendran ve ark., 2011; Viliga ve Şumalan, 2013; Reiahi ve Farahbakhsh, 2013; Avcı ve ark., 2016; Pérez-Hernández ve ark., 2018; Bobade ve ark., 2019; Queiroz ve ark., 2019). Kuraklık stres seviyelerinin çimlenme yüzdesi üzerine etkileri incelendiğinde ortalama çimlenme yüzdesinin % 86.37-88.62 değerleri arasında değiştiği belirlenmiştir. Fakat bu değişimin istatistikî anlamda önemsiz olduğu, kuraklık stres seviyelerinin ortalama çimlenme yüzdesi üzerine yaptıkları etkiler arasında bir fark olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 1 ve Çizelge 2).

Çizelge 1. Şeker sorgum çeşitlerinin farklı kuraklık stresi seviyelerinden elde edilen çimlenme yüzdesi, çimlenme indeksi, ortalama çimlenme süresi, kökçük uzunluğu, sapçık uzunluğu, kökçük yaş ağırlığı, sapçık yaş ağırlığı, kökçük kuru ağırlığı ve sapçık kuru ağırlığı üzerine etkilerine ilişkin varyans analiz sonuçları (Kareler ortalaması)

Varyasyon kaynağı	SD	ÇY	Çİ	OÇS	KU	SU	KYA	SYA	KKA	SKA
Çeşit	3	1862.4**	6764.2**	0.82**	9.491**	69.14**	97.53**	420.94**	1.30**	1.33**
Kuraklık	5	12.50 ^{öd}	1676.7**	0.296**	45.502**	125.968**	21.579**	2020.42**	0.89**	7.38**
Ç X K	15	30.01 ^{öd}	147.30**	0.020**	1.285 ^{öd}	4.880**	14.735**	89.10**	0.22 ^{öd}	0.331 ^{öd}
Hata	72	32.31	38.47	0.003	0.73	1.03	4.27	33.28	0.12	0.30

SD: Serbestlik Derecesi, ÇY: Çimlenme yüzdesi, Çİ: Çimlenme indeksi OÇS: Ortalama çimlenme süresi, KU: Kökçük uzunluğu, SU: Sapçık uzunluğu, KYA: Kökçük yaş ağırlığı, SYA: Sapçık yaş ağırlığı, KKA: Kökçük kuru ağırlığı, SKA: Sapçık kuru ağırlığı

**:% 1 önemlidir, öd: önemli değildir.

Çimlenme indeksi tohumların çimlenmesindeki düzeni göstermektedir. En yüksek çimlenme indeksi tohumların hepsi birinci günde çimlenirse elde edilmekte ve bu durum çimlenme yeteneğinin büyüklüğünü göstermektedir (Gürbüz ve ark., 2009). Şeker sorgum çeşitlerine ait ortalama çimlenme indeksi değerleri 68.45–107.35 arasında değişmiştir. En yüksek ortalama çimlenme indeksi 107.35 ile Erdurmuş çeşidinde tespit edilmiş

ve bunu aynı istatistiki grupta yer alan Uzun ve Sweet Betty çeşitleri izlemiştir. En düşük ortalama çimlenme indeksi ise 68.45 ile Gülşeker çeşidinde belirlenmiştir (Çizelge 2). Araştırmamızda Erdurmuş çeşidinin çimlenme indeksi değerinin yüksek olması kuraklık stresi altında çimlenme süresinin daha kısa olduğunu ifade etmektedir. Viliga ve Şumalan (2013), sorgum türlerinde yürüttükleri bir çalışmada çeşitler arasında çimlenme indeksi bakımından önemli farklılıkların olduğunu bildirmişlerdir. Farklı kuraklık stres seviyelerinde tespit edilen çimlenme indeksi değerleri 79.64-106.60 arasında değişmiş olup en yüksek ortalama çimlenme indeksi 106.60 ile kontrol grubunda, en düşük ise 79.64 ile -0.5 MPa kuraklık stresi seviyesinde tespit edilmiştir. Kuraklık stres seviyesi arttıkça çimlenme indeksinde azalmalar meydana gelmiştir. Farklı bitki tür ve çeşitlerle yürütülen araştırmalarda da kuraklık stresine bağlı olarak çimlenme indeksinde azalmaların olduğunu tespit edilmiştir (Gürbüz ve ark., 2009; Aslan ve Atış, 2018; Özkurt ve ark., 2019; Yılmaz, 2019; Uslu ve ark., 2021). Çeşit x kuraklık interaksiyonunun çimlenme indeksi değerleri üzerine etkileri incelendiğinde ise en yüksek ortalama çimlenme indeksi değeri Uzun çeşidinin kontrol grubunda, en düşük ise Gülşeker çeşidinin -0.5 MPa kuraklık stres seviyesinde tespit edilmiştir (Çizelge 1 ve Çizelge 2). Gülşeker çeşidinin tüm kuraklık stres seviyelerinde diğer çeşitlere göre daha düşük çimlenme indeksi değerine sahip olması daha geç çimleneceği anlamına gelmektedir.

Çeşitlerin ortalama çimlenme süresi 5.80-6.19 gün arasında değişmiş olup en yüksek ortalama çimlenme süresi 6.19 gün ile Gülşeker belirlenmiştir (Çizelge 2). Queiroz ve ark. (2019), ortalama çimlenme süresini, çeşitlerin çimlenme hızının zamana yayılmasının bir ölçüsü olarak tanımlanmaktadır. Kuraklık stresi altında daha erken çimlenen Sweet Betty ve Erdurmuş çeşitlerinin kuraklık stresine daha toleranslı olduğu düşünülmektedir. Kuraklık stresi altında ortalama çimlenme süresinin farklı sorgum genotip ve çeşitlerine bağlı olarak değiştiği Avcı ve ark (2016) ve Bobade ve ark. (2019) tarafından da bildirilmiştir. Kuraklığa bağlı olarak ortalama çimlenme süresi değerleri incelendiğinde, en yüksek ortalama çimlenme süresinin 6.12 gün ile -0.5 MPa kuraklık stres seviyesinde, en düşük ise kontrol grubunda olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2). Farklı bitkiler üzerinde yapılan çalışmalarda da artan kuraklık stres seviyesinin ortalama çimlenme süresini arttırdığı tespit edilmiştir (Reiahi ve Farahbakhsh, 2013; Patane ve ark., 2013; Queiroz ve ark., 2019; Oliveira ve Gomes-Filho, 2009).

Çizelge 2. Şeker sorgum çeşitlerinin farklı kuraklık stresi seviyelerinden elde edilen çimlenme yüzdesi (%), çimlenme indeksi ve ortalama çimlenme süresine (gün) ait ortalama değerler

ÇEŞİT	KURAKLIK (MPa)						Ort.
	KONTROL	-0.1 MPa	-0.2 MPa	-0.3 MPa	-0.4 MPa	-0.5 MPa	
Çimlenme Yüzdesi (%)							
Sweet Betty	81.00	84.00	81.50	80.50	85.00	83.00	82.50 c
Gülşeker	76.50	80.50	78.50	84.50	77.50	76.50	79.00 d
Uzun	100.00	99.50	100.00	96.00	99.00	97.50	98.67 a
Erdurmuş	94.50	90.00	94.50	91.00	86.50	88.50	90.83 b
Ort.	88.00	88.50	88.62	88.00	87.00	86.37	
Çimlenme İndeksi							
Sweet Betty	110.57 bc	109.80 bc	95.41 e	90.47 e-g	86.52 f-h	80.68 hı	95.57 b
Gülşeker	72.64 ij	74.68 ij	71.52 j	69.18 jk	62.59 kl	60.09 l	68.45 c
Uzun	127.08 a	105.59cd	96.01 e	88.28 e-h	89.84 e-g	84.22 gh	98.58 b
Erdurmuş	116.12 b	115.90 b	109.68 bc	111.88 bc	96.97 de	93.58 ef	107.35 a
Ort.	106.60 a	101.49 b	93.15 c	90.06 c	83.98 d	79.64 d	
Ortalama Çimlenme Süresi (gün)							
Sweet Betty	5.59 p	5.65 op	5.80 k-m	5.84 j-l	5.96 gh	6.02 fg	5.81 c
Gülşeker	6.03 fg	6.02 ef	6.10 ef	6.27 bc	6.30 ab	6.36 a	6.19 a
Uzun	5.69 no	5.91 h-j	6.02 fg	6.09 ef	6.12 de	6.20 cd	6.00 b
Erdurmuş	5.76 l-n	5.68 no	5.82 kl	5.74 mn	5.86 ı-k	5.91 hı	5.80 c
Ort.	5.77 f	5.83 e	5.93 d	5.98 c	6.06 b	6.12 a	

Çeşit × kuraklık interaksyonu incelendiğinde en yüksek değerlerin Gülşeker çeşidinin -0.5 MPa kuraklık stresi seviyesinde, en düşük ise Sweet Betty çeşidinin kontrol grubunda ortaya çıktığı belirlenmiştir (Çizelge 2). Kuraklık stresi arttıkça çeşitlerin ortalama çimlenme süresinin de artması çeşitlerin kuraklık stresine olan toleranslarının azaldığını göstermektedir. Araştırmada kullanılan Sweet Betty çeşidinde kuraklık stresine rağmen daha erken çimlenme olurken, Gülşeker çeşidinde ortalama çimlenme süresinde artış olmuştur.

Çeşitlere ait kökçük uzunlukları 7.42-8.82 cm arasında değişim göstermiş ve en yüksek kökçük uzunluğu Uzun en düşük ise 7.41 cm ile Gülşeker çeşidinde belirlenmiştir (Çizelge 3). Farklı sorgum tür, çeşit ve genotipleri üzerinde yapılan çalışmalarda da kökçük uzunluğu bakımından önemli varyasyonların olduğu tespit edilmiştir (Rajendran ve ark., 2011; Viliga ve Şumalan, 2013; Bibi ve ark., 2012; Reiahi ve Farahbakhsh, 2013; Avcı ve ark., 2016; Bobade ve ark., 2019; Queiroz ve ark., 2019). Kuraklık stresi seviyelerinin kökçük uzunluğu üzerine etkileri incelendiğinde, en yüksek kökçük uzunluğu kontrol grubunda, en düşük ise -0.5 MPa kuraklık stresi seviyesinde tespit edilmiştir. Kuraklık seviyesi arttıkça kökçük uzunluğunun kısaldığı birçok araştırmacı tarafından da belirlenmiştir (Patane ve ark. (2013) Rezende ve ark. (2017). Queiroz ve ark. (2019), Reiahi ve Farahbakhsh (2013) (Jafar ve ark., 2004; Bayu ve ark., 2005; Rajendran ve ark., 2011; Viliga ve Şumalan, 2013; Bobade ve ark., 2019). Çeşit × kuraklık interaksyonunun ortalama kökçük uzunluğu üzerine etkileri istatistiki anlamda önemsiz olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 3. Şeker sorgum çeşitlerinin farklı kuraklık stresi seviyelerinden elde edilen kökçük uzunluğu (cm) ve sapçık uzunluğuna (cm) ait ortalama değerler

ÇEŞİT	KURAKLIK (MPa)						Ort.
	KONTROL	-0.1 MPa	-0.2 MPa	-0.3 MPa	-0.4 MPa	-0.5 MPa	
Kökçük Uzunluğu (cm)							
Sweet Betty	10.55	8.63	6.89	7.13	6.00	6.27	7.58 bc
Gülşeker	10.78	7.79	6.60	6.58	6.38	6.41	7.42 c
Uzun	12.87	9.56	8.55	7.51	7.60	6.83	8.82 a
Erdurmuş	10.03	8.73	8.51	6.92	7.31	6.86	8.06 b
Ort.	11.05 a	8.68 b	7.63c	7.04 cd	6.82 d	6.59 d	
Sapçık Uzunluğu (cm)							
Sweet Betty	16.73 a	11.32 cd	10.56 cd	8.15 f-h	7.51 f-ı	5.60 kl	10.01 a
Gülşeker	8.82 e-g	7.14 h-j	6.34 ı-k	5.30 kl	5.40 kl	4.28 l	6.21 c
Uzun	13.04 b	11.10 cd	10.10 de	7.59 g-ı	5.93 jk	5.15 kl	8.82 b
Erdurmuş	13.25 b	11.84 bc	10.01 de	9.02 ef	7.89 f-h	5.39 kl	9.56 a
Ort.	12.96 a	10.35 b	9.25 c	7.51 d	6.73 e	5.10 f	

Çeşitlerin farklı kuraklık stres seviyelerinde belirlenen sapçık uzunluğuna ait ortalama değerleri incelendiğinde; 6.21- 10.01 cm arasında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 3). En yüksek sapçık uzunluğu 10.01 cm ile Sweet Betty ve 9.56 cm ile Erdurmuş çeşitlerinden, en düşük ise 6.21 cm ile Gülşeker çeşidinden elde edilmiştir. Sapçık uzunluğu bakımından farklı sorgum türlerine ait çeşitler arasında önemli varyasyonların olduğu birçok araştırmacı tarafından da belirlenmiştir (Jafar ve ark., 2004; Rajendran ve ark., 2011; Bibi ve ark., 2012; Reiahi ve Farahbakhsh, 2013; Patane ve ark., 2013; Avcı ve ark., 2016; Bobade ve ark., 2019). Kuraklık stres seviyelerine bağlı olarak sapçık uzunluğu 5.10-12.96 cm arasında değişmiştir. En yüksek ortalama sapçık uzunluğu 12.96 cm ile kontrol grubunda tespit edilmiştir (Çizelge 3). Avcı ve ark. (2016), tane sorgum çeşitlerinde yürüttükleri çalışmada artan kuraklık stresine bağlı olarak sapçık uzunluğunun -3.6 bar uygulamasına kadar azaldığını, -7.2 ve -10.8 bar kuraklık seviyelerinde ise hiç çimlenme olmadığını tespit etmişlerdir. Kuraklık stres seviyelerindeki artışların ortalama sapçık uzunluğunda önemli derecede azalmalara neden olduğu birçok araştırmacı (Jafar ve ark., 2004; Patane ve ark., 2013; Reiahi ve Farahbakhsh, 2013) tarafından da bildirilmiştir. Çeşit×kuraklık interaksiyonunun ortalama sapçık uzunluğu üzerine etkileri istatistiki anlamda önemli çıkmıştır (Çizelge 1). En yüksek ortalama sapçık uzunluğu Sweet Betty çeşidinin kontrol grubunda olurken, bunu istatistiksel olarak aynı grupta olan Erdurmuş ve Uzun çeşitlerinin kontrol seviyeleri takip etmiştir. En düşük ortalama sapçık uzunluğu ise Gülşeker çeşidinin -0.5 MPa kuraklık stres seviyesinde tespit edilmiştir (Çizelge 3).

Çeşitlerin kökçük yaş ağırlığına ait ortalama değerleri incelendiğinde; 8.02-12.76 mg fide⁻¹ arasında değiştiği belirlenmiştir. En yüksek kökçük yaş ağırlığı 12.76 mg fide⁻¹ ile Gülşeker, en düşük ortalama kökçük yaş ağırlığı ise 8.02 mg fide⁻¹ ile Uzun çeşidinde tespit edilmiştir (Çizelge 4). Şeker sorgum çeşitlerinin artan kuraklık stres seviyelerine farklı tepki verdiği tespit edilmiştir. Gülşeker çeşidinin diğer çeşitlere oranla kökçük yaş ağırlığının yüksek olması kuraklık stresine tepki olarak oluşan kökçük sayısının ve kalınlığının farklılık göstermesinin sonucu olabilir. Farklı sorgum çeşitlerine ait kökçük yaş ağırlıkları arasında önemli farklılıkların olduğu Bibi ve

ark. (2012) ve Rezende ve ark. (2017) tarafından da bildirilmiştir. Kuraklık stres seviyelerinde tespit edilen kökçük yaş ağırlıkları incelendiğinde; en yüksek kökçük yaş ağırlığının 11.25 mg fide⁻¹ ile -0.4 MPa, en düşük ise 8.83 mg fide⁻¹ ile -0.2 MPa kuraklık stres seviyesinden elde edildiği tespit edilmiştir. Kuraklık stres seviyelerindeki artış başlangıçta ortalama kökçük yaş ağırlığının azalmasına neden olmuştur. Ancak -0.3 MPa kuraklık stres seviyesinden sonra ortalama kökçük yaş ağırlığı artmaya başlamıştır (Çizelge 4). Çeşit×kuraklık interaksyonunun ortalama kökçük yaş ağırlığı üzerine etkilerinin istatistiki anlamda önemsiz olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 4. Şeker sorgum çeşitlerinin farklı kuraklık stresi seviyelerinden elde edilen kökçük yaş ağırlığı (mg fide⁻¹), sapçık yaş ağırlığı (mg fide⁻¹), kökçük kuru ağırlığı (mg fide⁻¹) ve sapçık kuru ağırlığına (mg fide⁻¹) ait ortalama değerler

ÇEŞİT	KURAKLIK (MPa)						Ort.
	KONTROL	-0.1 MPa	-0.2 MPa	-0.3 MPa	-0.4 MPa	-0.5 MPa	
Kökçük Yaş Ağırlığı (mg fide⁻¹)							
Sweet Betty	10.28	9.5	8.42	9.72	10.48	12.72	10.19 b
Gülşeker	16.62	10.04	9.17	14.95	14.19	11.63	12.76 a
Uzun	7.23	7.12	7.93	8.37	8.74	8.75	8.02 c
Erdurmuş	5.69	7.37	9.82	9.65	11.85	11.20	9.22 b
Ort.	9.96 ab	8.50 b	8.83 b	10.67 a	11.25 a	11.07 a	
Sapçık Yaş Ağırlığı (mg fide⁻¹)							
Sweet Betty	72.89 a	45.74 cd	42.98 c-f	35.83 e-j	35.02 f-k	26.38 l-n	43.14 a
Gülşeker	58.43 b	39.57 d-h	32.15h-m	27.97 j-n	30.5 ı-m	21.50 n	35.03 b
Uzun	43.77 c-e	40.33 d-g	37.50 e-ı	21.80 h-	27.32 k-n	24.06m-n	34.13 b
Erdurmuş	49.08 c	40.80 d-g	37.79 d-ı	33.03 g-l	28.90 j-m	22.27 n	35.31 b
Ort.	56.04 a	41.61 b	37.60 b	32.16 c	30.44 c	23.55 d	
Kökçük Kuru Ağırlığı (mg fide⁻¹)							
Sweet Betty	1.20	1.62	1.94	2.05	1.62	1.73	1.69 c
Gülşeker	1.58	2.10	1.79	2.40	1.98	1.89	1.96 b
Uzun	2.00	2.03	2.09	2.38	2.28	1.93	2.12 ab
Erdurmuş	1.62	1.78	2.39	2.32	2.62	2.65	2.23 a
Ort.	1.60 c	1.88 b	2.05 ab	2.29 a	2.13 ab	2.05 ab	
Sapçık Kuru Ağırlığı (mg fide⁻¹)							
Sweet Betty	5.33	4.69	4.65	4.56	4.22	3.33	4.47 a
Gülşeker	5.45	3.75	3.62	3.80	3.89	2.92	3.90 b
Uzun	5.42	4.88	4.20	4.15	3.67	3.37	4.28 a
Erdurmuş	5.10	4.68	4.58	4.08	3.67	3.53	4.27 a
Ort.	5.33 a	4.50 b	4.26 b	4.15 bc	3.86 c	3.29 d	

En yüksek sapçık yaş ağırlığı 43.14 mg fide⁻¹ ile Sweet Betty çeşidinden elde edilmiş ve bunu aynı istatistiksel grupta yer alan Erdurmuş (35.31 mg fide⁻¹), Gülşeker (35.03 mg fide⁻¹) ve Uzun (34.13 mg fide⁻¹) çeşitleri takip etmiştir (Çizelge 4). Araştırmamızdan elde edilen sonuçlar Bibi ve ark. (2012) tarafından elde edilen sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Kurağa dayanıklı bitki tür ve çeşitlerinin, hassas olanlara göre daha yüksek sürgün yaş ağırlığına sahip olduğu bildirilmektedir (Aslan ve Atış, 2018; Yılmaz, 2019). Kuraklık stres

seviyelerinin sapçık yaş ağırlığına ait ortalama değerleri incelendiğinde; 23.55- 56.04 mg fide⁻¹ arasında değiştiği belirlenmiştir. En yüksek ortalama sapçık yaş ağırlığı 56.04 mg fide⁻¹ ile kontrol grubunda, en düşük ise 23.55 mg fide⁻¹ ile -0.5 MPa kuraklık stres seviyesinde tespit edilmiştir (Çizelge 4). Kuraklık stres seviyelerinin artması sapçık yaş ağırlığında azalmaya neden olmuştur. Bitki kurak koşullarda belli oranda çimlenme göstermelerine karşın kuraklığın devam etmesi durumunda sapçık gelişimini sağlıklı bir şekilde devam ettiremeyebilir (Aslan ve Atış, 2018). Çeşit × kuraklık interaksyonu bakımından en yüksek sapçık yaş ağırlığı Sweet Betty çeşidinin kontrol grubunda, en düşük ise Gülşeker çeşidinin -0.5 MPa kuraklık stres seviyesinde tespit edilmiştir (Çizelge 4).

Çeşitlerin kökçük kuru ağırlığına ait ortalama değerleri incelendiğinde 1.69-2.23 mg fide⁻¹ arasında değiştiği belirlenmiştir. En yüksek kökçük kuru ağırlığı 2.23 mg fide⁻¹ ile Erdurmuş ve 2.12 mg fide⁻¹ ile Uzun çeşitlerinden elde edilmiştir. En düşük kökçük kuru ağırlığına ise 1.69 mg fide⁻¹ ile Sweet Betty çeşidi sahip olmuştur (Çizelge 4). Rezende ve ark. (2017) şeker sorgum çeşitlerinin, Jafar ve ark. (2004) ise farklı sorgum türlerinin kuraklık stresi altında kökçük kuru ağırlığı bakımından farklı tepkiler verdiğini bildirmişlerdir. Kuraklık stres seviyelerinin kökçük kuru ağırlığına ait ortalama değerleri incelendiğinde 1.60-2.29 mg fide⁻¹ arasında değiştiği belirlenmiştir. En yüksek kökçük kuru ağırlığı -0.3 MPa, en düşük kökçük kuru ağırlığı ise kontrol grubundan elde edilmiştir. Kuraklık stres seviyelerindeki artış başlangıçta ortalama kökçük kuru ağırlığının azalmasına neden olmuştur. Ancak -0.3 MPa kuraklık stres seviyesinden sonra ortalama kökçük kuru ağırlığı artmaya başlamıştır. Rezende ve ark. (2017) artan kuraklık seviyelerinin kökçük kuru ağırlığını artırdığını tespit etmişlerdir.

Şeker sorgum çeşitlerine ait sapçık kuru ağırlıkları istatistiksel olarak iki farklı grupta yer almıştır. En yüksek sapçık kuru ağırlığı aynı istatistiksel grupta olan Sweet Betty, Uzun ve Erdurmuş çeşitlerinde, en düşük sapçık kuru ağırlığı ise 3.90 mg fide⁻¹ ile Gülşeker çeşidinde belirlenmiştir (Çizelge 4). Farklı sorgum türlerinde kuraklık stresinin sapçık kuru ağırlığını olumsuz yönde etkilediği Jafar ve ark. (2004) ile Bibi ve ark. (2012) tarafından da tespit edilmiştir. Kuraklık stres seviyelerinin sapçık kuru ağırlığına ait ortalama değerleri incelendiğinde 3.29-5.33 mg fide⁻¹ arasında değiştiği belirlenmiştir. En yüksek sapçık kuru ağırlığı kontrol grubunda olurken, bunu sırasıyla 4.50 mg fide⁻¹ ile -0.1 MPa ve 4.26 mg fide⁻¹ ile -0.2 MPa kuraklık stres seviyeleri takip etmiştir. En düşük sapçık kuru ağırlığı ise 3.29 mg fide⁻¹ ile -0.5 MPa kuraklık stres seviyesinde gerçekleşmiştir. Kuraklık stres seviyeleri arttıkça sapçık kuru ağırlığı bundan olumsuz etkilenmiştir. Jafar ve ark. (2004), sorgum genotipleri üzerinde yürüttükleri çalışmada kuraklık stresi arttıkça sapçık kuru ağırlığının azaldığını rapor etmişlerdir.

Sonuç

Şeker sorgum çeşitlerinin çimlenme döneminde kuraklık stresine tepkileri incelendiğinde, çeşitlerin kuraklık stres seviyeleri arttıkça çimlenme indeksi, ortalama çimlenme süresi, kökçük ve sapçık uzunluğu, sapçık yaş ve kuru ağırlığı gibi özelliklerinin olumsuz etkilendiği belirlenmiştir. Erdurmuş ve Sweet Betty çeşitleri en yüksek

kökçük yaş ve kuru ağırlığı değerlerine -0.5 MPa kuraklık seviyesinde ulaşmıştır. Çimlenme yüzdesi, çimlenme indeksi, kökçük ve sapçık uzunluğu, kökçük kuru ve sapçık kuru ağırlığı gibi özelliklerde en yüksek değerlere sahip olan Erdurmuş ve Uzun çeşitlerinin kuraklık stresi altında daha hızlı ve üniform bir çıkış yapabileceği tespit edilmiştir. Bu çeşitlerin kurak ve yarı kurak alanlarda yetiştirilebilmesi açısından fide dönemine ait kuraklık çalışmalarının yapılması da yararlı olacaktır.

Teşekkür bilgi notu

Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir. Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır. Bu makaleyi hazırlayan yazarlar, araştırmaya eşit oranda katkı sağlamıştır ve yazarlar arasında her hangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynakça

- Abreha, K. B., Enyew, M., Carlsson, A. S., Vetukuri, R. R., Feyissa, T., Motlhaodi, T., Ng'uni, D. and Geleta, M. 2022. Sorghum in dryland: morphological, physiological, and molecular responses of sorghum under drought stress. *Planta*, 255:20.
- Aslan, H. ve Atış, İ. 2018. Bazı yaygın mürdümük çeşitlerinde kuraklık stresinin çimlenme ve fide gelişimine etkisi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 23(2):218-231.
- Avcı, S., İleri, O. and Kaya, M.D. 2016. Determination of genotypic variation among Sorghum cultivars for seed vigor, salt and drought stresses. *Journal of Agricultural Science*, 23(2017):335-343.
- Badr, A., El-Shazly, H. H., Tarawneh, R. A. and Börner, A. 2020. Screening for drought tolerance in maize (*Zea mays* L.) germplasm using germination and seedling traits under simulated drought conditions. *Plants* 9(5): 565.
- Bayu, W., Rethman, N., Hammes, P., Pieterse, P., Grimbeek, J. and Van Der Linde, M. 2005. Water stress affects the germination, emergence, and growth of different sorghum cultivars. *Ethiop J Sci*,28(2):119-128.
- Bibi, A., Sadaqat, H., Tahir, M. and Akram, H. 2012. Screening of sorghum (*Sorghum bicolor* Var Moench) for drought tolerance at seedling stage in polyethylene glycol. *J Anim Plant Sci*, 22(3):671-678.
- Bobade, P., Amarshettiwar, S., Rathod, T., Ghorade, R., Kayande, N. and Yadav, Y. 2019. Effect of polyethylene glycol induced water stress on germination and seedling development of rabi sorghum genotypes. *J Pharmacogn Phytochem*, 8(5):852-856.
- Demirkaya, M. ve Arslan, M. 2021. Ekinezya (*Echinacea purpurea*) tohumlarının çimlenmesi üzerine ozmotik koşullandırmanın etkisi. *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 35(2):265-276.
- Dehnavi, A.R., Zahedi, M., Ludwiczak, A., Perez, S.C. and Piernik, A. 2020. Effect of salinity on seed germination and seedling development of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) genotypes. *Agronomy*, 10(6),859.

- Geren, H., Kır, B. ve Kavut, Y.T. 2019. Farklı biçim zamanlarının tatlı darı (*Sorghum bicolor* var. *saccharatum*) çeşitleri üzerinde verim ve bazı yem kalite unsurlarına etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fak. Dergisi*, 56 (2):249-255.
- Gürbüz, A., Kaya, M., Türkan, A.D., Kaya, G., Kaya, M.D. ve Çiftçi, C.Y. 2009. Bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinde tane iriliği ve kuraklık stresinin çimlenme özelliklerine etkisi. *Akdeniz Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(1):69-74.
- Jafar, M.S., Nourmohammadi, G. and Maleki, A. 2004. Effect of water deficit on seedling, plantlets and compatible solutes of forage Sorghum In: Proceedings of the 4th International Crop Science Congress, Brisbane.
- Ndlovu, E., Van Staden, J. and Maphosa, M. 2021. Morpho-physiological effects of moisture, heat and combined stresses on *Sorghum bicolor* [Moench (L.)] and its acclimation mechanisms. *Plant Stress*, 2:100018.
- Oliveira, A.B. and Gomes-Filho, E. 2009. Germinação e vigor de sementes de sorgo forrageiro sob estresse hídrico e salino/germination and vigor of sorghum seeds under water and salt stress. *Revista Brasileira De Sementes*, 31(3):48-56.
- Öktem, A., Öktem A. G. ve Demir, D. 2021. Geç olum süresine sahip bazı tatlı sorgum (*Sorghum bicolor* var. *saccharatum* (L.) Moench) genotiplerinin biyokütle verimi ve yem kalitesinin belirlenmesi. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 7(2): 315-325.
- Özkurt, M., Saygılı, İ. ve Özdemir Dirik, K. 2019. Bazı yonca çeşitlerinin erken gelişme dönemindeki kuraklık toleransının belirlenmesi. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg*, 22(4): 558-563.
- Patane, C., A. Saita, A. and Sortino, O. 2013. Comparative effects of salt and water stress on seed germination and early embryo growth in two cultivars of sweet sorghum. *Journal of Agronomy Crop Science*, ISSN 0931-2250.
- Pérez-Hernández, Y., Navarro-Boulanger, M., Rojas-Sánchez, L., Fuentes-Alfonso, L. and Sosa-del Castillo, M. 2018. Effect of hydric stress on the germination of seeds from *Sorghum bicolor* (L.) Moench cv. UDG-110. *Pastos y Forrajes*, 41,4.
- Queiroz, M.S., Oliveira, C.E., Steiner, F., Zuffo, A.M., Zoz, T., Vendruscolo, E.P., Silva, M.V., Mello, B., Cabra, R. and Menis, F.T. 2019. Drought stresses on seed germination and early growth of maize and sorghum. *J Agric Sci*, 11(2):310-318.
- Rajendran, R. A., Muthiah, A. R., Manickam, A., Shanmugasundaram, P. and Joel, A. J. 2011. Indices of drought tolerance in sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) genotypes at early stages of plant growth. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 7(1):42-46.
- Reiahi, N. and Farahbakhsh, H. 2013. Ascorbate and drought stress effects on germination and seedling growth of sorghum. *Int J Agron Plant Prod*, 4(5):901-910.

- Rezende, R. K. S., Masetto, T.E., Oba, G. C. and Jesus, M.V. 2017. Germination of sweet sorghum seeds in different water potentials. *American Journal of Plant Sciences*, 8(12): 3062-3072.
- Uslu, Ö. S., Gedik, O., Alhamedi, M. ve Alminfi, K. 2021. Kuraklık stresinin bazı yem bezelyesi (*Pisum sativum* L.) çeşitlerinin çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkisi . *Uluslararası Anadolu Ziraat Mühendisliği Bilimleri Dergisi*, 3(2):28-36.
- Viliga, F. and Şumalan, R. 2013. Effects of osmotic stress on sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) seed germination and embryo growth. *Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology*, 17(1):302-306.
- Yılmaz, M.B. 2019. Çokyıllık çim (*Lolium perenne* L.) çeşitlerinde tuz ve kuraklık stresinin çimlenme ve fide gelişimine etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı. Hatay.
- Yücel, C., R. Hatipoğlu, I. Dweikat, İ. İnal, F. Gündel ve H. Yücel. 2018. Farklı tatlı sorgum (*Sorghum bicolor* var. *saccharatum* (L.) Mohlenbr.) genotiplerinin Çukurova ve GAP bölgelerinde biyo-etanol üretim potansiyellerinin saptanması. TÜBİTAK TOVAG 1003 114O945 Nolu Proje.



Algının Mekan Değerlendirmesi Üzerine Etkisi: Bursa Hanlar Bölgesi Örneği*

Elvan ENDER ALTAY¹, Sena ŞENGÜL^{2*}

Öz: Bu araştırma kamusal bir mekan ile kullanıcı etkileşimindeki mekansal algıların anlaşılması için peyzaj mimarlığı disiplininde daha fonksiyonel ve bütüncül tasarımların ortaya konmasına katkı sağlamak amacıyla yapılmıştır. Araştırmada tarihi bir dokuya sahip olan araştırma alanı, kent kimliği kapsamında mekanı algılama kavramları ile değerlendirilerek incelenmiştir. Kentsel mekanlarda mekanın kent kimliği yönüyle değerlendirilmesinin yanında insan zihninde hangi ölçütlerle olumlu duygular oluşturulmasının araştırılması yönüyle çalışma önem kazanmaktadır. Araştırma alanı, Bursa'da Osmangazi İlçesi'nde bulunan Hanlar Bölgesi'dir. Araştırma; ölçütlerin belirlenmesi için literatür taraması, alan analizi, anket çalışması, verilerin analizi, sonuç ve önerilerin geliştirilmesi olmak üzere beş aşamada gerçekleştirilmiştir. Alan analizi 49 ölçütün değerlendirilmesiyle gerçekleştirilmiştir. 1 ile 5 puan aralığında seçeneklerin bulunduğu bir puanlama sistemi içeren likert ölçeği ile değerlendirilen ölçütler sonucunda 25 ölçütün ortalamasının altında kaldığı, hiçbir ölçütün en yüksek puan olan 5'e yakın olmadığı bulunmuştur. Bu durum Hanlar Bölgesi'nin mekansal algı açısından kullanıcıya olumlu duygular yüklediğini göstermektedir. Araştırma sonucunda belirlenen ölçütlerin ve elde edilen bulguların gelecek çalışmalar için bir altlık niteliği taşıması hedeflenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Mekansal algı, kent kimliği, kamusal mekan, peyzaj mimarlığı.

* Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır.

* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** ²Sena ŞENGÜL, Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Bursa, Türkiye, 502230003@ogr.uludag.edu.tr [OrcID 0000-0003-3167-5628](https://orcid.org/0000-0003-3167-5628)

¹ Elvan ENDER ALTAY, Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Bursa, Türkiye, elvanender@uludag.edu.tr, [OrcID 0000-0001-5933-1611](https://orcid.org/0000-0001-5933-1611)

The Effect of Perception on Space Evaluation: The Case of Bursa Khans Area

Abstract: The study was conducted to contribute to the emergence of more functional and holistic designs in the discipline of landscape architecture in order to understand the spatial perceptions in user interaction with a public space. In the study, the research area, which has a historical texture, was examined by evaluating the concepts of space perception within the scope of urban identity. In addition to evaluating urban spaces in terms of urban identity, the study gains importance in terms of investigating the criteria by which positive emotions are created in the human mind. The research area is the Khans area in Osmangazi District of Bursa. Study; It was carried out in five stages: literature review to determine criteria, field analysis, survey study, data analysis, and development of results and suggestions. Field analysis was carried out by evaluating 49 criteria. As a result of the criteria evaluated with the Likert scale, which includes a scoring system with options ranging from 1 to 5 points, it was found that 25 criteria were below the average, and none of the criteria was close to the highest score of 5. This shows that the Khans Area does not impose positive emotions on the user. It is aimed that the criteria determined and the findings obtained as a result of the research will serve as a basis for future studies.

Keywords: Spatial perception, urban identity, public space, landscape architecture.

Giriş

Kentler canlı varlıklara benzerlik göstermekte, oluşumlarında toplumsal yaşantıların, tarihi ve kültürel olaylarının izlerini taşımaktadır. Bu ve benzeri olaylar kentleri biçimlendirmektedir. Kentler sadece yerel olarak değil küresel olarak da farklı değerlere sahiptir (Mercin, 2013). Kentlerin kurgusunun oluşmasında kamusal mekanların büyük bir katkısı vardır. Kentler içerisinde var olan mekanların ve mekanların birbirleri ile olan ilişkileri kentlerin karakterlerini yansıtmaktadır (Müdük ve Zencirkıran, 2023). Kentin yoğunluğunun çok olduğu, kentte yaşayan insanların yüksek katılım sağladığı kamusal mekanlar kentin oluşumunda ve kimlik kazanmasında önemli rol oynamaktadır. Kentin kimliği büyük ölçüde kalabalıkların bulunduğu alanda karakterize olmaktadır (Aytaç, 2017).

Kamusal mekanlar, geçmiş, bugün ve gelecek arasında kurulan bağlantıların en önemli noktalarıdır. Gelecekte kurulacak bağlantılar, geçmişte oluşturulan ilişkilerin referanslarıyla oluşturulur. Dolayısıyla, bu mekanlar kentler için kimlik oluşturmasının haricinde, o toplumun kentsel farkındalığını yansıtan, özgün yaşam mekanları olarak meydana gelmektedirler (Çalpak, 2012). Kamusal mekânlar, kentin ortak kullanımına hizmet eden, çeşitli toplumsal ilişkilerin kurulduğu, toplumsal gereksinimleri gideren ve sosyal açıdan güçlü mekânlardır (Schulz, 1971; Öner ve Özbayraktar, 2023).

Yaşadığımız kentlerde, kamusal mekanlar çoğu zaman somut özelliklerle değil, çeşitli formların zihnimizde beliren imgesi olarak algılanmaktadır. Çoğu insanın, yaşadığı kentin bir yerine uzun süren bir bağlılığı vardır. O kente ilişkin görüşleri, anılar ve anlamlarla doludur. Kent sakinlerinin, yaşadıkları mekanları anlamlı hale

getirebilmesi ve yabancıların farklı özellikleri olan bir kentsel mekâna girdiklerinde olumlu duygular hissedebilmeleri için o mekânın birtakım özelliklerinin vurgulanması gerekmektedir (Ergün, 2000).

İnsanlar, özellikle de çocuklar küçük yaşlardan itibaren vakit geçirdikleri mekanlardan etkilenmektedir. Hatta neler öğreneceklerinin ve hangi hızda öğreneceklerinin çevrelerine bağlı olduğu, uzmanlar tarafından desteklenen bir görüşür. Bunun yanında mekanların algı yeteneği üzerindeki etkileri de önemlidir. Bu bağlamda, olumlu duygular hissettiren mekanlar tasarlamak algı ve mekânın özellikleriyle yakından ilişkilidir (Özmen ve Yanar, 2016).

Kamusal bir mekân ile ilgili incelemeler, kullanıcı ile mekân arasındaki algısal değişiklikleri ortaya çıkarmaktadır. Bir kullanıcıya olumlu duygular hissettiren bir mekân başka bir kullanıcıya göre olumsuz hislerle tanımlanabilmektedir. Mekanları aynı olsa da hissettirdikleriyle farklıymış gibi algılanmaları, kullanıcıların çeşitli özelliklere sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Bir kavrama yüklenen anlam algısal farklılıktan meydana gelmektedir. Kullanıcıların özellikleri ve deneyimleri mekânın farklı algılanmasıyla doğrudan ilişkilidir (İçli, 2012).

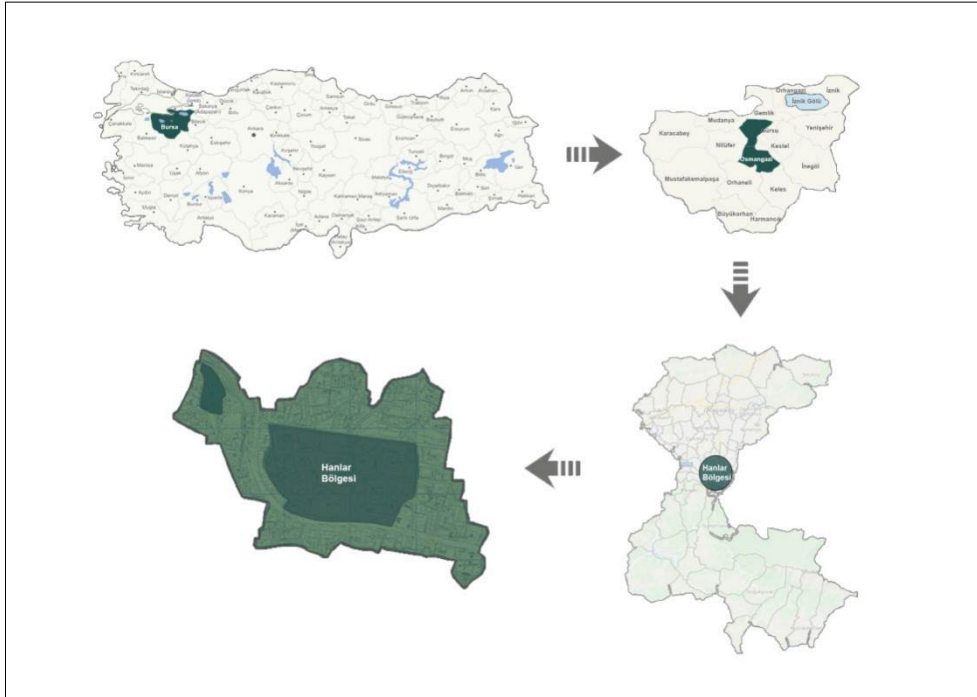
İnsan ve çevre arasındaki etkileşim algılar çerçevesinde gerçekleşmektedir. Algı, çevre hakkında bilgi toplama, değerlendirme ve anlamlandırma şeklinde tanımlanmaktadır. Bu süreçte bireyin tecrübeleri, sosyal ve kültürel yapısı da algı üzerinde etki sahibidir. Kamusal mekânlar, kullanıcılarla etkileşim halinde bir bütün olarak meydana gelmektedir. Kentlerde mekansal elemanların tasarımı ile organizasyon ilkelerinin entegrasyonu mekânsal algı ve imgeyi etkilemektedir (Lynch, 1979). Mekânsal elemanların, biçim, renk, boyut gibi belirgin özelliklerinin olması, çevredeki diğer elemanlarla zıtlık oluşturması, aynı zamanda kullanıcılar için anlamlı olması, algı ve belleğin çalışmasını etkilemektedir. İnsanlar çevresel uyarıcıları zihninde bağdaştırarak yorumlamaktadır. Mekânsal algıyı önemli ölçüde etkileyen organizasyon ilkelerinin literatürde yapılan çalışmalar doğrultusunda; düzen, uyum, ergonomi, çeşitlilik, kapalılık ve süreklilik olduğu belirtilmektedir (Akbarishahabi, 2017). Bu anlamların oluşmasındaki temel etkenler de genellikle o alanda ne şekilde ve ne kadar vakit geçirildiğine göre de değişiklik göstermektedir.

Kentlerdeki kamusal mekanlardaki insan-mekan ilişkisinin kavranabilmesi, algı ölçeğinin insan-mekan psikolojisi bağlamında değerlendirilmesi, kamusal mekânın kent kullanıcıları için olumlu duygular hissettiren bir mekân haline getirilmesi önem kazanmaktadır. Bu kapsamda, Bursa Hanlar Bölgesi'ndeki tüm bu ilişkilerin irdelenmesi için ölçütlerin belirlenmesi, ölçütlerin mekândaki algı düzeyinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Araştırma alanı olarak Bursa kent merkezinde yoğun bir kullanıcı kitlesine sahip olan Hanlar Bölgesi seçilmiştir (Şekil 1-3). Bu alan, UNESCO mirası olması, tarihi yapıları bünyesinde bulundurması, merkezi bir konumda bulunması ve çeşitli etkinliklerin gerçekleştirildiği bir kamusal alan olması nedenleri ile tercih edilmiştir. Tarihi dokuya sahip olan bu alanda birçok ticari işletme hizmet vermektedir.

Hanlar Bölgesi Bursa kent merkezinde 106.833 m²'lik bir alanı kaplamaktadır. Doğusunda tarihi Belediye Sarayı ve Çömlekçiler Caddesi, batısında Cemal Nadir Caddesi, güneyinde Atatürk Caddesi, kuzeyinde ise Cumhuriyet Caddesi bulunmaktadır. Hanlar Bölgesi; Osmangazi, Şhreküstü, Nalbantoğlu, Alacamescit, Tuzpazarı, Reyhan, Orhanbey, Tahtakale, Hocaalizade mahallelerinin sınırları içinde yer almaktadır.



Şekil 1. Araştırma alanının konumu (Orijinal)



Şekil 2. Bursa Hanlar Bölgesi (Anonim, 2021)



Şekil 3. Bursa Hanlar Bölgesi ve Yakın Çevresindeki Alan Kullanımları (Tüzel, 2019)

Araştırma alanı sınırları içinde nüfusun %53'ü kadın, %47'si erkektir. Hanlar Bölgesi'nin yer aldığı mahallelerde, 15 yaşın altındaki çocuk oranı %1.5, genç nüfus olarak kabul edilen 15-24 yaş grubu genç nüfus oranı %1.5, 25 – 65 yaş yetişkin grubu %97'dir (Anonim, 2021). Araştırma alanında bulunan mahallelerdeki nüfus Çizelge 1'de, araştırma alanında yer alan tarihi ve kültürel yapılar ise Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 1. Araştırma alanının içinde bulunduğu ve ilişkili olduğu mahalleler ve nüfusları

Şehreküstü Mahallesi: 419	Pınarbaşı Mahallesi: 2.301
Tahtakale Mahallesi: 1.356	Kavaklı Mahallesi: 1.304
Orhanbey Mahallesi: 272	İbrahimpasha Mahallesi: 2.214
Alacamescit Mahallesi: 309	Mollağürani Mahallesi: 800
Kayhan Mahallesi: 1.175	Nalbantoğlu Mahallesi: 1.446
Hocaalizade Mahallesi: 1.803	Tuzpazarı Mahallesi: 358
Maksem Mahallesi: 4.426	Ebu İshak Mahallesi: 1.014
Alipaşa Mahallesi: 2.380	
İvazpaşa Mahallesi: 2.796	

Çizelge 2. Araştırma alanı ile ilişkili olan tarihi ve kültürel yapılar

Pirinç Han	Tayyare Kültür Merkezi
Koza Han	Geyve Han
İpek Han	Orhan Cami Büyükşehir Belediyesi Tarihi Binası
Kapan Hanı	Heykel Saat Kulesi
Emir Han	Çakır Hamam
Fidan Han	Yoğurt Han
Tuz Pazarı Hanı	Galle (Tahıl) Pazarı Hanı
Uzun Çarşı	Çukur Han
Ulu Cami	Balibey Hanı
Kubbeli Han	

Araştırmanın Yöntemi

Araştırma beş aşamada gerçekleştirilmiştir. Bu aşamalar:

Ölçütlerin belirlenmesi: Mekanların algılanması ve değerlendirilmesi ile ilgili çalışmalar taranarak bilgi toplanmıştır. Bursa Hanlar Bölgesi'nde algı ve mekanın değerlendirilmesi ile bağlantılı çalışmalar irdelenmiştir. Bu kapsamda Likert (1932), Churchill (1943), Gabriel (1958), Lynch (1960), Alexander ve Poyner (1970), Gehl (1971), Arkon ve Gündüz (1976), Schulz (1971), Lynch (1979), Smardon (1979), Jarvis (1980), Whyte (1980), Carr (1992), Spector (1992), Ergün (2000), Tibbalds (2000), Atabay ve Kara (2001), Aklanoğlu (2002), Carmona (2003), Clay ve Smidt (2004), Cramer ve Howitt (2004), Virbašienė ve Janušaitis (2004), Aytem (2005), Edmondson (2005), Erdönmez ve Akı (2005), Özer ve Ayten (2005), Günal ve Nur (2007), Oktay (2007), Akça (2008), Semerci (2008), Temelli (2008), Çalak (2012), İçli (2012), Taşcı (2012), Mercin (2013), Song ve Yan (2013), Jafarzadeh (2014), Gedik (2015), Turan ve ark. (2015), Erdönmez ve Çelik (2016), Özmen ve Yanar (2016), Akbarishahabi (2017), Aytaç (2017), Uzgören ve Erdönmez (2017), Durak (2018), Şahin (2018), Altay ve Batman (2019), Arğan (2019), Bolat (2019), Hançer (2019), Tüzel (2019), Altay ve ark. (2021), Karaçor ve ark. (2021), Öner ve Özbayraktar (2023)'in yaptıkları çalışmalardan yararlanılmıştır. Çalışmalar ve ilgili ölçütler üç ana başlık altında Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. Mekânı Değerlendirme Ölçütleri ve İlgili Kaynaklar

Organizasyonel Algı	Renk Kullanımı	Smardon (1979), Atabay ve Kara (2001), Aytem (2005), Semerci (2008), Temelli (2008), Taşcı (2012), Jafarzadeh (2014), Altay ve Batman (2019), Arğan (2019), Altay ve ark. (2021).
	Biçim Kullanımı	Smardon (1979), Atabay ve Kara (2001), Semerci (2008), Temelli (2008), Taşcı (2012), Jafarzadeh (2014), Altay ve Batman (2019), Arğan (2019), Altay ve ark. (2021).
	Doku Kullanımı	Smardon (1979), Atabay ve Kara (2001), Aytem (2005), Semerci (2008), Temelli (2008), Taşcı (2012), Jafarzadeh (2014), Durak (2018), Altay ve Batman (2019), Arğan (2019), Altay ve ark. (2021).
	Form Kullanımı	Smardon (1979), Atabay ve Kara (2001), Aytem (2005), Temelli (2008), Taşcı (2012), Jafarzadeh (2014), Altay ve Batman (2019), Arğan (2019), Altay ve ark. (2021).
	İşık Kullanımı	Oktay (2007), Semerci (2008), Song ve Yan (2013), Durak (2018), Altay ve Batman (2019), Arğan (2019), Bolat (2019), Altay ve ark. (2021).
	Denge İlkesine Uygunluk	Özer ve Ayten (2005), Oktay (2007), Durak (2018), Şahin (2018).
	Düzen İlkesine Uygunluk	Özer ve Ayten (2005), Günal ve Nur (2007), Semerci (2008), Erdönmez ve Çelik (2016), Şahin (2018).
	Bütünleşik Tasarım	Gehl (1971), Durak (2018), Bolat (2019), Hançer (2019).
	Mekan İçinde Uyum	Özer ve Ayten (2005), Günal ve Nur (2007), Semerci (2008), Erdönmez ve Çelik (2016), Şahin (2018).
	Genişlik	Özer ve Ayten (2005), Günal ve Nur (2007), Semerci (2008), Erdönmez ve Çelik (2016), Şahin (2018).
	Yön Bulabilme	Erdönmez ve Çelik (2016), Şahin (2018), Altay ve Batman (2019), Altay ve ark. (2021).
	Tanımlanabilirlik	Erdönmez ve Akı (2005), Oktay (2007), Semerci (2008), Temelli (2008), Taşcı (2012), Uzgören ve Erdönmez (2017), Durak (2018).
	Okunaklılık/ Açıklık	Lynch (1960), Tibbalds (2000), Günal ve Nur (2007), Semerci (2008), Taşcı (2012),

		Uzgören ve Erdönmez (2017), Karaçor ve ark, (2021).
	İşlevsel	Gehl (1971), Aklanoğlu (2002), Semerci (2008), Şahin (2018), Altay ve Batman (2019), Bolat (2019), Uzgören ve Erdönmez (2017), Hançer (2019).
	Tasarımda Çeşitlilik	Temelli (2008), Semerci (2008), Şahin (2018), Altay ve Batman (2019), Karaçor ve ark, (2021).
	Çevreyle İlişkili	Alexander ve Poyner (1970), Günal ve Nur (2007), Semerci (2008), Erdönmez ve Çelik (2016), Bolat (2019), Hançer (2019), Altay ve ark. (2021).
	İnsan Ölçeğiyle Uyumlu	Alexander ve Poyner (1970), Whyte (1980), Tibbalds (2000), Semerci (2008), Erdönmez ve Çelik (2016), Uzgören ve Erdönmez (2017), Durak (2018), Hançer (2019), Altay ve ark. (2021).
Zihinsel Algı	Aidiyet	Gehl (1971), Durak (2018), Bolat (2019), Hançer (2019).
	Samimi	Erdönmez ve Akı (2005), Oktay (2007), Semerci (2008), Temelli (2008), Taşcı (2012), Uzgören ve Erdönmez (2017), Durak (2018).
	Özgürlük Hissi	Alexander ve Poyner (1970), Whyte (1980), Tibbalds (2000), Semerci (2008), Erdönmez ve Çelik (2016), Uzgören ve Erdönmez (2017), Durak (2018), Hançer (2019), Altay ve ark. (2021).
	Rahatlık Hissi	Erdönmez ve Akı (2005), Oktay (2007), Semerci (2008), Temelli (2008), Taşcı (2012), Uzgören ve Erdönmez (2017), Durak (2018).
	Canlandırıcı	Gehl (1971), Aklanoğlu (2002), Semerci (2008), Şahin (2018), Altay ve Batman (2019), Bolat (2019), Uzgören ve Erdönmez (2017), Hançer (2019).
	Devingen	Aklanoğlu (2002), Semerci (2008), Tibbalds (2000), Uzgören ve Erdönmez (2017).
	Sıra dışı	Smardon (1979), Atabay ve Kara (2001), Semerci (2008), Temelli (2008), Taşcı (2012), Jafarzadeh (2014), Altay ve Batman (2019), Argan (2019), Altay ve ark. (2021).
	Tanıdık	Erdönmez ve Akı (2005), Oktay (2007), Semerci (2008), Temelli (2008), Taşcı (2012), Uzgören ve Erdönmez (2017), Durak (2018).
	Anlık	Erdönmez ve Akı (2005), Oktay (2007), Semerci (2008), Temelli (2008), Taşcı (2012), Uzgören ve Erdönmez (2017), Durak (2018).
	Yoğunlaştırıcı	Gehl (1971), Aklanoğlu (2002), Semerci (2008), Şahin (2018), Altay ve Batman (2019), Bolat (2019), Uzgören ve Erdönmez (2017), Hançer (2019).
	Ahenkli	Gehl (1971), Aklanoğlu (2002), Semerci (2008), Şahin (2018), Altay ve Batman (2019), Bolat (2019), Uzgören ve Erdönmez (2017), Hançer (2019).
	Dinlendirici	Gehl (1971), Aklanoğlu (2002), Semerci (2008), Şahin (2018), Altay ve Batman (2019), Bolat (2019), Uzgören ve Erdönmez (2017), Hançer (2019).
	Güçlü	Erdönmez ve Akı (2005), Oktay (2007), Semerci (2008), Temelli (2008), Taşcı (2012), Uzgören ve Erdönmez (2017), Durak (2018).
	Endişe ve Korkudan Uzak	Erdönmez ve Akı (2005), Oktay (2007), Semerci (2008), Temelli (2008), Taşcı (2012), Uzgören ve Erdönmez (2017), Durak (2018).
	Bireysel Gelişime Açık	Gehl (1971), Aklanoğlu (2002), Semerci (2008), Şahin (2018), Altay ve Batman (2019), Bolat (2019), Uzgören ve Erdönmez (2017), Hançer (2019).
	Düşünmeye imkan veren	Lynch (1960), Tibbalds (2000), Günal ve Nur (2007), Semerci (2008), Taşcı (2012), Uzgören ve Erdönmez (2017), Karaçor ve ark, (2021).
	Spiritüel Bağlantı/imgelem	Smardon (1979), Atabay ve Kara (2001), Semerci (2008), Temelli (2008), Taşcı (2012), Jafarzadeh (2014), Altay ve Batman (2019), Argan (2019), Altay ve ark. (2021).
Huzur Veren	Özer ve Ayten (2005), Günal ve Nur (2007), Semerci (2008), Erdönmez ve Çelik (2016), Şahin (2018).	
Güven Yaratan	Erdönmez ve Akı (2005), Oktay (2007), Semerci (2008), Temelli (2008), Taşcı (2012), Uzgören ve Erdönmez (2017), Durak (2018).	
Duyusal Algı	Yumuşak Mekan	Alexander ve Poyner (1970), Virbašienė ve Janušaitis (2004), Oktay (2007), Durak (2018), Şahin (2018).
	Konforlu	Gehl (1971), Aklanoğlu (2002), Semerci (2008), Şahin (2018), Altay ve Batman (2019), Bolat (2019), Uzgören ve Erdönmez (2017), Hançer (2019).
	Bakımlı	Özer ve Ayten (2005), Günal ve Nur (2007), Semerci (2008), Erdönmez ve Çelik (2016), Şahin (2018).

Doğal	Alexander ve Poyner (1970), Günal ve Nur (2007), Semerci (2008), Erdönmez ve Çelik (2016), Bolat (2019), Hañçer (2019), Altay ve ark. (2021).
Gürültüden uzak	Gehl (1971), Aklanoğlu (2002), Semerci (2008), Şahin (2018), Altay ve Batman (2019), Bolat (2019), Uzgören ve Erdönmez (2017), Hañçer (2019).
Temiz	Özer ve Ayten (2005), Günal ve Nur (2007), Semerci (2008), Erdönmez ve Çelik (2016), Şahin (2018).
Kullanışlı	Gehl (1971), Aklanoğlu (2002), Semerci (2008), Şahin (2018), Altay ve Batman (2019), Bolat (2019), Uzgören ve Erdönmez (2017), Hañçer (2019).
Aydınlık	Oktay (2007), Semerci (2008), Song ve Yan (2013), Durak (2018), Altay ve Batman (2019), Argan (2019), Bolat (2019), Altay ve ark. (2021).
Güvenli	Erdönmez ve Akı (2005), Oktay (2007), Semerci (2008), Temelli (2008), Taşcı (2012), Uzgören ve Erdönmez (2017), Durak (2018).
İlgi Çekici /İç açıcı	Smardon (1979), Atabay ve Kara (2001), Semerci (2008), Temelli (2008), Taşcı (2012), Jafarzadeh (2014), Altay ve Batman (2019), Argan (2019), Altay ve ark. (2021).
Renkli	Smardon (1979), Atabay ve Kara (2001), Aytem (2005), Semerci (2008), Temelli (2008), Taşcı (2012), Jafarzadeh (2014), Altay ve Batman (2019), Argan (2019), Altay ve ark. (2021).
Ferah	Özer ve Ayten (2005), Günal ve Nur (2007), Semerci (2008), Erdönmez ve Çelik (2016), Şahin (2018).
Özgün	Smardon (1979), Atabay ve Kara (2001), Semerci (2008), Temelli (2008), Taşcı (2012), Jafarzadeh (2014), Altay ve Batman (2019), Argan (2019), Altay ve ark. (2021).

Alan analizi: Bu aşamada alan ile ilgili veriler toplanmış, alanda inceleme yapılmış ve alanın fotoğrafları çekilmiştir.

Anket çalışması: Alan incelemesi sonrasında değerlendirme yapılması gereken mekanı değerlendirme ölçütleri belirlenmiştir. 1 ile 5 puan aralığında seçeneklerin bulunduğu bir puanlama sistemi içeren likert ölçeği ile anket hazırlanmıştır. Anket ile alan içerisinde çekilen fotoğraflar Bursa’da yaşayan 20 uzman (peyzaj mimarı, şehir plancı ve mimar) kişiye uygulanmıştır. Anket araştırmacılar tarafından bu kişilere yüz yüze uygulanmıştır.

Likert (1932)’ye göre Likert ölçeğinin kullanıldığı anketlerde oluşturulan soru kalıpları yapılan çalışma konusu ile ilgili insanların tutum veya görüşlerini ve bu görüşlere katılma derecelerini gösteren seçenekler içermektedir. Ölçüt derecelerinin belirlenmesi için iki farklı uç arasına sırayla birden fazla seçenek yerleştirilmektedir. Bu seçenekler “olumludan olumsuz” veya “en iyiden en kötüye” doğru dereceli bir şekilde sıralanır. Analiz yapılırken ise bu seçenekler olumluluk derecelerine göre en iyi seçenek en yüksek puanı alacak şekilde yapılmaktadır. Bu şekilde nitel veri nicel veriye dönüştürülerek analiz edilmektedir (Turan ve ark., 2015).

Rensis Likert (1932) tarafından Thurstone ölçeğinin basitleştirilerek geliştirilen Likert ölçeği en yaygın kullanılan ölçeklerden biridir (Cramer ve Howitt, 2004). Uygulaması ve değerlendirmesi gayet kolay olması sebebiyle (Spector, 1992) eğitim, araştırma ve pazarlama gibi pek çok alanda sıklıkla başvurulan teknik (Edmondson, 2005) haline gelmiştir (Turan ve ark., 2015). Bu araştırmadaki derece ölçeği de ölçütlerle birlikte Çizelge 4’te verilmiştir.

Verilerin analizi: Anket doğrultusunda elde edilen puanlar analiz edilerek değerlendirilmiştir. Her ölçüt için uzmanlar tarafından verilen değerlerin ortalamasıyla ölçüt puanı elde edilmiştir.

Sonuç: Bu analiz ve değerlendirme sonucunda araştırmaya ilişkin sonuçlar ortaya konmuş, Hanlar Bölgesi'nde mekânın algılanmasında sorunlu olan ya da eksik kalan ölçütler belirlenerek öneriler geliştirilmiştir.

Bulgular

Literatür taraması sonucunda belirlenen ve araştırmada kullanılacak ölçütler Çizelge 4'te verilmiştir. Bu kapsamda mekânın değerlendirilmesi için 49 ölçüt belirlenmiştir. Algının etkisi organizasyonel, zihinsel ve duygusal olmak üzere üç ana başlık altında incelenmiştir.

Çizelge 4. Mekânı Değerlendirme Ölçütleri ve Puanlama

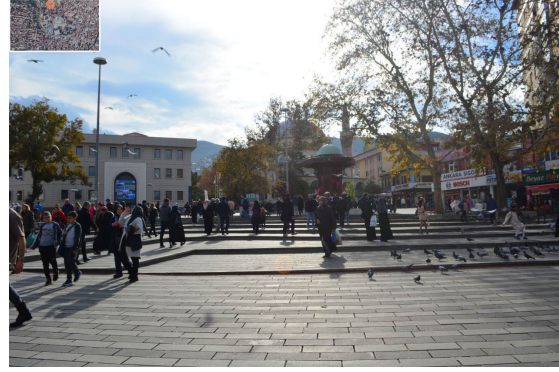
Mekânı Değerlendirme Ölçütü		Puanlama				
Organizasyonel Algı	Renk Kullanımı	5 puan- renkli <input type="checkbox"/>	4 puan <input type="checkbox"/>	3 puan <input type="checkbox"/>	2 puan <input type="checkbox"/>	1 puan- renksiz <input type="checkbox"/>
	Biçim Kullanımı	5 puan- biçimli <input type="checkbox"/>	4 puan <input type="checkbox"/>	3 puan <input type="checkbox"/>	2 puan <input type="checkbox"/>	1 puan- biçimsiz <input type="checkbox"/>
	Doku Kullanımı	5 puan- dokulu <input type="checkbox"/>	4 puan <input type="checkbox"/>	3 puan <input type="checkbox"/>	2 puan <input type="checkbox"/>	1 puan- dokusuz <input type="checkbox"/>
	Form Kullanımı	5 puan- formal <input type="checkbox"/>	4 puan <input type="checkbox"/>	3 puan <input type="checkbox"/>	2 puan <input type="checkbox"/>	1 puan- informal <input type="checkbox"/>
	Işık Kullanımı	5 puan -uygun <input type="checkbox"/>	4 puan <input type="checkbox"/>	3 puan <input type="checkbox"/>	2 puan <input type="checkbox"/>	1 puan- karanlık <input type="checkbox"/>
	Denge İlkesine Uygunluk	5 puan- dengeli <input type="checkbox"/>	4 puan <input type="checkbox"/>	3 puan <input type="checkbox"/>	2 puan <input type="checkbox"/>	1 puan- dengesiz <input type="checkbox"/>
	Düzen İlkesine Uygunluk	5 puan- düzenli <input type="checkbox"/>	4 puan <input type="checkbox"/>	3 puan <input type="checkbox"/>	2 puan <input type="checkbox"/>	1 puan- düzensiz <input type="checkbox"/>
	Bütünleşik Tasarım	5 puan- bütünleşik <input type="checkbox"/>	4 puan <input type="checkbox"/>	3 puan <input type="checkbox"/>	2 puan <input type="checkbox"/>	1 puan- kopuk <input type="checkbox"/>
	Mekan İçinde Uyum	5 puan- uyumlu <input type="checkbox"/>	4 puan <input type="checkbox"/>	3 puan <input type="checkbox"/>	2 puan <input type="checkbox"/>	1 puan- uyumsuz <input type="checkbox"/>
	Genişlik	5 puan- geniş <input type="checkbox"/>	4 puan <input type="checkbox"/>	3 puan <input type="checkbox"/>	2 puan <input type="checkbox"/>	1 puan- dar <input type="checkbox"/>
	Yön Bulabilme	5 puan- yön duygusu oluşturan <input type="checkbox"/>	4 puan <input type="checkbox"/>	3 puan <input type="checkbox"/>	2 puan <input type="checkbox"/>	1 puan- yön duygusu oluşturmayan <input type="checkbox"/>
	Tanımlanabilirlik	5 puan- kolay algılanan <input type="checkbox"/>	4 puan <input type="checkbox"/>	3 puan <input type="checkbox"/>	2 puan <input type="checkbox"/>	1 puan- zor algılanan <input type="checkbox"/>
	Okunaklılık/ Açıklık	5 puan- okunabilen <input type="checkbox"/>	4 puan <input type="checkbox"/>	3 puan <input type="checkbox"/>	2 puan <input type="checkbox"/>	1 puan- okunamayan <input type="checkbox"/>
	İşlevsel	5 puan- işlevsel <input type="checkbox"/>	4 puan <input type="checkbox"/>	3 puan <input type="checkbox"/>	2 puan <input type="checkbox"/>	1 puan- işlevsiz <input type="checkbox"/>
	Tasarımda Çeşitlilik	5 puan- tekdüze <input type="checkbox"/>	4 puan <input type="checkbox"/>	3 puan <input type="checkbox"/>	2 puan <input type="checkbox"/>	1 puan- tekdüze olmayan <input type="checkbox"/>
Çevreyle İlişkili	5 puan- çevreyle ilişkili <input type="checkbox"/>	4 puan <input type="checkbox"/>	3 puan <input type="checkbox"/>	2 puan <input type="checkbox"/>	1 puan- çevreyle ilişkili olmayan <input type="checkbox"/>	
İnsan Ölçeğiyle Uyumlu	5 puan- ergonomik <input type="checkbox"/>	4 puan <input type="checkbox"/>	3 puan <input type="checkbox"/>	2 puan <input type="checkbox"/>	1 puan- ergonomik olmayan <input type="checkbox"/>	
Zihinsel Algı	Aidiyet	5 puan- aidiyet hissi oluşturan <input type="checkbox"/>	4 puan <input type="checkbox"/>	3 puan <input type="checkbox"/>	2 puan <input type="checkbox"/>	1 puan- aidiyet hissi oluşturmayan <input type="checkbox"/>
	Samimi	5 puan- sıcak <input type="checkbox"/>	4 puan <input type="checkbox"/>	3 puan <input type="checkbox"/>	2 puan <input type="checkbox"/>	1 puan- soğuk <input type="checkbox"/>
	Özgürlük Hissi	5 puan- sınırsız <input type="checkbox"/>	4 puan <input type="checkbox"/>	3 puan <input type="checkbox"/>	2 puan <input type="checkbox"/>	1 puan- sınırlı <input type="checkbox"/>
	Rahatlık Hissi	5 puan- rahatlık hissi veren <input type="checkbox"/>	4 puan <input type="checkbox"/>	3 puan <input type="checkbox"/>	2 puan <input type="checkbox"/>	1 puan- rahatsız eden <input type="checkbox"/>

Mekânı Değerlendirme Ölçütü		Puanlama				
Duyusal	Canlandırıcı	5 puan- canlandırıcı <input type="checkbox"/>	4 puan <input type="checkbox"/>	3 puan <input type="checkbox"/>	2 puan <input type="checkbox"/>	1 puan- canlılığı kaybettiren <input type="checkbox"/>
	Devingen	5 puan- durağan <input type="checkbox"/>	4 puan <input type="checkbox"/>	3 puan <input type="checkbox"/>	2 puan <input type="checkbox"/>	1 puan- durağan olmayan <input type="checkbox"/>
	Sıra dışı	5 puan- sıra dışı <input type="checkbox"/>	4 puan <input type="checkbox"/>	3 puan <input type="checkbox"/>	2 puan <input type="checkbox"/>	1 puan- sıradan <input type="checkbox"/>
	Tanıdık	5 puan- tanıdık <input type="checkbox"/>	4 puan <input type="checkbox"/>	3 puan <input type="checkbox"/>	2 puan <input type="checkbox"/>	1 puan- yabancı <input type="checkbox"/>
	Anlık	5 puan- anlık olan <input type="checkbox"/>	4 puan <input type="checkbox"/>	3 puan <input type="checkbox"/>	2 puan <input type="checkbox"/>	1 puan- anlık olmayan <input type="checkbox"/>
	Yoğunlaştırıcı	5 puan- yoğunlaştıran <input type="checkbox"/>	4 puan <input type="checkbox"/>	3 puan <input type="checkbox"/>	2 puan <input type="checkbox"/>	1 puan- dikkat dağıtan <input type="checkbox"/>
	Ahenkli	5 puan- ahenkli <input type="checkbox"/>	4 puan <input type="checkbox"/>	3 puan <input type="checkbox"/>	2 puan <input type="checkbox"/>	1 puan- ahenksiz <input type="checkbox"/>
	Dinlendirici	5 puan- dinlendiren <input type="checkbox"/>	4 puan <input type="checkbox"/>	3 puan <input type="checkbox"/>	2 puan <input type="checkbox"/>	1 puan- yoran <input type="checkbox"/>
	Güçlü	5 puan- güçlü <input type="checkbox"/>	4 puan <input type="checkbox"/>	3 puan <input type="checkbox"/>	2 puan <input type="checkbox"/>	1 puan- zayıf <input type="checkbox"/>
	Endişe ve Korkudan Uzak	5 puan- yüreklendiren <input type="checkbox"/>	4 puan <input type="checkbox"/>	3 puan <input type="checkbox"/>	2 puan <input type="checkbox"/>	1 puan- endişe veren <input type="checkbox"/>
	Bireysel Gelişime Açık	5 puan- gelişim sağlayan <input type="checkbox"/>	4 puan <input type="checkbox"/>	3 puan <input type="checkbox"/>	2 puan <input type="checkbox"/>	1 puan- gelişim sağlamayan <input type="checkbox"/>
	Düşünmeye imkân veren	5 puan- düşünmeye imkân veren <input type="checkbox"/>	4 puan <input type="checkbox"/>	3 puan <input type="checkbox"/>	2 puan <input type="checkbox"/>	1 puan- düşünmeye imkân vermeyen <input type="checkbox"/>
	Spiritüel Bağlantı	5 puan- bağlantı kurulabilen <input type="checkbox"/>	4 puan <input type="checkbox"/>	3 puan <input type="checkbox"/>	2 puan <input type="checkbox"/>	1 puan- bağlantı kurulamayan <input type="checkbox"/>
	Huzur Veren	5 puan- huzur veren <input type="checkbox"/>	4 puan <input type="checkbox"/>	3 puan <input type="checkbox"/>	2 puan <input type="checkbox"/>	1 puan- huzursuz eden <input type="checkbox"/>
Güven Yaratan	5 puan- güven oluşturan <input type="checkbox"/>	4 puan <input type="checkbox"/>	3 puan <input type="checkbox"/>	2 puan <input type="checkbox"/>	1 puan- tedirgin eden <input type="checkbox"/>	
Duyusal	Yumuşak	5 puan- doğaya yakın <input type="checkbox"/>	4 puan <input type="checkbox"/>	3 puan <input type="checkbox"/>	2 puan <input type="checkbox"/>	1 puan- doğaya uzak <input type="checkbox"/>
	Konforlu	5 puan- konforlu <input type="checkbox"/>	4 puan <input type="checkbox"/>	3 puan <input type="checkbox"/>	2 puan <input type="checkbox"/>	1 puan- konforsuz <input type="checkbox"/>
	Bakımlı	5 puan- bakımlı <input type="checkbox"/>	4 puan <input type="checkbox"/>	3 puan <input type="checkbox"/>	2 puan <input type="checkbox"/>	1 puan- bakımsız <input type="checkbox"/>
	Doğal	5 puan- doğal <input type="checkbox"/>	4 puan <input type="checkbox"/>	3 puan <input type="checkbox"/>	2 puan <input type="checkbox"/>	1 puan- yapay <input type="checkbox"/>
	Gürültüden uzak	5 puan- gürültüsüz <input type="checkbox"/>	4 puan <input type="checkbox"/>	3 puan <input type="checkbox"/>	2 puan <input type="checkbox"/>	1 puan- gürültülü <input type="checkbox"/>
	Temiz	5 puan- temiz <input type="checkbox"/>	4 puan <input type="checkbox"/>	3 puan <input type="checkbox"/>	2 puan <input type="checkbox"/>	1 puan- kirliliği <input type="checkbox"/>
	Kullanışlı	5 puan- kullanışlı <input type="checkbox"/>	4 puan <input type="checkbox"/>	3 puan <input type="checkbox"/>	2 puan <input type="checkbox"/>	1 puan- kullanışsız <input type="checkbox"/>
	Aydınlık	5 puan- aydınlık <input type="checkbox"/>	4 puan <input type="checkbox"/>	3 puan <input type="checkbox"/>	2 puan <input type="checkbox"/>	1 puan- karanlık <input type="checkbox"/>
	Güvenli	5 puan- güvenli <input type="checkbox"/>	4 puan <input type="checkbox"/>	3 puan <input type="checkbox"/>	2 puan <input type="checkbox"/>	1 puan- tehlikeli <input type="checkbox"/>
	İlgi Çekici /İç açıcı	5 puan- ilgi çeken <input type="checkbox"/>	4 puan <input type="checkbox"/>	3 puan <input type="checkbox"/>	2 puan <input type="checkbox"/>	1 puan- sıkıcı <input type="checkbox"/>
	Renkli	5 puan- canlı <input type="checkbox"/>	4 puan <input type="checkbox"/>	3 puan <input type="checkbox"/>	2 puan <input type="checkbox"/>	1 puan- soluk <input type="checkbox"/>
	Ferah	5 puan- ferah <input type="checkbox"/>	4 puan <input type="checkbox"/>	3 puan <input type="checkbox"/>	2 puan <input type="checkbox"/>	1 puan- kasvetli <input type="checkbox"/>
Özgün	5 puan- özgün <input type="checkbox"/>	4 puan <input type="checkbox"/>	3 puan <input type="checkbox"/>	2 puan <input type="checkbox"/>	1 puan- sıradan <input type="checkbox"/>	

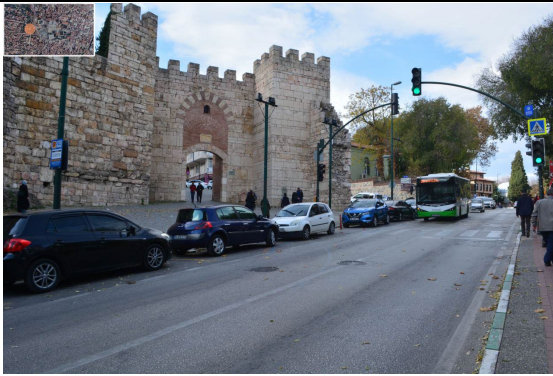
Araştırma alanının fotoğrafları Şekil 4-15'te verilmiştir. Mekânı değerlendirme ölçütlerine verilen puanlar ve ortalamaları ise Çizelge 5'te verilmiştir.



Şekil 4. Tarihi Surlar (Orijinal)



Şekil 5. Şhreküstü Camisi'nin Güneyi (Orijinal)



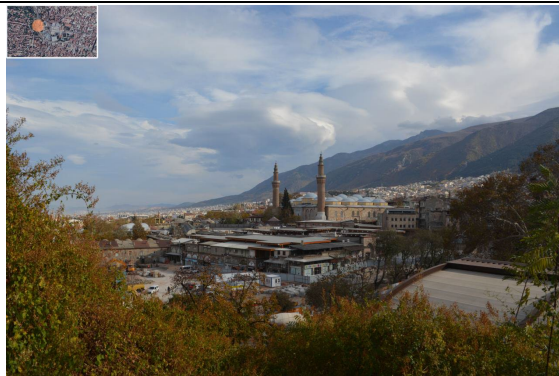
Şekil 6. Bursa Kalesi (Orijinal)



Şekil 7. Piriñ Han (Orijinal)



Şekil 8. Cumhuriyet Caddesi (Cemal Nadir Caddesi Tarafı) (Orijinal)



Şekil 9. Tophaneden Hanlar Bölgesi'ne Bakış (Orijinal)



Şekil 10. Cumhuriyet Caddesi (İnönü Caddesi tarafı) (Orijinal)



Şekil 11. Cemal Nadir Caddesi (Orijinal)



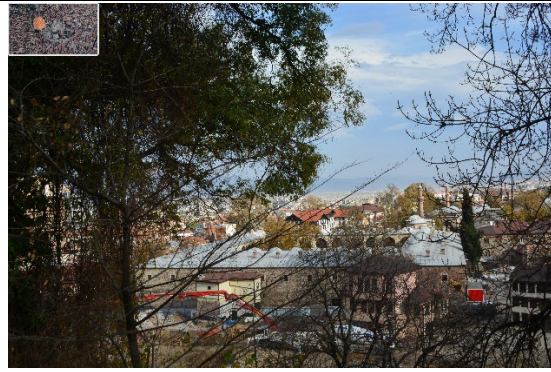
Şekil 12. Kazım Baykal Caddesi (Orijinal)



Şekil 13. İkinci Osmangazi Caddesi (Orijinal)



Şekil 14. Orhangazi Meydanı (Orijinal)



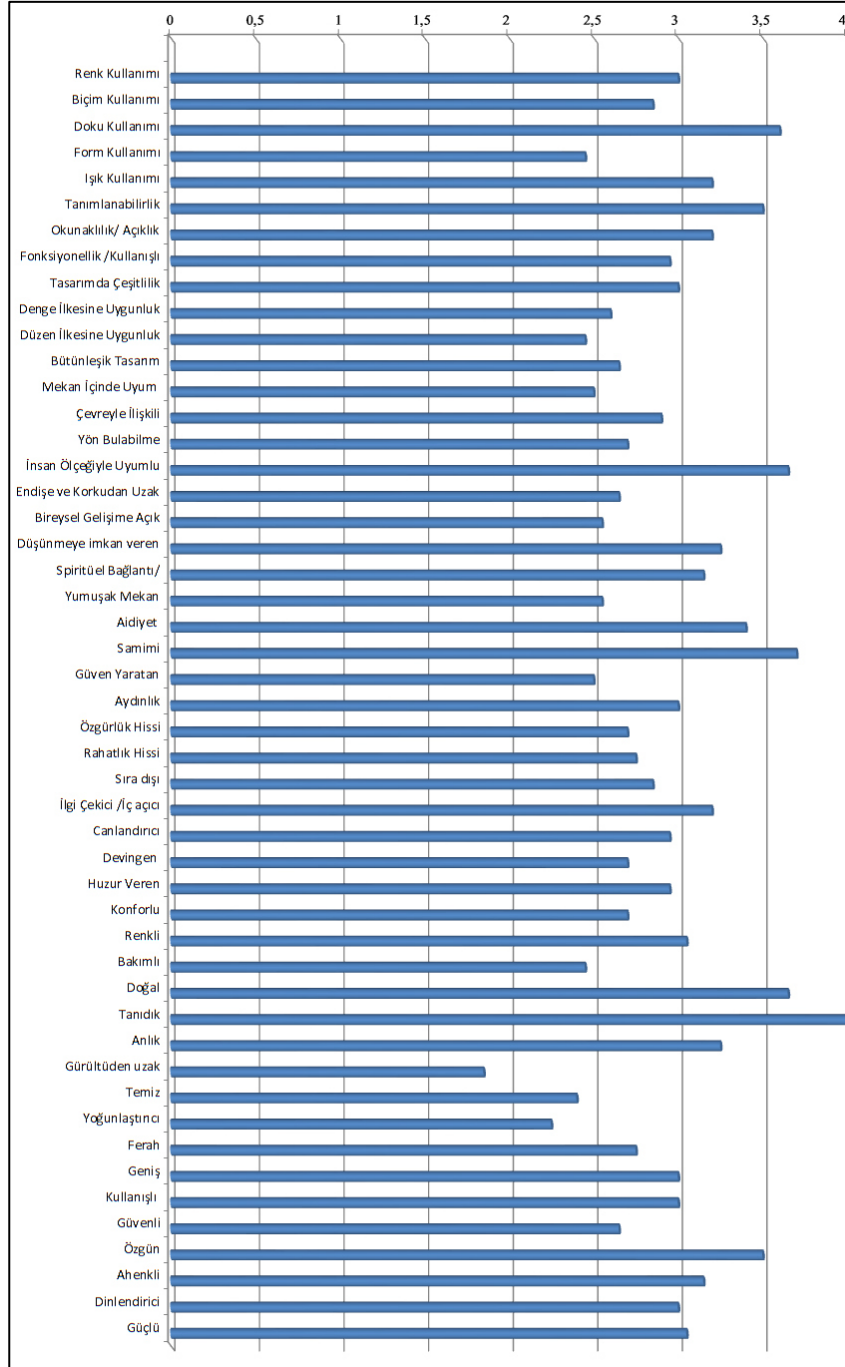
Şekil 15. Pirinç Han (Orijinal)

Çizelge 5. Mekânı değerlendirme ölçütlerine verilen puanlar ve ortalamaları

Mekânı Değerlendirme Ölçütü		Puanlama					Sonuç (ort)
		5 puan	4 puan	3 puan	2 puan	1 puan	
Organizasyonel Algı	Renk Kullanımı	1	5	8	5	1	3
	Biçim Kullanımı	2	3	8	4	3	2.85
	Doku Kullanımı	6	2	10	2	0	3.6
	Form Kullanımı	1	1	9	4	5	2.45
	Işık Kullanımı	1	8	6	4	1	3.2
	Denge İlkesine Uygunluk	0	5	5	7	3	2.6
	Düzen İlkesine Uygunluk	2	1	5	8	4	2.45
	Bütünleşik Tasarım	4	1	5	4	6	2.65
	Mekan İçinde Uyum	2	3	5	3	7	2.5
	Genişlik	3	3	7	5	2	3
	Yön Bulabilme	2	2	8	4	4	2.7
	Tanımlanabilirlik	4	7	6	1	2	3.5
	Okunaklılık/ Açıklık	3	4	8	4	1	3.2
	İşlevsel	3	2	8	5	2	2.95
	Tasarımda Çeşitlilik	4	2	7	4	3	3
	Çevreyle İlişkili	2	7	1	7	3	2.9
	İnsan Ölçeğiyle Uyumlu	4	8	6	1	1	3.65
Zihinsel Algı	Aidiyet	4	5	7	3	1	3.4
	Samimi	7	3	8	1	1	3.7
	Özgürlük Hissi	0	4	9	4	3	2.7
	Rahatlık Hissi	1	2	9	7	1	2.75
	Canlandırıcı	1	3	12	2	2	2.95
	Devingen	3	2	6	4	5	2.7
	Sıra dışı	1	5	7	4	3	2.85
	Tanıdık	7	8	3	2	0	4
	Anlık	5	3	7	2	3	3.25
	Yoğunlaştırıcı	1	3	4	4	8	2.25
	Ahenkli	3	5	6	4	2	3.15
	Dinlendirici	2	5	7	3	3	3
	Güçlü	4	2	8	3	3	3.05
	Endişe ve Korkudan Uzak	1	5	6	2	6	2.65
	Bireysel Gelişime Açık	0	5	5	6	2	2.45
	Düşünmeye imkan veren	4	6	4	3	3	3.25
	Spiritüel Bağlantı	4	3	6	6	1	3.15
Huzur Veren	2	3	9	4	2	2.95	
Güven Yaratıcı	2	4	4	2	8	2.5	
Duyusal Algı	Yumuşak	1	2	7	7	3	2.55
	Konforlu	1	1	11	5	2	2.7
	Bakımlı	0	3	6	8	3	2.45
	Doğal	5	6	7	1	1	3.65
	Gürültüden uzak	0	3	2	4	11	1.85
	Temiz	0	1	10	5	4	2.4
	Kullanışlı	2	3	9	5	1	3
	Aydınlık	1	6	6	6	1	3
	Güvenli	2	2	6	7	3	2.65
	İlgi Çekici /İç açıcı	3	6	5	4	2	3.2
	Renkli	2	5	6	6	1	3.05
	Ferah	2	3	5	8	2	2.75
	Özgün	5	6	4	4	1	3.5

Çizelge 5'e göre değerlendirilen 49 ölçüt Likert ölçeğiyle değerlendirilmiştir. En yüksek olumlu puanın hiçbir ölçütte bulunmadığı görülmektedir. 1 ölçüt en düşük olumsuz puan olan 1.85 almıştır. 23 ölçüt ise düşük değer olan 2 puan olarak hesaplanmıştır. Yapılan değerlendirme sonucunda olumsuz duygular uyandıran ölçütler çizelgede işaretlenmiştir.

Ortalama değer olarak belirtilen 3 puan için toplam 23 adet ölçüt bulunmaktadır. Çizelge 5'te hesaplanan puanlara göre oluşturulan grafik Şekil 16'te verilmiştir.



Şekil 16. Mekân değerlendirme ölçütlerinin puanları

Şekil 15 incelendiğinde bu ölçütlerden mekandaki dokunun hissedilmesi, mekânın tanımlanabilirliği, mekânın insan ölçeğiyle uyumlu ve samimi olması, doğal bir mekân olarak hissedilmesi en yüksek puan alan ölçütler olduğu görülmektedir. En yüksek puan ise araştırma alanının tanıdık bir mekân olarak hissettirmesi nedeniyle 4 puan olarak hesaplanmıştır. Aynı zamanda Hanlar Bölgesi gürültülü bir mekân olarak tanımlanmıştır.

Sonuç ve Tartışma

Bu çalışmada; algının mekânsal değerlendirme üzerindeki etkisi Hanlar Bölgesi'nde incelenmiştir. Mekânın değerlendirilmesi ve mekânın olumlu duygular hissettirmesi yönüyle uzmanların araştırma alanı ile ilgili görüşleri 49 ölçüt kapsamında değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular ve yaklaşımlar doğrultusunda olumlu değerlerin benimsenmesi ve araştırma alanı olarak seçilen kamusal mekânın kalitesinin artırılması için dikkate alınması gereken sorunlar bulunmaktadır. Bu sorunların çözümü ile araştırma alanında hissedilen olumsuz duygular azalabilecek, kullanıcıların bu alana olan aidiyet duygusu güçlenebilecektir.

Araştırma kapsamında kullanıcı ve alan kullanımı etkileşimindeki düzensizlikler, yaya ulaşımındaki problemler, cephe ve sokaklar arasındaki biçim ve form açısından uyumsuzluklar mekân içi uyum bütünlüğünü, denge ve düzen ilkesine uygunluğu olumsuz etkilemektedir. Araştırma alanının gürültülü bir mekân olarak tanımlanması da kullanıcıların bireysel olarak gelişimlerine engel olabilmektedir. Bu durum aynı zamanda alan kullanımlarına yoğunlaşma potansiyelini de düşürmektedir.

Akça (2008)'e göre kamusal mekânlarda canlılığı sağlayan etmenler; cepheler, girişler, pencereler ve süslemelerdir, ayrıca han yapılarında görülen girinti, çıkıntılar ile cumbalar sokak görüntüsünü canlandırmaktadır. Geçişleri sağlayan kapılar, Hanlar Bölgesi'nde anıtsal niteliğe sahip yapı elemanlarıdır. Araştırmada Hanlar Bölgesi'nin farklı sokak görüntülerine sahip olması yönüyle "Canlandırıcı" ölçütünün düşük puan almaması bu verileri doğrulamaktadır. Gedik (2015)'e göre Hanlar Bölgesi'nin canlı ve hareketli olması güçlü yön olarak belirtilmiştir fakat yapılan anketin sonuçlarına göre bu alanın 'Canlandırıcı' ve 'Devingen' olma durumu 3 puan olarak ortalama değer olarak saptanmıştır. Bunun yanında dar sokakları ve yoğun kullanıcı kitlesine sahip olması yönüyle bakımsızlığa ve güvensiz durumlara sebebiyet vermektedir. Bu durum kamusal bir mekânda kullanıcıların alanı konforlu bir şekilde kullanımını olumsuz yönde etkilemektedir.

Akça (2008)'in yaptığı çalışmaya göre Hanlar Bölgesi'nde yeterli sayıda ve kalitede yönlendirme/bilgilendirme tabelasının bulunmaması, bu bölgenin okunabilirliğini olumsuz anlamda etkilemektedir. Dar sokaklara ve yoğun sirkülasyona sahip Hanlar Bölgesi'nde, yeterli sayıda ve kalitede anlaşılabilir bilgiler sağlayan yaya işaretlerinin olmayışı, bölgenin kullanımında karışıklıklara yol açmaktadır. Ancak araştırma sonucunda mekândaki yön bulabilme ölçütü 3 puan olarak bu sonuçla uyumsuzdur. Bölgenin han yapılarını tahrip eden nitelsiz kısımlar ve bölgedeki bakımsızlık alanın okunabilirliğini olumsuz yönde etkilemektedir.

Kentin merkezinde bulunan Bursa Hanlar Bölgesi'nin algılanmasının mekânsal değerlendirme üzerine etkisiyle ilgili yapılan bu çalışmada elde edilen verilerden yola çıkılarak bu alanda yeterli düzeyde olumlu duygular hissedilmediği söylenebilmektedir.

Teşekkür

Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir. Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır. Bu makaleyi hazırlayan yazarlar, araştırmaya eşit oranda katkı sağlamıştır ve yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynakça

- Akbarishahabi, L. 2017. İmgelenebilir Kentsel Mekânların Niteliklerinin Fraktal Yaklaşım ile Saptanması ve Bir Tasarım Gramerinin Geliştirilmesi, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Şehir ve Bölge Planlama Ana bilim Dalı.
- Akça, M. 2008. Tarihi Yarımada içerisinde bulunan Hanlar Bölgesi'nin kentsel tasarım ilkeleri açısından incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Disiplinler Arası Anabilim Dalı.
- Aklanoğlu, F. 2002. Beypazarı Peyzaj Potansiyelinin Saptanması Üzerine Bir Çalışma, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı.
- Alexander, C. and Poyner, B. 1970. The Atoms of Environmental Structure. Emerging Methods in Environmental Design and Planning, Ed.: Moore, G., The MIT Press, Cambridge, pp: 5-9.
- Altay, E.E. ve Batman, Z.P. 2019. Açık ve Yeşil Alanların Çok Ölçütlü Algı Değerlendirmesi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 21(3): 655-664.
- Altay, E.E., Eyüpoğlu, Z. ve Bozkurt, A. 2021. Mekanların Benimsenmesi ve Olumlu Değerler Yüklenmesi: Bursa Orhangazi Meydanı. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 23(3): 846-858.
- Anonim 2021. Bursa Alan Başkanlığı, Yönetim Planı. https://alanbaskanligi.bursa.bel.tr/wp-content/uploads/2021/12/Bursa_YP_2021-2026_TR.pdf (Erişim Tarihi: 10.07.2022).
- Argan, A. 2019. Peyzaj tasarımında işitsel ve görsel kurgunun mekan algısı ve yönetimi üzerine etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Ana Bilim Dalı
- Arkon, C. ve Gündüz, O. 1977. Turan Rekreasyon ve Turizm Potansiyeli Üzerine Bir Araştırma. *Peyzaj Mimarlığı Dergisi*, 77(1): 29-32.
- Atabay, S. ve Kara, N.P. 2001. Şehirsel Tasarım ve Şehir Mobilyaları İlişkileri. I. International Symposium for Street Furniture, İstanbul, pp: 41-48.

- Aytem N.M. 2005. Mimari mekânda renk, form ve doku değişkenlerinin algılanması, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı.
- Aytaç, Ö. 2017. Kent, metropol ve değişen yer/mekân imajları. *Mukaddime*, 8(1), 1-23.
- Bolat, H.K. 2019. İstanbul-Taksim Meydanı Örneğinde Algı-Pratik İlişkisinin İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı.
- Carmona, M. 2003. *Public Places Urban Spaces*. The Dimensions of Urban Design. Routledge, 389p.
- Carr, S. 1992. *Public space*. Cambridge University Press, New York, 400p.
- Churchill, W. 1943. In House of Commons. Meeting in the House of Lords, Londra.
- Clay, G.R. and Smidt, R.K. 2004. Assessing the validity and reliability of descriptor variables used in scenic highway analysis. *Landscape and Urban Planning*, 66(4): 239–255.
- Cramer, D. and Howitt, D.L. 2004. *The Sage dictionary of statistics: a practical resource for students in the social sciences*. The SAGE Dictionary of Statistics, Londra, 208p.
- Çalak, I. E. 2012. Kentsel ve kolektif belleğin sürekliliği bağlamında kamusal mekânlar: ULAP Platz örneği, Almanya. *Tasarım+ Kuram*, 8(13): 34-47.
- Durak, H. 2018. Tarihi kent meydanları ve donatılarının peyzaj mimarlığı açısından irdelenmesi; Sultanahmet Meydanı örneği. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Ana Bilim Dalı.
- Erdönmez, E. ve Akı, A. 2005. Açık kamusal kent mekânlarının toplum ilişkilerindeki etkileri. *YTÜ Mim. Fak. e-Dergisi*, 1 (1): 67–87.
- Ergün, C. 2000. Kent imgesi ve elektronik ortamda temsil edilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı.
- Edmondson, D. R. 2005. Likert scales: A history. In L. C. Neilson (Ed.), *Proceedings of the 12th conference on historical analysis and research in marketing*. <http://faculty.quinnipiac.edu/charm> (Erişim Tarihi: 02.05.2022).
- Gabriel, A. 1958. *Une Capitale Ottomane: Brousse*. E. De Boccard, Paris, 323p.
- Gedik, G. S. 2015. Tarihi Çevrelerin Sürdürülebilir Yeniden Canlandırılmasında Kullanıcı Görüşlerinin Değerlendirilmesi: Bursa, Hanlar Bölgesi Örneği. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı.
- Gehl, J. 1971. *Life Between Buildings: Using Public Space*. Island Press, Washington DC, 216p.
- Günel, B. ve Nur, E. 2007. Searching for the Psycho-Social Quality of Dwelling in the Context of Human-Environment Communication Model. *İTÜ Dergisi Seri A: Mimarlık, Planlama, Tasarım*, 6(1):19–30.
- Hançer, G. 2019. Toplu konut alanlarında kentsel mekan kalitesinin değerlendirilmesi; Gaziantep örneği. Yüksek Lisans Tezi, Hasan Kalyoncu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Ana Bilim Dalı.
- İçli, A. 2012. Fuzûlî'nin Rind Ü Zahid eserinde mekân: Meyhane ve mescit. *Turkish Studies*, 7(1): 1305-1317.

- Jafarzadeh, H. A. 2014. Kent içi ana yolların görsel değerlendirmesinde matematiksel bir yaklaşım: Adana Atatürk Bulvarı örneği. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Ana Bilim Dalı.
- Jarvis, R.K. 1980. Urban Environments as Visual Art or as Social Settings? A Review. *Town Planning Review*, 51(1): 50–66.
- Karaçor, E.K., Yüksel, K.U. and Şenik, B. 2021. Modernity Vs. Postmodernity: Assessing The Design Quality Of Urban Parks By Ahp. *Sanat ve Tasarım Dergisi*, 11(1): 63–72.
- Likert, R. 1932. *A technique for the measurement of attitudes*. *Archives of psychology*. The Science Press, New York, 55p.
- Lynch, K. 1960. *The Image of the City*. The MIT Press, Cambridge, pp: 41-73.
- Lynch, K. 1979. *The Image of The City*. The M.I.T. Press, Massachusetts Institute of Technology, USA, pp: 151-161.
- Mercin, L. 2013. Çevre ve kent estetiği açısından grafik tasarımın önemi. *Ulakbilge Sosyal Bilimler Dergisi*, (1), 1-9.
- Müdük, B. Ve Zencirkıran, M. (2023). Bursa İli Mudanya İlçesi Aktif Yeşil Alanları Üzerine Bir Araştırma. *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 37(1), 129-144.
- Oktay, D. 2007. Kentsel Kimlik ve Canlılık Bağlamında Meydanlar: Kuzey Kıbrıs'ta Bir Meydana Bakış. *Mimarlık Dergisi*, 334p.
- Öner, A. ve Özbayraktar, M. 2023. İzmit Yeni Kent Meydanı'nın Kamusal Mekân Kalite Kriterleri Açısından Değerlendirilmesi. *Mimarlık ve Yaşam, Mekan Özel Sayısı*, 85-111.
- Özer, M. N. ve Ayten, M. 2005. Tarihsel Süreç İçerisinde Meydanlar ve Gelişimi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Basılmamış Yüksek Lisans Kentsel Doku Değerlendirme Dersi Ödevi, Ankara
- Özmen, B. ve Yanar, S. 2016. Mekân sarmalının ayrılmaz birlikteliği. İç ve dış arasındaki çeper temalı ulusal mekân tasarımı sempozyumu, Kapadokya, 181p.
- Semerci, F. 2008. Kentsel tasarım gereklilikleri açısından Beyazıt Meydanı örneği. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Ana Bilim Dalı.
- Schulz, C. N. 1971. *Existence, Space and Architecture*. Studio Vista, London, 122p.
- Smardon, R.C. 1979. *Prototype Visual Impact Assessment Manual, School of landscape architecture*. University of New York, New York, 88p.
- Song, Y. J., Tian, L. G., Han, X. Y. and Feng, S. A. 2011. Study on Optimizing the Water Conservancy Landscape Design by Applying AHP. *Advanced Materials Research*, pp: 250–253, 3328–3333.
- Spector, P. E. 1992. *Summated rating scale construction: An introduction*. CA: Sage, Newbury Park, 378p.

- Şahin, G. A. 2018. Farklılaşan sosyo-ekonomik yapının meydanlardaki kullanıcı tercihi ve meydan tasarımına etkisinin değerlendirilmesine yönelik yöntem önerisi: Bursa örneği. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kentsel Tasarım Ana Bilim Dalı.
- Taşçı, H. 2012. Kent meydanı kent kimliği ilişkisi Üsküdar Meydanı örneği. Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kamu Yönetimi Ana Bilim Dalı.
- Temelli, M. A. 2008. Çukurova Üniversitesi yerleşkesi örneğinde görsel etki değerlendirme çalışmalarına metodolojik bir yaklaşım. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Ana Bilim Dalı.
- Tibbalds, F. 2000. *Making People Friendly Towns: Improving the Public Environment in Towns and Cities*. Spon Press, London, 126p.
- Turan, İ., Şimşek, Ü., ve Aslan, H. 2015. Eğitim araştırmalarında likert ölçeği ve likert-tipi soruların kullanımı ve analizi. *Sakarya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, (30): 186-203.
- Tüzel, F. 2019. Bursa kent çekirdeğinde rekreasyon ve turizm amaçlı ulaşım koridoru planlama yaklaşımı, Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı.
- Uzgören, G. and Erdönmez, E. A. 2017. Comparative Study On The Relationship Between The Quality Of Space And Urban Activities In The Public Open Spaces. *Megaron*, 12(1): 41–56.
- Virbašienė, J. K. and Janušaitis, R. 2004. Some Methodical Aspects of Landscape Visual Quality Preferences Environmental Research. *Engineering and Management*, 3(29): 51–60.
- Whyte, W.H. 1980. *The Social Life of Small Urban Spaces*. Project for Public Spaces, New York, 59p.



Yerleşmeler Tarihinde Peyzaj Bitkilerinin İlk Kullanımları *

Osman ZEYBEK^{1*}

Öz: Bitki ve insan ilişkisi, Neolitik Çağ'dan itibaren insanların yerleşik hayata geçmeye başlaması ile farklı bir boyuta taşınmıştır. Avcılık ve toplayıcılık ile geçinen insan toplulukları tarımın keşfi ile birlikte verimli topraklar, temiz ve erişilebilir su, uygun iklim şartları ve yaşam alanı kurmak için yeterli doğal malzemenin bulunduğu bölgelerde, en az bir vejetasyon dönemi boyunca yerleşik düzene geçmeye başlamışlardır. Başlarda gıda üretimi amacı ile gelişen bu ilişki, zaman içinde bitkilerin estetik ve işlevsel özellikleri amacı ile kullanılmasına evrilmiştir. İlk kent denemelerinin ise Mezopotamya Uygarlıkları tarafından gerçekleştirildiği bilinmektedir. Bu çalışmada, Mezopotamya Uygarlıklarına ilişkin geniş envanterleri bulunan The British Museum (İngiliz Müzesi), Louvre Museum (Louvre Müzesi), Metropolitan Museum of Art, New York (Metropolitan Sanat Müzesi, New York), Ankara'daki Anadolu Medeniyetleri Müzesi ve İstanbul Arkeoloji Müzesi koleksiyonları incelenmiştir. Mezopotamya Uygarlıklarına ait buluntular tek tek incelenmiş ve üzerinde bitki figürü bulunan en eski buluntular araştırma kapsamına dahil edilmiştir. Metropolitan Sanat Müzesi ile İngiliz Müzesi'nin Mezopotamya Uygarlıklarına ait ve üzerinde bitki figürleri bulunan en eski eserlere sahip olduğu anlaşılmıştır. Araştırma kapsamında bu müzelerden beş eser seçilmiş ve eserlerdeki bitki figürlerinin tür tespitleri yapılmaya çalışılmıştır. Henüz global ticaret ağlarının gelişmediği, dolayısı ile bitkilerin evrildikleri anavatanlarında yaşamlarını sürdürdüğü kabul edilmiştir. Bu bağlamda, incelenen eserlerde kullanılan bitki figürleri için tür tahminleri yapılırken bitkilerin anavatanlarına özellikle dikkat edilmiştir. Eserlerde bitkilerin alle bitkilendirmesi şeklinde yol kenarlarında ve sınırlarda kullanıldığı rahatlıkla görülebilmektedir. Yapılan değerlendirmeler sonucunda hurma ağacı (*Phoenix dactylifera* L.) ve üzüm asmı (*Vitis vinifera* L.) net şekilde tanımlanmış ve silindir mühürde ise Lübnan sedirinin (*Cedrus libani* L.) kullanıldığı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kentleşme, Mezopotamya, peyzaj bitkileri, yerleşmeler tarihi, bitkisel tasarım.

* Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır. Yapılan çalışmada etik kurul izni gerekli değildir.

* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** ¹ Osman ZEYBEK, Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Bursa, Türkiye. osmanzeybek@uludag.edu.tr, [OrCID 0000-0002-2752-407X](https://orcid.org/0000-0002-2752-407X).

First Use of Landscape Plants in The History of Settlements

Abstract: The relationship between plants and humans has taken on a different dimension since the transition to settled life by humans, starting from the Neolithic Age. Human communities that relied on hunting and gathering began to establish settled societies for at least one vegetation period in regions where fertile lands, clean and accessible water, suitable climate conditions, and sufficient natural materials for establishing living spaces were available with the discovery of agriculture. Initially centered around food production, this relationship gradually evolved to encompass using plants for their aesthetic and functional qualities. The first attempts at urbanization are known to have been carried out by the Mesopotamian Civilizations. This study examined collections with extensive inventories related to Mesopotamian Civilizations from The British Museum, Louvre Museum, New York Metropolitan Museum, Anatolian Civilizations Museum in Ankara, and Istanbul Archaeological Museums. Artifacts associated with Mesopotamian Civilizations were individually studied, and the oldest artifacts featuring plant figures were included in the research scope. It was determined that the New York Metropolitan Museum and The British Museum possess the oldest artifacts related to Mesopotamian Civilizations and featuring plant figures. Within the scope of the research, five artifacts were selected from these museums, and attempts were made to identify the species of plant figures depicted in these artifacts. It is accepted that when global trade networks had not yet developed, plants continued to thrive in their regions of origin. In this context, when making species predictions for the plant figures used in the examined artifacts, particular attention was paid to the plants' regions of origin. Furthermore, the planting of plants in rows along roadsides and boundaries can easily be observed. As a result of the evaluations, the date palm tree (*Phoenix dactylifera* L.) and grapevine (*Vitis vinifera* L.) have been clearly identified, and it is believed that the cedar of Lebanon (*Cedrus libani* L.) was used on a cylinder seal.

Keywords: Urbanization, Mesopotamia, landscape plants, history of settlements, planting design.

Giriş

İnsanların Neolitik Çağ'da yerleşik hayata geçtiği kabul edilmektedir. Hatta, dünyanın geleceğini tamamen değiştiren bu gelişme kimi kaynaklarda Neolitik Devrim olarak anılmaktadır (MacNeish, 1992; McCarter, 2007; Wallech et al. 2012; Sadowski, 2017).

İnsanların yaşadığı coğrafyada barınma amacı ile küçük yapılar inşa etmesi içgüdüsel bir harekettir. Zihinsel yetenekleri bakımından diğer canlılardan ayrılan insan, yaşam alanına farklı kazanımlar katarak barınma ihtiyacının ötesine geçen bazı işlevsel nitelikler eklemiştir. Prehistorik yerleşmeler bu dönüşümün bir sonucu olarak ortaya çıkmıştır. Avcılık ve toplayıcılığın ardından yerleşik hayata geçiş aşamasında mekânsal planlama ve tasarım önem kazanmıştır (Price and Bar-Yosef, 2011; Uyanık ve Berk, 2016; Bellwood, 2023).

Ayrıca insan, vahşi doğada birey olarak var olamaz; bu da onları sosyal bir hayvan yapar. Bu da insanları, yıllar içinde farklı görevler üstlenerek toplumun bir parçası haline getirmiştir. Böylece bireyin yaşamını sürdürmek için her şeyi düşünmek zorunda olmasına gerek kalmamış, iş bölümü ile gelişimin ilk adımları atılmıştır (Cohen, 1978; Graber and Roscoe, 1988; Boyd and Silk, 2003; Putterman, 2008).

Yerleşmeler tarihinde zamanla belirgin formlara dönüşen kamusal alanlar toplumun sosyal boyutunun güçlenmesi ve sürdürülebilirliği açısından önemlidir. Bu alanlar belirli ihtiyaçları karşılamak amacı ile doğmuştur. Kamusal alanın büyüklüğü, yaya sirkülasyonu, ekonomik faaliyetler, rekreasyon, ticaret vb. işlevlerle ilişkili olarak belirlenmiştir (Areendam and Putterman, 2007; Zeybek, 2020). İlk yerleşim yeri örneklerinde konutların birim alanda çok yüksek nüfusu barındırması ile yoğun bir mekânsal kullanımın söz konusu olduğu görülmektedir. Dünya'nın ilk kasaba denemesi olarak bilinen Çatalhöyük örneğinde de görüldüğü gibi sokak veya kamusal alan olgusu henüz bugünkü formuna evrilmemiştir. Nüfus artışı, yeni mesleklerin ortaya çıkışı ve ticaretin gelişmesine bağlı olarak kamusal mekanların şekillendiği görülmektedir (Düring, 2001; Winterhalder and Kennett, 2006; Hodder, 2007; Gökğür, 2017).

Neolitik Devrim'den bugüne kent ölçeğindeki yerleşmelere ilişkin ilk örnekler Mezopotamya uygarlıklarına aittir. Bölgenin ılıman iklim koşullarının ve ekilebilir arazilerinin kentleşmeyi sağlayan faktörler olduğuna dair yaygın bir kanı vardır (Weisdorf, 2005; Taşçı, 2014). Öte yandan, kent kavramının tüm unsurları ve işlevleriyle ne zaman ve nerede ortaya çıktığı konusunda farklı tartışmalar mevcuttur. Charles Freeman (1999), ilk şehirlerin MÖ 5. yüzyılda Sümer Uygarlığı tarafından kurulduğunu iddia etmiştir. Benevolo (1995), kentlerin başlangıcının Mezopotamya'da, Nil, İndüs ve Sarı Nehir vadileri çevresinde, fazla tarımsal ürünlerin biriktirilmesi ve mübadelesi için bir komuta merkezi olarak ortaya çıktığını ileri sürmüştür. Birçok kaynağa göre ise Fırat ve Dicle nehirleri arasında ortaya çıkan ilk şehirler başta Ur, Uruk ve Erudi olmak üzere Sümer şehirleridir. Bu bölgedeki on iki bağımsız şehir, bölgeyi kontrol etmek için birçok kez kendi aralarında savaşmış ve bu savaşlardan sonra yüksek ve sağlam şehir surları sayesinde ayakta kalan ilk Sümer yerleşmeleri, kentleşmenin başlangıcı olarak kabul edilmektedir (Hunt ve ark., 2003; Kornienko, 2009).

Mezopotamya, genellikle Fırat ve Dicle nehirleri arasındaki bölgenin adı olarak kullanılmaktadır. Antik yazarların iki nehir arasındaki bölgeyi anlatmak için Yunanca mesos (orta) ve potamos (nehir) sözcüklerinden türettikleri bu isim, zaman içinde bu bölgedeki uygarlıkları ve gelişim dönemlerini anlatmak için kullanılmıştır. Mezopotamya coğrafi bir terim olmakla birlikte Sümerler, Akadlar, Babiller, Asurlular, Elamlar gibi uygarlıklardan günümüze kalan gelişmiş kültürel birikimi de ifade eden bir terime dönüşmüştür. Bugün Mezopotamya denilince akla doğuda Zagros Dağları, kuzeyde Güneydoğu Toroslar, batıda Amanos Dağları ve güneyde Suriye çölü ve Basra Körfezi ile çevrili bölge gelmektedir. Kuzey Mezopotamya'da Toros Dağları'nın eteklerinde yerleşik yaşam, tarım, hayvanların evcilleştirilmesi, çanak çömlek üretimi, obsidyen alet yapımı, stel ve heykellerle anıtsal tapınakların inşası gibi önemli gelişmeler yaşanmıştır. Bereketli Hilal'in kuzey ucunu oluşturan bu bölgenin öne çıkması ve sulu tarım için yeterli yağış alması önemli bir etken olmuştur (Harmankaya ve ark., 2011; Latham, 2013; Nieuwenhuys and Akkermans, 2019).

Kentler kuruldukları yerin özelliklerine göre farklı şekillerde gelişebilmektedir. Cerasi'ye (1999) göre her uygarlık, kentlerinin biçimlerini yeryüzü şekilleri ve kültürel mirasın etkisi ile planlamaktadır.

Kenti oluşturan yapılarda ve mekanlarda kullanılan malzemeler de coğrafi koşullara göre farklılık göstermektedir. Necdet Aral (1996), kentlerin yerel malzeme ve teknolojik olanakların özelliklerine göre şekillendiğini vurgulamıştır. Öte yandan kentleşme sürecinde coğrafya ve iklimsel faktörlerin yanı sıra yerleşmenin amacı, ulaşım olanakları ve güvenlik de gözetilen parametreler arasında olmuştur. Bu nedenlerle ilk yerleşmelerin verimli tarım arazileri ve suya erişimin olduğu yerlerde tesis edildiği görülmektedir.

Tarımı keşfederek yerleşik düzene geçiş sağlayan tarım köyleri binlerce yıl içinde medeniyetlere dönüşmüştür. İlk tarım köyleri, tarım için elverişli toprak ve iklim şartları sayesinde daha fazla insanı doyurma potansiyeli olan vadilerde oluşmaya başlamıştır. Vadilerdeki akarsular hem temiz su hem de su ürünleri açısından topluluklar için önemli kaynaklar olmuştur. Büyüyen yerleşmeleri, organize hükümetleri, sanatı, dili, dini, sınıf ayrımları ve yazı sistemleri ile medeniyetler kompleks ve özelleşmiş topluluklara dönüşmeye başlamıştır. Mezopotamya, Dünya tarihinde kentleşme örneklerinin ilk görüldüğü uygarlıklar olduğu kabul edilen Sümer, Asur, Babil ve Akadlıların yaşadığı topraklardır (Oppenheim, 1977). Mezopotamya'daki ilk yerleşme örnekleri M. Ö. 14.000'lere kadar uzanmaktadır. Bu kültürler Gılgamış Destanı ve Hammurabi Kanunları gibi bugüne ulaşan önemli eserler üretmiştir. Mezopotamya'daki en eski kentleşme örneklerinin düzensiz ve plansız bir gelişim modeli izlediğine inanılmaktadır. Yerleşmeler, kalabalık yapıları ile karakterize edilmiştir. Sümerlerde yerleşmeler için yüksek yerlerin tercih edildiği, giriş çıkışı kontrol etmek amacı ile belirli aralıklarla kapıların bırakıldığı surlar ile çevrildiği, sokak ve kanalların parselleri belirlediği görülmektedir. Kent planının ana unsurları sokak, kanal, sur, kent kapıları, saray ve tapınaktır. Merkezinde ziggurat sistemi ile tasarlanan bu yerleşmeler kompakt bir yapıya sahiptir. Güvenliğin büyük önceliğe sahip olduğu bölgede kent surları ortalama yedi metre yüksekliğinde inşa edilmiştir. Mezopotamya kentlerinin sokak ağı planında iki önemli faktör sokağın genişliği ve güneş hareketi olmuştur. Genellikle sokakların güneybatı – kuzeydoğu ve güneydoğu – kuzeybatı akslarında kesiştiği görülmektedir. Babillerde sokaklar üç ayrı hiyerarşi şeklinde ele alınmıştır. Bunlar tanrılara atfedilen geniş cadeler, insanların kullandığı dar sokaklar ve konutlara bağlanan çıkmaz sokaklardır. Asurlular ise topoğrafyanın elverdiği ölçüde ızgara kent planını benimsemişlerdir (Oppenheim, 1977; Pollock, 1999; Leick, 2007; Shepperson, 2009). Babil ve Asurluların saray avlularında ve tapınaklarda cennet tasvirini güçlendirmek amacı ile peyzaj bitkilerini kullandığı bilinmektedir. İngiliz Müzesi'nde sergilenen, M. Ö. yaklaşık 2000'e tarihlenen Babil dönemine ait bir tablette, Babil kralının saray bahçesine hurma (*Phoenix sp.*) ve ılgın (*Tamarix sp.*) diktiği ifade edilmiştir. Hatta bu tablette hurma ve ılgının birbirini tamamlayan iki kardeş gibi birbirlerine üstün gelen özellikleri, ağaçların dile geldiği tiyatral bir dille aktarılmıştır. Metinde, hurma kaliteli bir meyve verdiği için kendini üstün görmekte, ılgın ise çiçek rengi ve odun kalitesi ile övünmektedir. Aynı tablette sarayın erzak listelerinin yanı sıra sarayın maaş bordrosuna göre, profesyonel bahçıvanların da çalıştığı tespit edilmiştir (Dalley, 1993).

Kentleşme sürecinde kamusal alanların gelişimi ile birlikte insanlar ve bitkiler arasındaki ilişki de belirgin şekilde değişmiştir. Bitkiler yalnızca tarımsal amaçlar doğrultusunda değil, estetik, güvenlik, yönlendirme, kuşatma, ısı konfor gibi farklı işlevler yüklenerek yerleşim yerlerinde kullanılmaya başlanmıştır. Bu çalışmada Dünya tarihinde ilk kentleşme örneklerinin görüldüğü Mezopotamya Uygarlıklarına ait buluntulara sahip

müzeler incelenmiş, bugüne ulaşan belge ve rölyeflerden yola çıkarak kentlerde peyzaj bitkilerinin kullanımı hakkında değerlendirmeler yapılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada Dünya tarihinde kentleşmenin ilk örneklerinin görüldüğü Mezopotamya Uygarlıkları Sümer, Asur, Akad, Elam ve Babil Uygarlıklarına ait kabartmalar, nişler ve günlük eşyalar üzerinde kullanılan bitki figürleri değerlendirilmiştir. Araştırma kapsamında Mezopotamya Uygarlıklarına ait geniş envanterleri olan İngiliz Müzesi, Louvre Müzesi, Metropolitan Sanat Müzesi, Anadolu Medeniyetleri Müzesi (Ankara) ve İstanbul Arkeoloji Müzesi koleksiyonları incelenmiştir. İstanbul Arkeoloji Müzesi ve Anadolu Medeniyetleri Müzesi ziyaret edilerek ilgili eserler fotoğraflanmış, diğer müzeler ise online katalogları üzerinden araştırmaya dahil edilmiştir. Üzerinde detay veya süsleme olarak bitki figürleri bulunan en eski eserler araştırmaya dahil edilmiştir. İncelenen müzelerin koleksiyonlarında Mezopotamya'nın ilk kent örneklerinden çıkarılan ve bitki tasvirlerinin bulunduğu çok sayıda eser bulunmaktadır. Araştırma kapsamında bitki tasvirlerinin kullanıldığı en eski beş eser (bir silindir mühür ve dört panel) araştırma kapsamında incelenmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Araştırma kapsamında incelenen müzelere ilişkin bilgiler kısaca aşağıdaki gibi özetlenmiştir:

- British Museum (İngiliz Müzesi): 1753 yılında dünyanın ilk ulusal halk müzesi olarak kurulmuştur. Başından beri, tüm araştırmacı ve meraklı kişilere ücretsiz giriş hakkı verilmiştir. Ziyaretçi sayısı on sekizinci yüzyılda yılda yaklaşık 5.000 iken bugün yaklaşık 6 milyona ulaşmıştır. Müzenin Afrika, Okyanusya ve Amerika, Mısır ve Sudan, Asya, Madeni Paralar ve Madalyalar, Koruma ve Bilimsel Araştırmalar, Yunanistan ve Roma, Orta Doğu, Taşnabilir Eski Eserler Programı, İngiltere, Avrupa ve Tarih Öncesi, Baskılar ve Çizimler olmak üzere on bölümü bulunmaktadır (Anonim, 2023a).
- Louvre Müzesi: Eskiden bir kraliyet sarayı olan Louvre, sekiz asır boyunca Fransa tarihine ilişkin önemli sergilere ev sahipliği yapmıştır. 1793'teki açılışından bu yana evrensel bir müze olarak tasarlanan koleksiyonları birkaç bin yılı kapsamakta ve Amerika'dan Asya'nın sınırlarına kadar uzanan bir bölgenin eserlerini barındırmaktadır. Sekiz bölüme ayrılan bu koleksiyonlar, Mona Lisa, Semadirek'in Kanatlı Zaferi ve Venüs de Milo dahil olmak üzere tüm dünyanın yakından tanıdığı eserleri de içermektedir. 2012'de yaklaşık on milyon ziyaretçi ile Louvre, dünyanın en çok ziyaret edilen müzesi olmuştur (Anonim, 2023b).
- Metropolitan Museum of Art (Metropolitan Sanat Müzesi): Eski adı ile New York Metropolitan Museum (New York Metropolitan Müzesi), 13 Nisan 1870'de kurulmuştur. Güzel sanatların tüm dallarına ilişkin incelemeler barındıran, kurulduğu tarihten bu yana sanat eserlerinin üretim ve uygulama süreçlerine dair eğitimler düzenleyen bir okul ve kütüphane işlevi de görmektedir. 13 Ocak 2015'te Metropolitan Sanat Müzesi Mütevelli Heyeti, müzenin misyonunu "Metropolitan Sanat Müzesi insanları yaratıcılığa, doğru

bilgiye ve orijinal fikirlere sevk etmek için tüm zamanlardan ve kültürlerden önemli sanat eserlerini toplar, inceler, korur ve sunar." şeklinde revize etmiştir (Anonim, 2023c).

- Anadolu Medeniyetleri Müzesi: Eşsiz koleksiyonu ile müstesna bir müze olan Anadolu Medeniyetleri Müzesi, Anadolu medeniyetlerine ve Paleolitik Çağ'a ait eserleri barındırmaktadır. 1921'de kurulan müze, başlarda sadece Hitit Uygarlığı'na ait eserlerin sergilendiği bir yapı iken, zamanla diğer Anadolu medeniyetleri eserleri de envantere dahil edilmiştir. 19 Nisan 1997'de İsviçre'de "Yılın Müzesi" seçilmiştir (Anonim, 2023d).
- İstanbul Arkeoloji Müzesi: Türkiye'nin ilk müzesi olan İstanbul Arkeoloji Müzesi 1891'de kurulmuştur. Osmanlı Devleti sınırları içerisinde toplanan çeşitli kültürler ait yaklaşık bir milyon eser bulunmaktadır. Müze koleksiyonlarında Balkanlar'dan Afrika'ya, Anadolu ve Mezopotamya'dan Arap Yarımadası'na ve Afganistan'a kadar Osmanlı Devleti sınırları içinde kalan çeşitli medeniyetlere ait zengin ve çok önemli eserler bulunmaktadır (Anonim, 2023e).

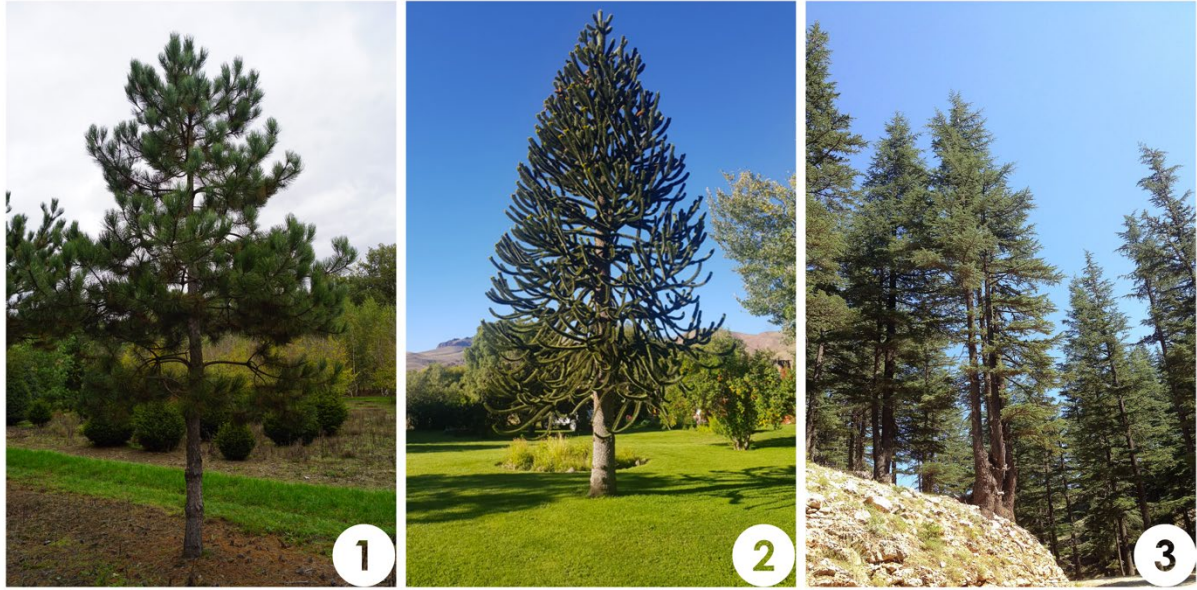
İncelenen müzelerdeki Dünya tarihinde ilk kentleşme örneklerinin görüldüğü Mezopotamya uygarlıklarına (Sümerler, Asurlar, Akadlar, Babiller ve Elamlar) ait sergiler taranmıştır. Kabartma ve obje tasarımında doğrudan peyzaj bitkisi ya da sembolik olarak kullanılan bitki motifleri kronolojik sırayla incelenmiştir. Mezopotamya uygarlıklarının kabartma ve oymalarını ayırt etmek zordur. Ritüeller ve kralın tasvirleri çoğunlukla benzerdir. Zaman ilerledikçe oyma tekniğinin ince detayları ve perspektif algısının gelişmesi, arka planın dahil edilmesi ile ayırt edilebilmektedirler. Mezopotamya'daki ilk uygarlık olarak bilinen Sümer Uygarlığının kabartmaları Asur, Akad ve Babil uygarlıklarından daha basittir. Kabartmalarda derinlik işlenmemiştir. İnsan tasvirleri yan profilden ve 2 boyutludur. Perspektif algısı yoktur ve sadece önemli ritüellerin, tanrıların ve kralların tasvir edildiği görülmektedir (Handcock, 1912; Matthews, 2003; Gates, 2005; Bench, 2015).

Bir ağaç tasvirinin bulunduğu en eski eser, Şekil 1'de gösterilen bu silindirik şeklindeki mühür ve küçük kil tablettir. New York'taki Metropolitan Sanat Müzesi'nde bulunan eserde bir av sahnesi tasvir edilmiştir. Silindirik şeklindeki bu mühürler kil bir tablet üzerinde yuvarlanarak bir imza görevi görmüş olup tüm Mezopotamya Uygarlıkları tarafından kullanılmıştır. Sahibine özel olarak tasarlanan bu mühürler mülklerin kaydedilmesi, ticaret anlaşmalarının imzalanması gibi pek çok amaç için kullanılmıştır. Mühürler uzun ömürlü olabilmeleri amacı ile sert taşlar ya da metalden yapılmıştır. Bir boncuk gibi ortasından delinmiş olan mühürlerin ayrıca mistik işlevleri olduğuna inanılmış ve mücevher olarak da kullanılmıştır. Örnekteki mühürde bir dağ geçisini avlayan bir insan figürü bulunmaktadır. İnsan figürünün üst tarafında çivi yazısı ile mühür sahibi olan saray görevlisinin adı (Balu-ili) yazmaktadır. 3 adet boylu ağaç ve iki adet ağaççığının kullanıldığı mühürde, sarp kayalıklar üzerinde birbirine bakan iki dağ geçisi daha resmedilmiştir (Anonim 2023f).



Şekil 1. Silindir mühür, Metropolitan Sanat Müzesi (Anonim, 2023f).

Bitkilerin türünü tespit etmek pek mümkün olmasa da düz bir gövde geliştirmesi ve dalların karşılıklı, simetrik olarak çıkması nedeni ile karaçama (*Pinus nigra*), maymun çıkmaz ağacına (*Aroucaria aroucana*) veya Lübnan sedirine (*Cedrus libani*) benzediği iddia edilebilir (Şekil 2). Dalların simetrik bir şekilde ve gövdeye yaklaşık 90 derecelik bir açı yaparak çıkması, piramidal bir gelişim göstermesi bu bitkinin Lübnan sediri (*Cedrus libani*) olma ihtimalini de kuvvetlendirmektedir. Bu bağlamda, henüz global ticaret ağlarının gelişmemiş olduğu bir dönemde bitkilerin evrildikleri anavatanlarında yaşamlarını sürdürdüğü iddia edilebilir. *Pinus nigra* genel olarak Akdeniz ikliminde görülen, herdem yeşil bir orman ağacıdır. Peyzaj tasarımlarında deniz seviyesine yakın yerlerde kullanılabilir olsa da doğal yayılışı genellikle 400 – 2100 m arasındadır. Anadolu ve Suriye’de bolca bulunur. Ur ve Uruk kentlerinin rakımı 16 m olduğu için (Anonim, 2023g) bu kabartmalardaki bitkinin karaçam olma ihtimali düşüktür. Mühürdeki ağaç figürü, önerilen bitki türleri arasında en çok maymun çıkmaz ağacına benzemektedir. Ancak *Aroucaria aroucana*’nın anavatanı Güney Amerika olduğu için ihtimal dışıdır. Anavatanı Lübnan ve Güney Anadolu’daki Toroslar olan *Cedrus libani* ise Suriye, Ürdün, İsrail ve Irak’ın bazı kesimlerinde görülebilmektedir. Süleyman Mabedi ya da Birinci Mabet ismi ile anılan, Kudüs’te MÖ 964’te inşa edilen tapınakta odunları kullanılmıştır. Aynı zamanda ilk gemiler sedir odunundan yapılmıştır. İnsanlık tarihinde önemli bir yere sahip olan sedir ağacı, diğer ibrelili türler gibi güneş görmeyen alt dallarını kurutur ve piramidal bir formda göğe doğru yükselir. Doğal yayılım alanı ve mühürdeki çizgisel ifade göz önünde bulundurulduğunda bu bitkinin bir sedir türü olma ihtimali yüksektir. Bugün sedir türleri park ve bahçelerde sıklıkla tercih edilmektedir.



Şekil 2. Birinci fotoğraf karaçam (*Pinus nigra*), ikinci fotoğraf maymun çıkmaz ağacı (*Aroucaria aroucana*), üçüncü fotoğraf Lübnan sediri (*Cedrus libani*) (Anonim, 2023h; Anonim, 2023i; Anonim, 2023j).

Mühür Akad dönemine ait olup M. Ö. 2250 – 2150 arasına tarihlenmektedir. Müzede çok farklı silindirik mühür örnekleri bulunmakla birlikte bu parça, bir ağaç görselinin kullanıldığı en eski eser olması nedeni ile değerlendirmeye alınmıştır.

Şekil 3'te gösterilen rölyef New York'taki Metropolitan Sanat Müzesi'nin Mezopotamya sergisinde bulunmaktadır. Bu eser Neo-Asur dönemine (MÖ 883-859) ait Nimrud'daki (eski Kalhu) Kuzeybatı Sarayı'nda bulunmuştur. Rölyefin üst ve alt tarafında mistik figürler, ortasında ise yazılı bir metin yer almaktadır. Bu tarz çalışmalar, yalnızca saray kompleksinin belirli odalarından çıkarılmıştır. Bu bölümlerde bulunan her eserde stilize edilmiş bir kutsal ağaç ve bir çift doğaüstü figür işlenmiştir. Bu rölyefin çıkarıldığı odada benzer bir motif ile tüm duvarların kaplandığı görülmüştür.



Şekil 3. Koruyucu ruhlar ve kutsal ağacın işlendiği bir rölyef, Metropolitan Sanat Müzesi
(Anonim, 2023k).

Kutsal ağaç, Asur Uygarlığı'nda refahı ve tarımsal bolluğu simgelemektedir. Rölyefin üst kısmında kanatlarla tasvir edilmiş krallar, alt kısmında ise kartal başlı mitolojik figürler kullanılmıştır. Kartal başlı figürlerin ellerinde bulunan çanta benzeri eşyalar, arkeologlar tarafından uzun süre tartışılmıştır. Figürlerin kutsal ağaçtan topladığı kozalak benzeri simgelerin mistik anlamlarının olduğu düşünülmektedir. Bir teoriye göre ise, dişi ve erkek çiçeklerin farklı bireylerde olduğu hurma ağaçlarının el yordamı ile döllenmesinin resmedildiği, bu dönemde tarımsal üretimin büyüğü bir süreç olduğu yönünde yaygın bir inanış olduğu şeklinde de yorumlanabilmektedir. Kutsal ağaç figürünün merkezinde bulunan odunsu gövde ve tepesindeki yaprak

kurulları hurma (*Phoenix sp.*) türlerini andırmaktadır. Ayrıca, kutsal ağaç figürünü çevreleyen hatta dışa dönük yaprak kurulları da birer hurma ağacının yaprak kurullarına benzemektedir.

Hurma ağacı (*Phoenix dactylifera* L.) tarım kültürünün oluşmasından bu yana üretimi yapılan ilk bitkilerdendir (Wrigley, 1995; Yıldız ve Sohrabi, 2019). Hurma ağacının Mezopotamya medeniyetlerinde çok önemli bir yere sahip olduğu bu eserlerde açıkça görülmektedir. Hurma ağacı ritüellerin veya önemli olayların işlendiği Mezopotamya rölyeflerinin arka planında fon olarak kullanılan ilk bitkidir. Purdue Üniversitesi'nde Center for New Crops and Plants Products (Morton, 1987) tarafından yapılan "Sıcak İklim Meyveleri" adlı bir araştırmada, hurma ağacının anavatanının Irak ve çevresi olduğu ve hurma ağacı yetiştiriciliğinin en eski kanıtının MÖ 5400 civarında kurulan Eridu adındaki bir Mezopotamya kentini işaret ettiği sonucuna varmıştır (Şekil 4). Hurma ağacı, Sümerler, Asurlular, Akadlar, Babilliler ve Mısırlılar gibi eski uygarlıklar için kutsal bir ağaç olmuştur. Bölgenin yerel bitkisi olması nedeni ile özellikle konut gibi küçük yapıların inşaatında kullanıldığı bilinmektedir. Güney Irak'ta, Eridu'dan on iki kilometre uzaklıktaki Ur kentinde bulunan Ay Tanrısı Sin Tapınağı'nın inşaatında da hurma odunları kullanılmıştır. Şehrin kraliyet mezarlığında 5.000 yıldan daha eski hurma tohumları bulunmuştur. Sümerolog Benno Landsberger, Sümer öncesi bir dile ait olan hurma (zulum) ve hurma ağacı (gishimmar) kelimeleri nedeniyle Sümer döneminden (MÖ 4000) önce de bu ağacın tanındığını ve çeşitli amaçlar ile kullanıldığını öne sürmüştür (Gough, 2016). İncelenen kabartmalarda arka plandaki manzarada hurma ağacının çoğunlukla Asur ve Akad uygarlıklarında kullanıldığı görülmektedir. İlk defa bu dönemde, resmedilen seremonilerin arka planı da rölyeflerde kullanılmaya başlanmıştır. Yani rölyeflere derinlik algısı eklenmiştir.



Şekil 4. *Phoenix dactylifera* L. (Anonim, 2023).

İncelenen üçüncü eser İngiliz Müzesi'nde bulunmaktadır ve M.Ö. 704 – 681 yılları arasına tarihlenmektedir. Kuzey Irak'ta bulunan Ninova yerleşimindeki Kral Sennacherib'in Yeni Asur Güneybatı Sarayı, bu tarz ayrıntılı taş paneller ile dekore edilmiştir (Şekil 5). İngiliz Müzesi'nin Mezopotamya Uygarlıkları koleksiyonunda M.Ö. 800 – 600 yıllarında hurma ağacı tasvirlerinin kullanıldığı görülmektedir. Bu panellerde Asurluların Babil'i fethetmesi anlatılmıştır. Hurma ağacının kullanıldığı pek çok buluntu Yeni Asur Güneybatı Sarayı'nda ortaya çıkarılmıştır. İlk kez bu sarayın duvarlarında derinlik algısı ile resmedilen seremonilerin arka planında, planlı bir şekilde alle gibi dikilmiş hurma kabartmaları görülmüştür.



Şekil 5. Asur sarayında hurma ağacının kullanıldığı kabartmalar, İngiliz Müzesi (Anonim, 2023m).

Şekil 6'da görülen panel İngiliz Müzesi koleksiyonunda bulunmaktadır. Panelde iki bağımsız kompozisyon işlenmiştir. Üst bölümde Asur'un başkenti Nineveh'te bir park alanı ya da sınırları belirlenmiş meyve bahçeleri işlenmiştir. Dalgalı çizgiler ile sulama kanallarının ifade edildiği düşünülmektedir. M. Ö. 645 – 635 yılları arasına tarihlenen kabartma Nineveh'teki kuzey sarayında bulunmuştur. 132 cm yükseklik ve 58 cm genişliğe

sahip olan panel 1856 yılında çıkarılmış ve Kanada, Hong Kong ve Avustralya'da bir süre sergilenmiştir (Anonim, 2023o).

Panelin üst kısmında farklı bitki görselleri kullanıldığı görülmektedir. Kullanılan bitki rölyefleri arasında hurma ağaçları net şekilde anlaşılabilir. Panelin sol bölümünde diyagonal bir hat üzerine alle bitkilendirmesi şeklinde sıralanmış bir ağaç figürü görülmektedir. Ovat yaprak modelini andıran bu yumurtamsı form, pek çok açık ya da kapalı tohumlu ağaç türüne benzemektedir. Yine aynı doğrultuda ve panelin üst bölümünde bulunan horizontal hatta ağaçların altında farklı çalı figürlerinin işlendiği görülmektedir. Çalı ve ağaç ölçeğinde birlikte kullanılan bu bitkilerin alle şeklinde dikilmiş olması, bitkilere mekanları bölen bir tür sınır işlevi yüklediğini de düşündürmektedir. Çünkü ağaç ve çalılar arasında geçişe müsait hiçbir boşluk bulunmamaktadır. Bu panelde bazı hurma (*Phoenix sp.*) figürleri dışında diğer bitkilerin türünü tespit etmek mümkün görünmemektedir.



Şekil 6. Nineveh'teki kuzey sarayından çıkarılan Asur dönemine ait panelin bitki kullanılan üst kısmı, İngiliz Müzesi (Anonim, 2023n).

İncelenen beşinci eser, İngiliz Müzesi'nde bulunmakta ve M. Ö. 645 – 635 yılları arasında tarihlenmektedir. Bir bahçenin tasvir edildiği panel son derece detaylı şekilde işlenmiştir (Şekil 7).



Şekil 7. Nineveh 'teki kuzey sarayında bulunan bir kabartma, İngiliz Müzesi (Anonim, 2023o).

Panelde Elam kralı Teumann ve eşi ile hizmetkarlar resmedilmiştir. Panelde hurma ağacı, üzüm asması ve kozalaklı bir ağaç belirgin şekilde fonu oluşturmaktadır. En solda bulunan hurma ağacının üzerinde bir çekirge figürü bulunmaktadır. Biri uçan üçü ağaç üzerinde duran dört adet kuş kompozisyona dahil edilmiştir. En solda lir çalan bir insan, ellerinde yiyecek ve yelpaze bulunan dört hizmetkar, sandalyede oturan bir kraliçe ve bir koltukta uzanan kral, kralın arkasında ellerinde yelpaze tutan hizmetkarlar bulunmaktadır. Mobilyaların da son derece detaylı işlendiği bu panelde hurma ve üzüm asması belirgin şekilde ayırt edilebilirken, İngiliz Müzesi'nin ilgili sayfasında diğer ağacın kozalaklı olduğu belirtilmiştir. Ancak açık tohumlu ağaçların dalları yılda bir simetrik olarak gelişim gösterir. Oysa, panelin solunda iki hurma ağacının ortasında bulunan ve kozalaklı olduğu ifade edilen ağacın dalları simetrik bir şekilde karşılıklı çıkmamıştır.

Tartışma ve Sonuç

İncelenen müzeler arasında, bitki figürlerinin kullanıldığı en eski eserlerin çoğunlukla İngiliz Müzesi'nde bulunduğu anlaşılmıştır.

Mühür olarak kullanılan silindirdeki bitkinin büyük ihtimalle Lübnan sediri (*Cedrus libani*) olduğu düşünülmektedir. Rölyeelerde hurma ağacının son derece ayırt edilebilir detaylarla çizilmiş olması, ağacın o dönemki sosyokültürel değeri açısından önemli bir göstergedir. Yine rölyeelerde ağaçların, kimi zaman çalılar ile birlikte alle bitkilendirmesi olarak kullanıldığı anlaşılmaktadır. Ancak çalıların türüne ilişkin bir fikir yürütülememiştir.

Bu çalışmada kent ölçeğindeki yerleşmelerin ilk kez görüldüğü Mezopotamya Uygarlıklarına ait koleksiyonları bulunan müzeler seçilmiş ve ele geçen buluntular arasında bitkilerin kentsel peyzaj ölçeğinde resmedildiği rölyeelerin en eski örnekleri incelenmiştir. Buna göre, hurmadan esinlendiği açık olan kutsal ağaç

figürünün M. Ö. 883 yılında rölyeflerde kullanılmış, açık alanda gerçekleştirilen seremonilerin arka planına alle bitkilendirmesinin eklenmesi ise M. Ö. 645 yıllarında başlamıştır. Bu rölyefler, insan ve bitki ilişkisinin sadece beslenme amacının ötesine geçmeye başladığını, bitkilerin yerleşme alanlarında estetik ve işlevsel nitelikleri bakımından da kullanıldığını göstermektedir. Özellikle Asur Sarayı'nda bulunan kabartmalara göre, kentsel açık alanlarda alle bitkilendirmesinin yapıldığı, yani ağaç ve çalılıarın kent içindeki yolları işaretleyecek şekilde yönlendirme ve gölgeleme işlevi doğrultusunda kullanıldığı görülmektedir.

Teşekkür Bilgi Notu

Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır. Yapılan çalışmada etik kurul izni gerekli değildir.

Kaynakça

- Anonim 2023a. British Museum. Web Sitesi: <https://www.britishmuseum.org/>. (Erişim Tarihi: 19.07.2023).
- Anonim 2023b. Louvre Museum. Web Sitesi: <https://www.louvre.fr/en>. (Erişim Tarihi: 19.07.2023).
- Anonim 2023c. About The Met. Web Sitesi: <https://www.metmuseum.org/about-the-met>. (Erişim Tarihi: 19.07.2023).
- Anonim 2023d. Anadolu Medeniyetleri Müzesi. Web Sitesi: <https://muze.gov.tr/muze-detay?SectionId=AMM01&DistId=AMM>. (Erişim Tarihi: 19.07.2023).
- Anonim 2023e. İstanbul Arkeoloji Müzesi. Web Sitesi: <https://muze.gov.tr/muze-detay?SectionId=IAR01&DistId=IAR>. Erişim Tarihi: (19.07.2023).
- Anonim 2023f. Cylinder seal and modern impression: hunting scene. Web Sitesi: <https://www.metmuseum.org/toah/works-of-art/41.160.192/>. (Erişim Tarihi: 20.08.2023).
- Anonim 2023g. Elevation of Uruk, Iraq. Web Sitesi: https://elevation.maplogs.com/poi/uruk_iraq.156584.html. (Erişim Tarihi: 09.08.2023).
- Anonim 2023h. Pinus nigra "Austrian Pine". Web Sitesi: <https://www.hillier.co.uk/trees/our-trees/pinus-nigra/>. (Erişim Tarihi: 09.09.2023).
- Anonim 2023i. Araucaria araucana. Web Sitesi: <https://landscapeplants.oregonstate.edu/plants/araucaria-araucana>. (Erişim Tarihi: 06.08.2023).
- Anonim 2023j. Cedrus libani. Web Sitesi: https://tr.wikipedia.org/wiki/Dosya:Cedrus_libani_-_Lebanon_Cedar_-_L%C3%BCbnan_Sediri_08.JPG. (Erişim Tarihi: 14.08.2023).
- Anonim 2023k. Relief panel. Website: <https://www.metmuseum.org/toah/works-of-art/32.143.3/>. (Erişim Tarihi: 20.07.2023).

- Anonim 2023l. Web Sitesi: <http://ez2plant.com/item/yard-garden-outdoor-living-see/-khadrawy-phoenix-dactylifera-/lid=49304221>. (Erişim Tarihi: 22.08.2023).
- Anonim 2023m. Neo-Assyrian Southwest Palace of King Sennacherib at Nineveh Web Sitesi: <https://britishmuseum.withgoogle.com/object/stone-panel-from-the-north-palace-of-ashurbanipal-room-h-nos-7-8>. (Erişim Tarihi: 20.06.2023).
- Anonim 2023n. Wall panel; relief. Web Sitesi: https://www.britishmuseum.org/collection/object/W_1856-0909-36. (Erişim Tarihi: 09.09.2023).
- Anonim 2023o. Wall panel. Web Sitesi: <https://www.britishmuseum.org/collection/term/BIOG61909>. (Erişim Tarihi: 05.09.2023).
- Aral, N. 1996. Nüfus Hareketleri, Kırsal Yaşam ve Şehirlerimiz. Küreselleşme, Yerellik, İnsan Yerleşimleri ve Yönetim Sempozyumu Bildirileri, İstanbul Büyükşehir Belediyesi Kiptaş, İnşaat Mühendisleri Odası, 15 Mayıs 1996, İstanbul. S.102.
- Areendam, C. and Putterman, L. 2007. Early Starts, Reversals and Catchup in The Process of Economic Development, *Scandinavian Journal of Economics*, 109 (2): 387 – 413.
- Bellwood, P. S. (2023). *First Farmers: The Origins of Agricultural Societies, 2nd Edition*. Wiley – Blackwell, UK. 352p. ISBN: 978-1-119-70634-2.
- Bench, C. H. 2015. Mesopotamia, Archaeology of Prehistoric to Early Bronze Periods: Lexham Bible Dictionary. Eds: Barry, J. D., Lexham Press, US, p58 – 83.
- Benevolo, L. 1995. *Avrupa Tarihinde Kentler*. Çev: Nur Nirven. Afa Yayıncılık, İstanbul.
- Boyd, R. and Silk, J. B. 2003. *How Humans Evolved*. W. W. Norton, New York. 496p. ISBN: 978-0393603453.
- Cerasi, M. M. 1999. *Osmanlı Kenti. Osmanlı İmparatorluğunda 18. Ve 19. Yüzyıllarda Kent Uygarlığı ve Mimarisi*. Çev: Aslı Ataöv. Yapı Kredi Yayınları, İstanbul.
- Cohen, R. 1978. Introduction: Origins of the State: The Anthropology of Political Ecolution. Eds: Cohen, R. and Service, E. Institute for The Study of Human Issues, Philadelphia, p1 – 19.
- Dalley, S. 1993. Mesopotamian Gardens and the Identification of the Hanging Gardens of Babylon Resolved. *Garden History*, 21 (1): 1 – 13.
- Düring, B. S. 2001. Social dimensions in the architecture of Neolithic Çatalhöyük. *Anatolian studies*, 51 (1): 1-18.
- Freeman, C. 1999. *Egypt, Greece and Rome. Civilizations of The Ancient Mediterranean*. Oxford University Press. P.59.
- Gates, M. H. 2005. Archaeology and The Ancient Near East: Methods and Limits: A Companion to The Ancient Near East. Ed: Snell, D. C. Blackwell Publishing, UK, p65 – 78.
- Gough, A. 2016. *The Pollen Gods*. Web Sitesi: https://andrewgough.co.uk/articles_pollen/. Erişim Tarihi:19.09.2019.

- Gökgür, P. 2017. *Kentsel Mekânda Kamusal Alanın Yeri*. Bağlam Yayınları 295, İnceleme – Araştırma 204. ISBN: 978-975-8803-88-0.
- Graber, R. B. and Roscoe, P. 1988. Introduction: Circumscription and The Evolution of Society. *American Behavioral Scientist*, 31 (4): 405 – 415.
- Handcock, P. S. P. 1912. *Mesopotamian Archaeology: An Introduction to The Archaeology of Babylonia and Assyria*. G. P. Putnam's Sons, New York, US. 423p.
- Harmankaya, S., Köroğlu, K., ve Sivas, H. 2011. *Eski Mezopotamya ve Mısır Tarihi*. T. C. Anadolu Üniversitesi Yayını No: 2280. ISBN 978-975-06-0954-1.
- Hodder, I. 2007. Çatalhöyük in the context of the Middle Eastern Neolithic. *Annu. Rev. Anthropol.*, 36 (1): 105-120.
- Hunt, L., Martin, T. R., Rosenwein, B. R., Hsia, R. P., Smith, B. G. 2003. *The Making of The West Peoples and Cultures*. Bedford/St. Martin's, Boston, p.9. ISBN: 978-0312409593.
- Kornienko, T. V. 2009. Notes on the cult buildings of northern Mesopotamia in the Aceramic Neolithic period. *Journal of Near Eastern Studies*, 68 (2): 81-102.
- Latham, K. J. 2013. Human health and the Neolithic Revolution: An overview of impacts of the agricultural transition on oral health, epidemiology, and the human body. *Nebraska Anthropologist*, 28 (1): 95 – 102.
- Leick, G. 2007. *The Babylonian World*. Roulette, Canada. 616p. ISBN: 9780415497831.
- MacNeish, R. S. 1992. *The origins of agriculture and settled life*. Norman: University of Oklahoma Press, US. 403p. ISBN: 0806123648.
- Matthews, R. 2003. *The Archaeology of Mesopotamia: Theories and Approaches*. Routledge, London. 256p.
- McCarter, S. F. 2007. *Neolithic*. Routledge. New York. 240p. ISBN: 9780203015322.
- Morton, J. 1987. *Fruits of Warm Climates*. Distributed by Creative Resource Systems, Inc. Box 890, Winterville, N.C. 28590, p.5 – 11. ISBN: 0-9610184-1-0.
- Nieuwenhuys, O. P., and Akkermans, P. M. M. G. 2019. Transforming the upper Mesopotamian landscape in the late Neolithic: Concluding the Neolithic: The Near East in the Second Half of the Seventh Millennium BCE. Ed: Arkadiusz, M. Lockwood Press. p.1 - 101. ISBN: 9781937040840.
- Oppenheim, A. L. 1977. *Ancient Mesopotamia: Portrait of a Dead Civilization*. The University of Chicago Press, US. 493p.
- Pollock, S. 1999. *Ancient Mesopotamia*. Cambridge University Press, UK. 272p. ISBN: 9780521575683.
- Price, T. D. and Bar-Yosef, O. 2011. The origins of agriculture: New data, new ideas: An introduction to supplement 4. *Current Anthropology*, 52 (S4): 163 – 174.
- Putterman, L. 2008. Agriculture, Diffusion and Development: Ripple Effects of The Neolithic Revolution. *Economica*, 75: 729 – 748.

- Sadowski, R.F. 2017. Neolithic Revolution: Encyclopedia of Food and Agricultural Ethics. Eds: Thompson, P., Kaplan, D., Springer, Dordrecht, 1 – 8. ISBN: 978-94-007-6167-4.
- Shepperson, M. 2009. Planning for the sun: Urban form as a Mesopotamian response to the sun. *World Archaeology*, 41 (3): 363 – 378.
- Taşçı, H. 2014. *Şehir, Mekân, Meydan*. Kaknüs Yayınları. ISBN 978-975-256-424-4.
- Uyanık, N. ve Berk, F. M. (2016). Mekân, Şehir ve Medeniyet Bağlamında Çatalhöyük. *Uluslararası Turizm ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*. Yıl: 2016, Sayı: 1, Sayfa: 1 – 13.
- Wallech, S., Daryae, T., Hendricks, C., Negus, A. L., Wan, P. P., & Bakken, G. M. 2013. *World history: A concise thematic analysis: Volume I*. Wiley – Blackwell, New York. 432p.
- Weisdorf, J. L. 2005. From foraging to farming: Explaining the Neolithic Revolution. *Journal of Economic Surveys*, 19 (4): 561 – 586.
- Winterhalder, B. and Kennett, D. J. 2006. Behavioral Ecology and The Transition From Hunting and Gathering to Agriculture: Behavioral Ecology and the Transition to Agriculture, Eds: Kennett, D. J. and Winterhalder, B., Berkeley: University of California Press, US, p1 – 21.
- Wrigley, G. 1995. Date palm, *Phoenix dactylifera*. Evolution of crop plants (2nd edition). Ed: Smartt, J. and Simmonds, N. W. Longman, London.
- Yıldız, N. ve Sohrabi, M. 2019. Hurma Ağacının (*Phoenix dactylifera* L.) İklim ve Toprak İstekleri. *Uluslararası Mühendislik, Tasarım ve Teknoloji Dergisi*, 1 (12): 64 – 70.
- Zeybek, O. 2020. Bitkisel Tasarım ve Kent Kimliği İlişkisi. *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.* 34 (Özel Sayı): 185 – 196.



Soğuk Plazma Uygulamasının Gıda Bileşenleri Üzerine Etkileri^A

Ömer Şerif AYDIN^{1*}, Pınar MANARGA BİRLİK², Yasemin ŞAHAN³

Öz: Isıl işlemlerin gıdaların duyuşal özelliklerinde sebep olabildiğı değişim, protein denatürasyonu, vitamin kaybı gibi olumsuz etkiler ve tüketici beklentileri çalışmalarını ultrases, ışınlama, yüksek hidrostatik basınç, vurgulu elektrik alan, ohmik ısıtma, mikrofiltrasyon, gibi ısıl olmayan teknolojilere yönlendirmektedir. Söz konusu teknolojiler içerisinde bulunan soğuk plazma uygulamaları düşük maliyet, kısa işlem süresi ve gıda güvenliği açısından son yıllarda önem kazanmaktadır. Ancak arzu edilen ürün kalitesine ulaşabilmek için soğuk plazma uygulamasının, gıda bileşenleri ile etkileşimleri ve bu etkileşimlerin sonuçlarının bilinmesi gerekmektedir. Bu çalışmada gıdalardaki soğuk plazma uygulamalarının, protein, lipid, karbonhidrat ve biyoaktif bileşenler gibi gıda bileşenleri üzerine etkileri derlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Biyoaktif bileşen, karbonhidrat, lipid, protein, soğuk plazma.

Effects of Cold Plasma Application on Food Components

Abstract: Negative effects such as changes in sensory properties, protein denaturation, loss of vitamins and consumer expectations that heat treatments can cause in foods lead studies to non-thermal technologies such as ultrasound, irradiation, high hydrostatic pressure, pulsed electric field, ohmic heating, microfiltration. In recent

^A Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir. Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır.

^{1*} **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** ¹ Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Bursa, Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa, omerserif.aydin@tarimorman.gov.tr, [OrcID 0000-0002-9749-5972](https://orcid.org/0000-0002-9749-5972)

² Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Bursa, Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa, pınar.manargabirlik@tarimorman.gov.tr, [OrcID 0000-0001-8902-1796](https://orcid.org/0000-0001-8902-1796)

³ Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa, yasemins@uludag.edu.tr, [OrcID 0000-0003-3457-251X](https://orcid.org/0000-0003-3457-251X)

years, cold plasma applications, among these technologies, have gained importance in terms of cost, short processing time and food safety. However, in order to achieve the desired product quality, it is necessary to know the cold plasma application interactions with food components. Therefore, this review were explore the effects of cold plasma applications in food components such as protein, lipid, carbohydrate and bioactive components.

Keywords: Bioactive ingredient, carbohydrate, lipid, protein, cold plasma.

Giriş

Isıl işlemlerin gıdalarda sebep olabildiği enzimatik olmayan esmerleşme, protein denatürasyonu, duyuşal özelliklerin değişimi, vitamin kaybı gibi olumsuz etkiler ve tüketicilerin besin içeriği yüksek gıda beklentileri araştırmacıları ısıtılmayan teknolojilere yönlendirmektedir. Işınlama, ultrases, vurgulu elektrik alan, yüksek hidrostatik basınç ve soğuk plazma gibi teknikler oda sıcaklığında mikroorganizmalara ve gıda bulaşanlarına karşı etkili olan, gıdaların raf ömrünü uzatan ve ısının gıdalar üzerindeki olumsuz etkilerini elemine edip güvenliğini sağlayan teknolojilerdir (Asl ve ark., 2022; Kopuk ve ark., 2022). Bu teknolojiler içerisinde soğuk plazma; düşük işlem sıcaklığı, kısa işlem süresi ve çok sayıda reaktif türlerin etkili olması gibi avantajlarıyla kullanım alanı genişlemekte ve ısıtılmadan kaçınarak gıdaların işlenmesine olanak sağlamaktadır (Şen, 2015). Gıdalarda soğuk plazma uygulamalarına yönelik araştırmalar, fiziksel, kimyasal ve fizyolojik etkiler, gıdanın fonksiyonel özelliklerinin değiştirilmesi, mikrobiyal yükün azaltılması, kimyasal bulaşanların dekompozisyonu, proteinlerin ve yağların manipülasyonu üzerine yoğunlaşmaktadır (Saremnezhad ve ark., 2021).

Plazma; elektronlar, iyonlar, radikaller, aktif türler, uyarılmış atomlar ve moleküller içeren iyonize gaz karışımıdır (Hosseini ve ark., 2018). Plazma, termal ve düşük sıcaklık plazması olmak üzere ikiye ayrılmaktadır (Misra ve ark., 2019). Termal plazma durumunda, ısıtılmış gazın iyonizasyonundan sonra (~10.000 K) tüm iyonlar, elektronlar ve kimyasal türler arasında termodinamik denge oluşmakta ancak yüksek sıcaklık ve basınç gıda işleme için uygun olmamaktadır. Düşük sıcaklıktaki plazma ise yarı denge (100-150°C) ve dengede olmayan (<60°C) plazma olarak ayrılmaktadır (Barbosa-Cánovas ve ark., 2022). Yarı denge plazmada ortamdaki gaz molekülleri ve elektronlar arasında termodinamik bir denge mevcuttur (Kopuk ve ark., 2022). Dengede olmayan plazmada ise uygulanan enerji sonucu gaz parçacıkları, atomlar ve elektronlar arasında elastik bir çarpışma meydana gelmekte, bu durum da yüksüz parçacıkların ve nötr iyonların hızlı soğumasına neden olacak şekilde kinetik enerjinin diğer parçacıklara geçişine yol açmakta fakat elektronlar soğumamaktadır. Termodinamik olarak denge halinde olmayan bu plazma, atmosferik basınçlı soğuk plazma olarak adlandırılmaktadır (Pohl ve ark., 2022). Bu plazmada hava, oksijen, azot, argon ve helyum gibi soy gazlar veya çeşitli gazların kabul edilebilir bir oranda kombinasyonu kullanılabilir (Barbhuiya ve ark., 2021). Ancak pratik uygulamalarda uygun maliyetli plazma, atmosferik havadan üretilmektedir. Ortam havası oksijen ve nitrojen açısından zengin olduğundan, üretilen plazma ağırlıklı olarak reaktif oksijen (ROS) ve azot türleri (RNS) gibi aktif elementlerle doludur. Atmosferik hava plazmasında en yaygın olarak bulunan reaktif karışım O,

*OH, O₂, O₃, O₂⁻, HO₂, H₂O₂, N, N₂⁻, NO, NO₂, NO₃ ve N₂O'dir. Ek olarak, plazma nemle temas ettiğinde H₂O₂, NO₂, NO₃ ve O₃ gibi reaktif türler üretilir; bu türler uzun ömürlü reaktif türler olarak belirtilmektedir (Dharini ve ark., 2023).

Mikrodalga boşalım, dielektrik bariyer boşalım (DBD), atmosferik basınçlı plazma jetleri (APPJ), ısıtılı boşalım, korona boşalım, kayma ark boşalım ve radyo frekanslı boşalım gibi farklı soğuk plazma üretim teknikleri bulunmaktadır (Mandal ve ark., 2018; Bangar ve ark., 2022). Söz konusu tekniklerin özellikleri Çizelge 1'de belirtilmiştir.

Çizelge 1. Farklı Plazma Üretim Tekniklerinin Özellikleri

Plazma Üretim Şekli	Özellikleri	Kaynak
DBD	-Atmosferik basınçta veya yüksek basınçlarda çalışabilir -Farklı gazlarla çalışılabilir. -Geniş alanlara uygulanabilir -Değişik elektrot geometrileriyle tasarlanabilir. -Homojen bir boşalım sağlanabilir. -Ateşleme voltajının yüksek (>10 kV) olması nedeniyle belirli önlemler ve önemli izolasyonlar gereklidir.	(Phan ve ark., 2017;Kandemir ve ark., 2021)
Korona Boşalım	-Karmaşık ekipmanlara ihtiyaç duymaz. -Uygulama maliyeti düşüktür. -Homojen olmayan uygulama mevcuttur. -Küçük yüzey alanlarına uygulanabilir	(Saremnezhad ve ark., 2021;Kopuk ve ark., 2022)
Plazma jetleri	-Uygulama kolaylığı mevcuttur. -Küçük plazma boyutlarıyla tasarlanabilir. -Dar boşluklara nüfuz edebilir. -Yüksek sıcaklıklar numuneye zarar verebilir.	(Phan ve ark., 2017; Kandemir ve ark. 2021; Asl ve ark., 2022)
Kayma ark boşalım	-Operasyonel olarak esnekler. -Hassas bir güç kaynağı sistemi ile stabil bir çalışma imkanı vardır. -Farklı gazlarla düşük sıcaklıklarda plazma üretim olanağı sağlar.	(Chizoba Ekezie ve ark., 2017; Kopuk ve ark., 2022)
Isıtılı boşalım	-Yüksek hacimde ve düşük sıcaklıkta plazma üretimi sağlanır. -Yüksek maliyet ve uzun işlem süresi gibi dezavantajları bulunmaktadır.	(Şen, 2015; Saremnezhad ve ark., 2021)
Radyofrekans boşalım	-Hz-MHz frekans aralığında uygulanabilir. -Hassas koşullarda çalışılmalıdır.	(Bozkurt, 2014; Kandemir ve ark., 2021)
Mikrodalga boşalım	-Elektrotsuz kurulum ve hava ortamında ateşleme gibi avantajları vardır. -Geniş alanları dekontamine edebilir. -Yüksek sıcaklıklar numuneye zarar verebilir.	(Phan ve ark., 2017; Bangar ve ark., 2022)

Soğuk Plazma Uygulamasını Etkileyen Faktörler

Soğuk plazma uygulamasını etkileyen faktörler; oluşan reaktif türlerin çeşidi ve konsantrasyonu, işlem için kullanılan gaz veya gazlar, uygulama şekli, kullanılan plazma cihazı ve cihaz koşulları, işlem süresi, gıdanın fiziksel durumu, ortamın ve gıdanın nemi, gıdanın yüzey yapısı ve bileşimi olarak sıralanabilmektedir (Chizoba Ekezie ve ark., 2017; Saremnezhad ve ark., 2021).

Reaktif türlerin çeşidi, etki mekanizmaları ve ömürleri gıda üzerinde etkilidir. Reaktif mono oksijen türleri ve serbest hidrojen iyonlarının, kısa yarı ömürleri ve uçuculukları nedeniyle plazma kaynağının uygulama yapılacak alana daha yakın olması gerekmektedir. Reaktif türlerden hidrojen peroksitin yarı ömrünün daha fazla olması sebebiyle penetrasyon derinliği daha fazladır (Surowsky ve ark., 2016; Warne ve ark., 2021). Voltaj ve frekans gibi işlem faktörleri, plazmanın etkinliğini ve reaktif türlerin konsantrasyonunu etkilemektedir (De Castro ve ark., 2020; Sharafodin ve Soltanzadeh, 2022). İşlem süresinin uzatılması, reaktif türlerin gıda bileşenlerine etki süresini arttırarak, yeni bileşikler oluşmasına sebep olmakta veya bozunma reaksiyonlarına katılım için yeterli zamana sahip olmasını sağlamaktadır (Saremnezhad ve ark., 2021). Bu parametrelerin gıda makromoleküllerinin modifikasyonu üzerindeki etkileri ürüne özgüdür (Kopuk ve ark., 2022). Akış hızı, deşarjın çalışmasını, reaktif türlerin gıdaya etki etme süresini ve reaktif türlerin kütle transfer sürecini etkileyebilmektedir. Akış hızını arttırarak, reaktif türlerin çarpışma ve reaksiyon olasılıkları arttırılabilmesine rağmen, yüksek akış hızı reaktif türlerin gıdayla etkileşim süresini azaltmaktadır (Zhang ve ark., 2017). Sütte yapılan bir çalışmada uzun işlem süresi, yüksek gerilim ve yüksek akış hızının daha yüksek viskoziteye yol açtığı belirtilmiştir (Wu ve ark., 2020).

Gaz akış hızı, gıdaların pH değerlerini önemli ölçüde etkilemektedir. Artan akış hızı sayesinde asidojenik moleküllerin su ile reaksiyona girmesi sonucunda daha fazla nitrik asit veren ürünler oluşmakta ve gıdanın pH'sı düşmektedir (Sruthi ve ark., 2022). Ayrıca, daha düşük pH'larda daha yüksek redoks potansiyeli ve iletkenlik üretilmekte ve daha fazla reaktif tür oluşumu sağlanmaktadır. Bu durum özellikle antimikrobiyal potansiyeli yükseltmektedir (Pan ve ark., 2019). Plazma ortamında nemin varlığı, farklı potansiyellere sahip farklı reaktif türlerin (hidrojen peroksit, süperoksit anyonları, perhidroksil radikalleri ve diğer ROS) oluşumuna yol açabilmektedir (Saremnezhad ve ark., 2021). Nispeten yüksek su buharı içeriğine sahip havada, elektronlar ve su molekülleri negatif iyonlar oluşturmaktadır. Negatif iyonlar, elektrik alanında düşük bir hıza sahiptir, bu da iyonlaşma olasılığını azaltmaktadır. Düşük su buharı konsantrasyonlarında bozulma voltajı daha düşüktür (Laroque ve ark., 2022).

Gıdanın fiziksel durumu, gözenekli olup olmaması, yüzey yapısı reaktif türlerin penetrasyonunu etkilemektedir. Peynir gibi gözenekli yapıda olan katı bir gıdada reaktif türler penetre olduğu kadar etkin olmaktadır. Süt gibi sıvı gıdada ise tüm bileşenler plazma ile temas halinde olup, penetrasyon derinliğinin önemi daha azdır (Coutinho ve ark., 2018). Çözeltilerde, plazma türlerinin çözelti bileşenleriyle etkileşimi, protein inaktivasyonunu daha da tetikleyen ikincil reaktif türleri teşvik edebilmektedir. Kuru gıdalarda ise üst tabaka, plazma türlerinin geçişine karşı bir bariyer görevi görmektedir (Sruthi ve ark., 2022).

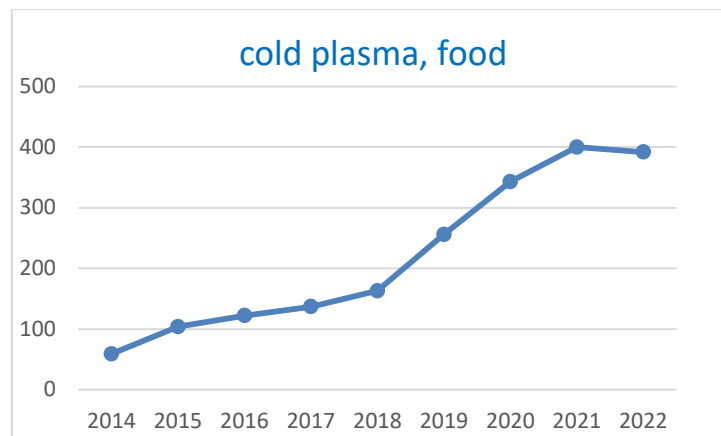
Reaktif türler, gıdaya doğrudan veya dolaylı olarak ayrıca su gibi plazma ile aktive edilmiş çözeltiler (PAS) vasıtasıyla iletilebilmektedir (Xu ve ark., 2016; Warne ve ark., 2021). Doğrudan maruz kalma yönteminde, plazma kaynağı ile gıda arasına bir mesafe konarak gıda plazma boşalmasına maruz bırakılır, bu şekilde reaktif türlerin gıdaya etkileşimi en üst düzeydedir, ancak gözenekler nedeniyle karmaşık yüzeylerde homojen muamele elde etmek zordur (Şen, 2015; Kopuk ve ark., 2022). Dolaylı plazmalarda, plazma gıdadan ayrı bir haznede üretilir ve nitrik oksit veya ozon gibi uzun ömürlü reaktif türler gıda ile temas halindedir. Bu yöntemde, kısa ömürlü nötr reaktif türler gıdaya ulaşmamaktadır. Bu işlemle gıdaya iletilen ısı miktarı azalmaktadır ayrıca

yüklü parçacıklar gıdaya ulaşmadan önce yeniden birleştikleri için işlemden bir rolü olmamaktadır (Coutinho ve ark., 2018). Yalnızca uzun ömürlü türler gıdayla etkileşime girebilir ve bu şekilde doğrudan maruz kalmanın sebep olabileceği zararlardan kaçınılabılır (Sarangapani ve ark., 2018). PAS, daha yeni bir işleme yöntemi olup, potansiyel bir yıkama dezenfektanı olarak büyük ilgi görmektedir. Bu yöntemle, dekontaminasyonun yanı sıra, tohum çimlenmesi, bitki büyümesi ile et kütleme gibi alanlarda çalışmalar da yapılmaktadır (Zhao ve ark., 2020).

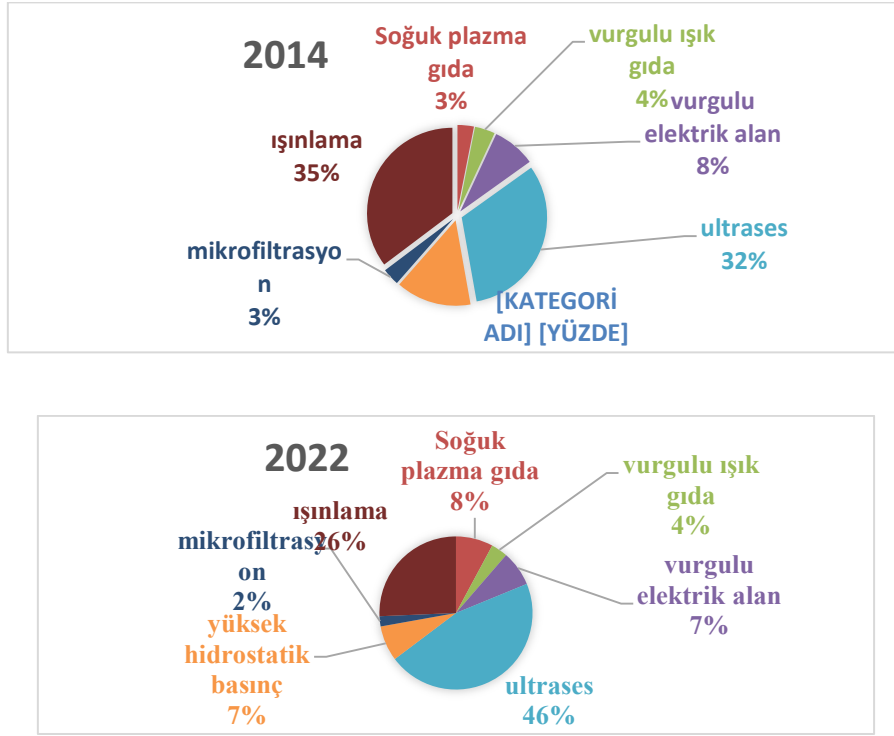
Soğuk Plazmanın Gıdalarda Kullanım Alanları

Soğuk plazma, başlangıçta polimerlerin baskı ve yapışma özelliklerini iyileştirmek, malzemelerin yüzey enerjisini arttırmak için kullanılmış olmasına rağmen, günümüzde tekstil, gözlük, kâğıt ve diğer ürünleri işlemek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Gıda alanında ise, daha çok gıda ürünlerinin ve ambalaj malzemelerinin yüzeylerinin mikrobiyal dekontaminasyonu için kullanılmaktadır (Kim ve ark., 2015; Chizoba Ekezie ve ark., 2017). Ayrıca, tohum çimlenme performansının artırılması, zirai kimyasal kalıntıların ve toksinlerin giderimi, atık su arıtımı, gıda bileşenlerinin işlevsel modifikasyonu ve gıda dehidrasyonu gibi pek çok farklı alanda kullanım olanakları araştırılmaktadır (Chizoba Ekezie ve ark., 2017)

Herhangi bir kimyasal kullanmadan, mikroorganizmaları ve enzimleri inaktive etmesi, toksinleri ve pestisitleri degrade etmesi nedeniyle yeşil teknik olarak kabul edilen soğuk plazmanın; güçlü sterilizasyon etkisi, gerek ekipman olarak gerekse enerji tüketimi olarak maliyetinin düşük olması, lokal uygulama olanağı tanınması, gıdaların fiziksel ve duyuşal özellikleri üzerine etkisinin sınırlı olması, ambalaj yapısına olumsuz etkisinin olmaması ve toksik atık bırakmaması gibi pek çok avantajı bulunmaktadır (Yangıç Yüksel ve Karagözlü, 2017; Asl ve ark., 2022). Soğuk plazmanın belirtilen avantajları ve geniş kullanım alanı araştırmacıların dikkatini çekmekte ve bu konudaki araştırmalar artan bir seyir izlemektedir. 2014-2022 yılları arasında “cold plasma ve food” anahtar kelimeleri kullanılarak “Web of science” sitesinde yapılan tarama sonuçları Şekil 1’de verilmiştir. Ayrıca, termal olmayan uygulamalar arasında da kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır (Şekil 2).



Şekil 1. 2014-2022 yılları arası Web of science sitesinden ‘cold plasma, food’ anahtar kelimesi kullanılarak bulunan akademik yayın sayısı



Şekil 2. Bazı termal olmayan teknolojilerin 2014-2022 yıllarında Web of science'da yayımlanan makale oranları

Soğuk Plazmanın Gıda Bileşenlerine Etkisi

Proteinlere Etkisi

Soğuk plazmanın protein ile ilgili modifikasyonları genel olarak üç başlıkta toplanabilmektedir (Segat ve ark., 2015; Dharini ve ark., 2023).

1. Parçalanma: Protein yan zincirlerin oksidasyonu, reaktif türler tarafından gerçekleştirilebilir, ayrıca UV radyasyonu peptid zincirini parçalayabilir. Bunun sonucunda fonksiyonel özelliklerde iyileştirme görülmektedir.

2. Çapraz bağlama: Sülfhidril grupların oksidasyonu, disülfid bağları oluşturmak üzere çapraz bağlanmaya yardımcı olan karboniller üretir. Bu olay hidrofobik grupları ortaya çıkarmakta ve böylece emülsifiye edici özellikleri artırmaktadır.

3. Konformasyonel değişiklikler: α -Helix ve β -tabakaları proteinlerin ikincil yapısının ana bileşenleridir ve oksidasyon nedeniyle değişirler. Bu da gıdalarda zararlı enzimlerin aktivitesini ve alerjeniteyi azaltmaktadır.

Proteinler besleyici özelliklerinin yanında ara yüzey aktiviteleri, tekstür, çözünürlük, termal stabilite gibi teknolojik özellikleri açısından da önemli gıda bileşenleridir. Aminoasitlerin çeşidi ve dizilimi bu özellikleri etkileyen en önemli faktördür (Mollakhalili-Meybodi ve ark., 2021). Soğuk plazma uygulaması sonucu oluşan

reaktif oksijen türleri ve reaktif azot türleri ile aminoasitler arasındaki etkileşim, proteinlerin yapısının değişmesi dolayısıyla çözünürlük, emülsifiye etme ve köpürme özellikleri gibi fonksiyonel özelliklerinin değişmesine neden olmaktadır.

Yapılan bir çalışmada aminoasitlerin sulu çözeltilerine soğuk plazma uygulanması (Düşük frekanslı plazma jet, helyum gaz akış hızı 2.0 L dk.⁻¹, 1 ml 1.0 mM⁻¹ amino asit çözeltisi, uygulama mesafesi 20 mm) sonucunda aminoasitlerde bozunma gözlemlendiği belirtilmiştir. Bozunmanın sebebinin pH kaynaklı bir kimyasal parçalanma olmadığı ve soğuk plazma ile oluşan reaktif türlerin etkili olduğu bildirilmiştir. Tirozin, fenilalanin ve triptofandaki aromatik halkaların hidroksilasyonu ve nitrasyonunun gerçekleştiği; sisteinde tiyol gruplarının sülfonasyon ve disülfid bağı oluşumunun gözlemlendiği; metioninin sülfoksidasyonu; histidin ve prolinde beş üyeli halkaların açıldığı ve amidasyonun gerçekleştiği ifade edilmiştir (Takai ve ark., 2014).

Kükürt içeren ve aromatik aminoasitlerin reaktif oksijen türlerine karşı daha hassas olduğu saptanmıştır. Sistein ve metionin özellikle OH⁻ ve ¹O₂ ne duyarlı oldukları rapor edilmiştir. Sistein ve metionin içindeki tiyol gruplarının ROS tarafından oksidasyonu, disülfid bağlarının oluşumuna yol açtığı ve bunları sırasıyla sistein ve metionin sülfoksite dönüştürdüğü belirlenmiştir (Surowsky ve ark., 2016). Aminoasitlerin oksidasyonunun bir göstergesi olan karbonil içeriğinin plazma işleminden sonra arttığı da rapor edilmiştir (Bozkurt, 2014; Mehr ve Koocheki, 2020).

Reaktif türler için birincil hedef kükürt içeren ve aromatik olan aminoasitlerdir. Bunları sırayla beş üyeli halka aminoasitler ve basit karbon zincirli aminoasitler takip etmektedir. Ayrıca, reaktif plazma türlerine maruz kalmak ile (i)kükürt içeren karbon zincirli aminoasitler hızla okside olup sülfonatlanabilmekte (ii) OH ile benzen halkası arasındaki bağlantının kopması nedeniyle aromatik amino asitlerin benzen halkası kolayca hidroksile olup nitratlanabilmekte, (iii)n-NH-C=O bağı parçalanıp beş üyeli halkanın kolayca açılabilmesi sağlanmakta, (iv) karbon zincirli amino asitlerin okside olması ve böylece doymamış bağların oluşması nedeniyle çeşitli ürünler oluşabilmektedir (Zhou ve ark., 2016).

Kısa ve uzun taneli pirinç ununun aminoasit profiline soğuk plazmanın etkisinin araştırıldığı çalışmada; treonin, glutamik asit, fenilalanin, asparagin, histidin, prolin, izolösin, amino butirik asit, serin ve triptofan artarken aspartik asit, arginin ve glutaminin azaldığı, yani aromatik aminoasitler artarken, asidik ve bazik aminoasitlerin azaldığı belirtilmiştir. Sistein, metionin ve lizin oranı kısa taneli pirinçlere oranla uzun taneli pirinçlerde daha fazla bulunmuştur. Bu değişikliklerin soğuk plazma işlemi (DBD plazma, 250g örnek, % 45 bağıl nem, voltaj 60-70 k, 5-10 dakika süre) sırasında ozon oluşumuna bağlı olduğu ifade edilmiştir (Pal ve ark., 2016). Soğuk plazmada bulunan reaktif türlerin, peptid bağlarını kırabileceği, aminoasit yan zincirlerini oksitleyebileceği, proteinler içinde çapraz bağlar oluşturabileceği ve molekül içi ve moleküller arası disülfid bağlarının oluşumuna sebep olabileceği bildirilmiştir (Mollakhalili-Meybodi ve ark., 2022). Proteinlerin uzamsal yapısı onların fonksiyonel ve biyolojik özelliklerini belirlediğinden, soğuk plazma ile oluşan reaktif türler ve aminoasitler arasındaki etkileşim ile proteinlerin uzamsal yapısı ve dolayısıyla fonksiyonel özellikleri değişebilmektedir. Protein çeşidinde plazma türü, reaktif gaz, çalışma koşulları, numune hacmi ve aminoasit bileşimine bağlı olarak yapısal değişiklikler gerçekleşebilmektedir (Kopuk ve ark., 2022). Diğer taraftan düşük basınçlı soğuk plazma uygulanmasının, kontrol numunesiyle kıyaslandığında çiğ sütün protein içeriğini

değiştirmediyini belirten veya soğuk plazma uygulamasıyla yağsız süt tozunun aminoasit profilinde önemli bir değişiklik olmadığını belirten çalışmalar da mevcuttur (Chen ve ark., 2019; Manoharan ve ark., 2021).

Proteinlerin yapısının değişmesi; çözünürlük, emülsifiye etme ve köpürme özellikleri gibi fonksiyonel özelliklerinin değişmesine neden olmaktadır. Çizelge 2’de gıdalara uygulanan soğuk plazma işlemi sonucunda proteinlerde gerçekleşen değişiklikler gösterilmiştir.

Çizelge 2. Soğuk plazma işleminin proteinler üzerine etkisi

Örnek	Soğuk plazma türü	İşlem koşulları	Oluşan değişiklikler	Kaynak
<i>Pisum sativum</i> ‘Salamanca’ unu	SBDB: Yarı direkt bariyer boşalım	4.75 g örnek, 12 mm mesafe, 10 dak süre, 3.0 kHz 8.8 kVPP, sinüsoidal voltaj	-Proteinlerin çözünürlükleri % 191’e yükselmiş -Su ve yağ bağlama kapasitelerinin sırasıyla % 113 ve % 116’ya yükselmiş	(Bubler ve ark., 2015)
Sert, yumuşak buğday unları	DBD plazma	250g örnek, %45 nisbi nem, 60-70 kV voltaj, 5-10 dakika süre	-Hamur mukavemetinde ve optimum karıştırma süresinde gelişme -Uygulanan voltaj ve sürenin artmasıyla elastikiyet ve vizkozite artış -Hem güçlü hem de zayıf buğday ununun β -sheets yapısında azalma, α -helislerde ve β -turns yapısında artış	(Misra ve ark., 2015)
Peynir altı suyu proteini izolatu	Atmosferik soğuk plazma	30 ml örnek, 70 kV voltaj 1, 5, 10, 15, 30 ve 60 dakika süre, ortam havası	-Serbest sülfhidril gruplarının kaybıyla karbonil içeriği ve yüzey hidrofobikliğinde artış -Proteinler arasındaki açılma ve ağ oluşumu nedeniyle protein esnekliğinde artış ve böylece köpürme ve emülsifiye edici özelliklerinde gelişme -Uygulamanın 30-60 dakikaya uzatılması köpük oluşumunu olumsuz etkileyen protein agregatlarının oluşumuna sebep olmuş fakat proteinin stabilitesini arttırmış	(Segat ve ark., 2015)
Buğday unu			-Proteinlerin moleküler ağırlığı ve çözünürlüğü değişerek glüten ağı ve su bağlama kapasitelerinde ve hamur mukavemetinde değişiklik	(Bahrami ve ark., 2016)
Sığır akciğer proteini	DBD plazma	80 kV voltaj, 15 dakika süre	-Sığır akciğer proteinlerinin çözünürlüğünde önemli ölçüde azalma, yağ tutma kapasitesinde önemli bir artış	(Pérez-Andrés ve ark., 2019)
<i>Argentinus ilex</i> protein konsantresi	Atmosferik plazmanın	60 kV; 15, 60, 120, 180, 240 ve 300 s	-Karbonil içeriğinde önemli bir artış -sülfidril grubu içeriğinde azalma, -Doku profili analizi, renk özellikleri ve su tutma kapasitesinde önemli bir artış -Yüksek derecede protein agregasyonu	(Nyaisaba ve ark., 2019)
Buğday tanesi ve buğday unu	DBD Plazma	5 g örnek, 5-30 dakika süre, 80 kV	-Buğday ununun hidrasyon özelliklerinde artış -Su tutma kapasitesinde, hamur kıvamında ve viskozitelerinde artış -Protein yapısında değişiklik yok	(Chaple ve ark., 2020)
Soya protein izolatları	Atmosferik soğuk plazma	80-100-120 Hz 1-10 dakika	-80 ve 120 Hz’de protein çözünürlüğünde artış -100 Hz’de 5 dakika içinde bir azalma ve ardından 10 dakikada bir artış -120 Hz ve 2 dk. Da en yüksek protein	(Zhang ve ark., 2020)

			çözünürlüğü ve % 282'ye kadar artış -Emülsifiye etme özelliği kontrol ile karşılaştırıldığında % 56 - % 168 artış -Köpürme özellikleri % 60 - % 194 artış -120 Hz, 5 dak IgE bağlayıcı seviyesi kontrole göre % 75'e kadar düşmüş -80 Hz de emülsifiye etme özelliklerinde iyileşme -Reaktif oksijen türlerinin neden olduğu oksidasyon proteinlerin ikincil ve üçüncül yapısında değişimlere sebep olmuştur.	
Yağsız süt	Atmosferik basınç soğuk plazma	1, 2, 3, 4 ve 5 dak 0.9 mol N ₂ ve 0.1 mol O ₂ mol başına besleme gazı	-Önemli derecede pH'ı düşüşü, -Titre edilebilir asitlikte artış -Süre uzadıkça partikül büyüklüğünde artış yani protein agregasyonu -5. dak sonunda daha fazla esmerleşme	(Sharma ve Singh, 2020)
Bezelye proteini	DBD plazma	3500 Hz, 10 µs, 10 dakika, 0-30 kV, 0-1 A	- 70 °C ile 90 °C arasında jel oluşumu (kontrol 95 °C üzerinde) -Protein açılması ve fibril agregatlarının oluşması ile denatürasyon sıcaklığında düşme	(Zhang, Huang ve ark., 2021)
Soya protein izolatu	DBD plazma	0, 5, 10, 15 dk. 16, 18, 20 kV	-Emülsifiye edici özellikler, çözünürlük, su tutma kapasitesi ve köpürme aktivitesinde artış - En yüksek değerler 18 kv'da 15 dak -Sürenin uzatılmasıyla serbest ve reaktif sülfhidril ve serbest karbonil içeriğinde artış -Voltaj 18 ve 20 kV'a yükseltildiğinde molekül içi hidrojen bağlarının oluşumu ve protein agregatları üretiminde artış	(Sharafodin ve Soltanzadeh, 2022)
Bezelye proteini	Atmosferik soğuk plazma		-pH 2'de reaktif türlerin protein denatürasyonu ve disülfid bağı çözünür agregatların oluşumu -Jelleşme ve emülsifikasyonda önemli bir artış -Reaktif türlerden O ₃ ve OH proteinin yüzey hidrofobikliğinde ve β-sheet içeriğinde önemli bir artış oluşturmuş -H ₂ O ₂ proteinin beyazlığını arttırırken, protein yapısı ve işlevselliği üzerindeki etkisinin en düşük düzeyde oluşmuş	(Bu ve ark., 2022)
Koyun sütü	DBD plazma	Ortam havası, 40 W giriş gücü 30, 180 ve 300 saniye	-Mikrobiyal inaktivasyonun pastörize edilen sütte benzer -Daha küçük kazein misel boyutları -pH ve a* değeri uygulama süresi arttıkça biraz düşüş -Dondurularak kurutulmuş sütte nem miktarında azalma -300 saniye işlem gören sütte daha düzgün bir mikroyapı ve daha iyi protein dağılımı	(Wang ve ark., 2022)
Soya ve bezelye protein preparatı	Plazma jet	Hava akış hızı 1 L dk ⁻¹ . mesafe 13 cm	-Preparatların aktive edilmiş çözeltileri yoluyla nitrit ilavesinin sosilerin raf ömrünü uzattığı -Bitkisel protein preparatlarının orjininin, üründe farklı kalıntı nitrit seviyelerine yol açtığı	(Marcinkowska-Lesiak ve ark., 2022)

Lipidlere Etkisi

Serbest radikaller, özellikle doymamış yağ asitlerini çift bağlardan okside etmekte ve lipitlerin kalitesini düşürmekte ve toksik aldehytler üretmektedir (Dharini ve ark., 2023). Doymamış yağ asitlerinde bulunan, C=C bağına etki etmek için gereken enerji C-H bağına etki etmek için gereken enerjiden daha düşüktür. Bu nedenle OH, ¹O₂ gibi reaktif oksijen türleri için öncelikli hedeflerdir. Yağ asidi içindeki çift bağ sayısı arttıkça reaktif oksijen türlerinin saldırılarına daha açık hale gelmektedir. Oksidasyona eşlik eden peroksit radikalleri C-H bağlarının kırılmasına sebep olmaktadır. Oluşan hidroperoksitler çeşitli reaksiyonları başlatabilir veya kısa zincirli yağ asitleri, aldehytler ve hidroksi asitler keto asitlerin oluşmasına yol açarlar. Lipit peroksidasyonunun gıdaların duyuşal özellikleri üzerine etkisi de oldukça fazladır (Surowsky ve ark., 2016; Gavahian ve ark., 2018).

Lipitlerin muhtemelen yüzeye yakın olmasından dolayı hücre membranlarındaki en savunmasız makromoleküller olduğu düşünülmektedir. Membran lipitlerinin değişimi makromoleküllerin sızmasına neden olmaktadır (Coutinho ve ark., 2018). ROS'un lipitlerle etkileşimi sonucunda doymamış yağların çift bağları parçalanabilmekte ve yağ asidi radikalleri oluşabilmektedir. Hidroperoksitler, lipit dekompozisyonu veya eter ya da peroksit köprüleriyle yağ asidi zincirlerine bağlanma gibi farklı reaksiyonlar başlatabilmektedir. Aldehytler off-flavor oluşturarak duyuşal kaliteyi etkileyebilmekte ve yeni karbonil grupları oluşabilmektedir. DBD ile oluşan ozon ile doymamış yağların reaksiyonu, stabil olmayan başlangıç ozonit bileşiklerinin oluşumuna yol açmaktadır. Plazma işlemi reaktif türlerin oluşumuna sebebiyet verdiği için lipit oksidasyonunu hızlandırmaktadır (Saremnezhad ve ark., 2021).

Balık yağına uygulanan soğuk plazma işlemi sonucunda (DBD plazma jet, Ar/ 0.6% O₂) 2-propenal, -2-pental, heptanal, 1-penten-3-one gibi oksidasyon ürünleri olduğu bildirilmiştir (Vandamme ve ark., 2015).

Bir başka soğuk plazma uygulaması (hava, 15-20 V, 60-120 s) lipitlerin ve glikolipitlerin konsantrasyonunda değişime neden olmamakla birlikte serbest yağ asidi ve fosfolipid içeriğinde değişime neden olmuştur. İşlem süresi ve uygulama voltajının artmasıyla n-hekzan ve hidroperoksitlerin arttığı, esansiyel bir yağ asidi olan linoleik asitte 20 V ve 120s işlem sonrasında % 100'lük bir azalma olduğu bildirilmiştir (Bahrami ve ark., 2016).

Trans yağ içermeyen soya fasulyesi yağının hidrojenasyonu amacıyla gerçekleştirilen soğuk plazma (HVCAP, 10 L dk⁻¹. akış hızı, 90 kV, % 5 hidrojen / % 95 azot veya % 100 H) işlemi sonucunda iyot değerinde 130.9'dan 91.9'a düşüş, doymuş yağ asitlerinde % 12, tekli doymamış yağ asitlerinde % 4.6 artış, doymamış yağ asitlerinde % 16.2 azalış gerçekleşmiştir. İşlemlerle birlikte linolenik ve linoleik asidin önemli derecede azaldığı; oleik, stearik ve palmitik asidin ise önemli derecede arttığı bildirilmiştir. İşlem sonucunda trans yağ tespit edilmemiştir (Yepez ve Keener, 2016).

Benzer bir başka çalışma sonrasında (DBD, % 15 H₂: % 85 He) iyot değerinde 60.89'dan 48.39'a düşüş gerçekleştiği bildirilmiştir. Trans yağ oranı % 1.44 olup bu değer iyot değerindeki % düşüş başına sadece % 0.07'lik trans yağ üretim anlamına gelmektedir ve geleneksel yöntemden yaklaşık 6.12 kat daha düşüktür. Serbest asitlik değeri ise 12-20 saatlik işlemde sonra % 43'e düşmüştür. Bu durum plazma ile hidrojenasyonunun yağ veya margarinin raf ömrünün uzatılmasına yardımcı olabileceğini göstermektedir (Puprasit ve ark., 2020).

15g örnek, % 40 bağıl nem, 60- 80 kV, 3- 30 dk. işlem koşullarıyla et ve süt ürünlerine DBD uygulamasında, reaktif türlerin doymamış yağ asitlerinin çift bağlarına bağlandığı, uygulanan voltaj ve işlem süresinin artmasıyla çift bağların azaldığı, süt ürünlerinin et ürünlerine kıyasla oksidasyona eğiliminin daha fazla olduğu, doymamış yağ asidi oranının azaldığı, ozon ve hidroksil radikallerinin en aktif radikaller olduğu ve işleme birlikte doymuş aldehitler, karboksilik asitler veya diğer ikincil oksidasyon ürünleri gibi yeni karbonil bileşiklerinin oluştuğu bildirilmiştir (Sarangapani ve ark., 2017a).

Kaju ile gerçekleştirilen bir başka (Işıltılı boşalım, 80 W- 50 kHz) uygulama sonrasında palmitik asit oranı % 0.09, stearik asit oranı % 1.5, oleik asit oranı % 0.62 artmış, linoleik asit oranında ise % 1.66 azalma gerçekleşmiştir (Alves Filho ve ark., 2019).

Queso fresco peynirine uygulanan HVCAP işlemi (10g örnek, % 65 O₂, % 30 CO₂, % 5 N₂ gaz kompozisyonu, 1 L dk⁻¹, 5 dk, 60- 80-100 kV, 60 Hz) sonrasında lipit oksidasyonu minimal düzeyde gerçekleşmiş, en düşük uygulama voltajında (60kV) en yüksek malondialdehit miktarı tespit edilmiştir (Wan ve ark., 2021).

Karbonhidratlara Etkisi

Karbonhidratlar da reaktif türlere karşı hassastırlar. Karbonhidratlarla ilgili değişiklikler genel olarak aşağıda özetlenmiştir (Dharini ve ark., 2023).

1. Depolimerizasyon: Plazma işlemi, hidrojen ayrılması nedeniyle C-OH bağımlı çözmektedir. Bunun sonucunda, çözünürlüğü ve su tutma kapasitesini artırmaktadır.
2. Çapraz bağlama: Oksitlenmiş nişastalar birbirleriyle veya lipitlerle çapraz bağlanmaktadır. Bu durum gıda kalitesini düşürmekte ve nişasta granülleri ile hamurlarını stabilize etmektedir.
3. Aşındırma: Polimer yüzeyine iyonların bombardımanı erozyona neden olmaktadır. Çimlenme verimini arttıran ve pişirme süresini kısaltan bir süreç olarak değerlendirilmektedir.
4. Fonksiyonel grupların eklenmesi: Plazma işlemi, polimer yüzeyine -COOH ve O-asetil esterler gibi polar fonksiyonel gruplar eklemektedir. Bunun sonucunda, polimerlerin hidrofilik doğasında artış gerçekleşmekte, tohum çimlenmesi gelişmekte ve su emilimi artmaktadır.

Portakal suyuna doğrudan ve dolaylı olarak uygulanan plazma işlemi (DBD, 70 kV, ortam havası, 20 ml örnek, 15-30-45-60 s) sonucunda her iki işlemin de oligosakkaritleri kısmi olarak parçaladığı ancak prebiyotik bir gıda olarak sınıflandırılmak için yeterli miktarda oligosakkarit bulunduğu bildirilmiştir. İşlem süresi uzadıkça yüksek polimerizasyon dereceli (DP) oligosakkaritlerin azaldığı, yüksek DP polisakkaritlerin bozunmasından dolayı sükröz ve DP3 olan oligosakkaritlerin arttığı bildirilmiştir. Söz konusu bozunmada ozonun etkili olduğu ve dolaylı işlemin daha etkili olduğu belirtilmiştir (Almeida ve ark., 2015).

Bir başka çalışmada soğuk plazma (DBD, 30-60 dk., 12.5 kHz, 15 kV) uygulamasının kavunun çözünen katı madde içeriğinde anlamlı bir fark yaratmadığı rapor edilmiştir (Tappi ve ark., 2016). Benzer sonuç domates

suyunda da (Kayma ark boşalım, 50 mL örnek, 50 Hz, 3.8 kV, 40 W, azot, 440 L h⁻¹ akış hızı, 0.6 s) elde edilmiştir (Starek ve ark., 2020). Kolza tohumlarına uygulanan soğuk plazma işlemi sonrasında (Korona boşalım plazma jet, 20 kV, 1.5 A, 58 kHz) kolza tohumlarının indirgen şeker içeriklerinde bir değişiklik olmadığı da bildirilmiştir (Puligundla ve ark., 2017).

2021 yılında yapılan bir başka çalışmada ise süte uygulanan soğuk plazma işlemi (DBD, 2 kV, 57 Ma, ortam havası, 3 ml dk⁻¹. akış hızı) sonucunda laktoz içeriğinin önemli ölçüde azaldığı bildirilmiştir. Bunun nedeninin ise sütte oluşan OH radikalının laktoz ile etkileşimine bağlanabileceği belirtilmiştir (Manoharan ve ark., 2021).

Soğuk plazmanın karbonhidratlara etkisine yönelik çalışmalar çoğunlukla nişastanın modifikasyonu üzerine yoğunlaşmıştır. Soğuk plazma uygulaması sonucu oluşan reaktif türler ile karbonil, karboksil ve hidroksil grupları gibi oksijen içeren nişasta polimerleri arasındaki kimyasal reaksiyonlar, pürüzsüz hidrofobik yüzeyleri pürüzlü hidrofilik yüzeylere dönüştürerek nişastanın fonksiyonel özelliklerinin değişimine neden olmaktadır (Barbhuiya ve ark., 2021). Uygulanan voltaj, plazma gazı ve işlem süresi gibi faktörler nişasta modifikasyonun belirleyicisidirler. Nişasta moleküler zincirlerinin aktif plazma reaktif türleri tarafından depolimerizasyonu nedeniyle nişastanın ortalama molekül ağırlığı azalmaktadır. Jelatinleşme sıcaklığındaki azalma, işlemden sonra kristallikte azalmaya bağlanmaktadır. Plazma türlerinin neden olduğu depolimerizasyon, aşındırma ve çapraz bağlanma nişastanın modifikasyonuna neden olmaktadır (Thirumdas ve ark., 2017). Depolimerizasyon, çapraz bağ oluşumu, hidrofilik yapının değişimi ve yeni fonksiyonel grupların oluşmasıyla nişastanın şişme kapasitesi, termal karakteristiği, yapışma özelliği, çözünürlüğü, vizkozite ve sindirilebilirliğini değiştirmektedir (Saremnezhad ve ark., 2021).

Soğuk plazmanın (RF plazma, 5g örnek, ortam havası, 0.15 mbar çalışma basıncı, 30- 40-50 W, 5-10-15 dk.) beluga (siyah) mercimeğinin yüzey özelliklerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, pişirme süresinin, plazma gücü ve işlem süresine bağlı olarak 30.25 dakikadan 20.45 dakikaya düştüğü; bunun sebebinin reaktif türlerin, dıştaki lifli kepek tabakasını açıp suyun nüfusunu kolaylaştırması olduğu ayrıca nişastanın depolimerizasyonunun, siyah mercimeğin yüzey bütünlüğünün bozulmasının ve suyun çekirdek açıklıklarından nüfuz etmesinin de pişirme süresinde azalmaya yardımcı olduğu bildirilmiştir. Ayrıca sertlikte 22.50'den 12.36 N'ye bir düşüş gerçekleşmiştir. Yazarlar soğuk plazma uygulamasının, yüzey aşındırma ve yüzeyin hidrofilizasyonu ile sonuçlandığını, sertlikteki azalma ve yapışkanlıktaki artışın, karbonhidrat fraksiyonunun depolimerizasyonundan, nişastanın veya düşük moleküler ağırlıklı yüzey parçacıklarının süzülmesinden, nişastanın jelatinizasyonunun ve akışkanlığının artmasından kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir. Ayrıca soğuk plazma uygulanmış örneklerdeki su absorpsiyonu artışının, suya yüksek afinite sergileyen dekstrin, maltoz, glukoz vb. gibi basit şekerlerin oluşumundan kaynaklanabileceği ifade edilmiştir (Saranganpani ve ark., 2017b).

Yüksek metoksilli pektinin modifikasyonu için uygulanan soğuk plazma işlemi sonucunda ise (Işıltılı boşalım, 0-3-7-15 dk., 0.12 Torr basınç, 0.2 g örnek, 12-18 KHz, 20 W) viskozite ve jel oluşumu 7 dakika içinde artıp sonra sabit kalmış, esterleşme derecesi düşmüş, molekül ağırlığı azalmış, hidrojen bağlarının oluşumundan dolayı kristallikte artış gerçekleşmiştir (Momeni ve ark., 2018).

Çemen tohumuna soğuk plazma (HVACP, 30 dk., 80 kV, hava) uygulanması ile yüzeyde belirgin yapısal değişim gerçekleşmiş ve ekstraksiyon çözeltisinin pH'ı düşürerek, galaktomannan ekstraksiyon verimi, ıslatılmış

tohumlardan % 122, kuru tohumlardan % 67 oranında fazla gerçekleşmiştir. İşlem sonrası elde edilen galaktomannanın daha yüksek su bağlama kapasitesine, şişme indisine, viskoziteye ve ayrıca daha düşük erime entalpisine sahip olduğu, aşındırma nedeniyle galaktomannanın yüzey morfolojisinin değiştiği ancak moleküler ve kristal yapıda önemli bir değişiklik olmadığı bildirilmiştir (Rashid ve ark., 2020).

Soğuk plazmanın (DBD, 15g örnek, 43.5 kHz, hava, CO₂, He, Ar, 30 kV, 20-30 dk.) tapyoka nişastasına uygulanması sonucunda ise nişastanın viskozitesinde kontrol örneğine kıyasla önemli ölçüde artış tespit edilmiştir. Ayrıca plazma işlemi sırasında nişasta molekülleri arasında oluşan çapraz bağlanma reaksiyonları nedeniyle reolojik özelliklerde değişim gerçekleşmiş, işlem süresi ve besleme gazının nişastanın reolojik özellikleri üzerine önemli etkileri olduğu bildirilmiştir (Zhang, Zhang ve ark., 2021).

Patates nişatasında, reaktif türlerin aşındırmaya neden olarak küçük çatlaklara ve gözeneklere yol açtığı; işlem süresi uzadıkça (DBD, 3g örnek, 50 V, 3-6-9 dk.) nişasta hidrolizi, bulanıklık, sinerezis ve jelatinleşme sıcaklıklarının önce artıp, sonra azaldığı buna karşılık çözünürlük, şişme gücü ve su absorpsiyonunun önemli ölçüde arttığı bildirilmiştir. Nişasta jellerinin retrogradasyon eğiliminde bir azalma olduğu ayrıca, amiloz moleküllerinin film oluşumu sırasında çatlaklardan kolayca dışarı aktığı, bunun da film oluşturan sıvının çözünürlüğünü ve viskozitesini arttırdığı ve plazma ile modifiye edilmiş patates nişastası bazlı filmlerin yüzeyinin düzleştiği bildirilmiştir (Guo ve ark., 2022).

Biyoaktif Bileşenlere Etkisi

Polifenoller, antosiyaninler, karatenoidler ve vitaminler önemli bazı biyoaktif bileşiklerdir. Soğuk plazmanın biyoaktif bileşenlere etkisi büyük ölçüde işlem gazına, plazma kaynağına, giriş gücüne, işlem süresine, mesafeye ve gıda matrisine bağlıdır (Barbosa-Cánovas ve ark., 2022). Plazma nedeniyle oluşan enerji yüklü elektronlar oksijen moleküllerini ayrıştırmakta, oksijen atomları oksijen molekülleri ile birleşerek ozon meydana gelmekte ve ozon ile diğer reaktif türlerin oluşması nedeniyle fenolik bileşiklerde azalma meydana gelmektedir (Sruthi ve ark., 2022).

Portakal suyuna, kiviye, cevizde uygulanan soğuk plazma işlemleri sonrasında antioksidan aktivitede önemli bir değişiklik gerçekleşmemiştir (Almeida ve ark., 2015; Ramazzina ve ark., 2015; Amini ve Ghoranneviss, 2016). Bu durum ozonun yeterli düzeyde etki etmemesi, dokuların yapısı ve depolama koşulları gibi sebeplerle ilişkilendirilmiştir. Diğer taraftan 60 saniyelik plazma uygulamasıyla, başlangıçtaki fenolik içeriğin % 76'sının korunduğu rapor edilmiştir (Almeida ve ark., 2015). Fenolik bileşiklerin ozon saldırısına hassas olduğu ve önemli değişikliklerin 60 saniyelik işlem sırasında meydana geldiği bildirilmiştir. Flavonoidler, fenolik asitlerden çok daha hızlı bozunmaktadır (Muhammad ve ark., 2018).

Mandalinaya uygulanan soğuk plazma işlemi (Atmosferik plazma, azot, 900 W, 10 dak, 0.7 kPa ve 1000 mL dk⁻¹) sonucunda meyve kısmındaki fenolik içerik değişiminin önemsiz olduğu ancak kabuktaki fenolik içeriğin önemli derecede arttığı bildirilmiştir. Bu artışın nedeninin soğuk plazma uygulaması ile oluşan UV'den kaynaklanabileceği, UV'nin, fenolik ve polifenolik biyosentezini teşvik ederek, içeriğini artırabileceği

bildirilmiştir. Fakat bu artış 4°C deki depolama sırasında korunamamış, 25 °C de 3 gün süreyle korunabilmiştir. Kabuğun kalın olmasından dolayı reaktiflerin geçişinin sınırlı olması antioksidan kapasitenin meyve kısmında değişmemesine, kabuk kısmında artmasına sebep olduğu düşünülmüştür. Diğer taraftan soğuk plazma uygulaması sonrasında askorbik asit konsantrasyonundaki önemsiz değişikliklerin, uygulanan enerji seviyesi ile açıklanabileceği ancak daha büyük olasılıkla mandalinalarda kalın kabuğun varlığına dayandırılabilceği belirtilmiştir (Won ve ark., 2017).

Yaban mersininde plazma işlemi (HVDBD, 1.5 dk., 60.60 kV) ile toplam fenolik içeriği (TPC) ve toplam flavonoid içeriğinde (TFC) ilk 1 dakikadaki artıştan sonra azalma gerçekleşmiş, askorbik asit içeriğinde ise azalma olmuştur. TPC ve TFC içeriğindeki artış, fenolik bileşiklerin sentezindeki anahtar enzimlerden biri olan fenilalanin amonyak liyazının aktivasyonunun artması ile ilişkilendirilmiştir. Hidroksil radikalleri, peroksit radikalleri ve ozonun fenolik bileşiklerle doğrudan reaksiyona girmiş olabileceği ayrıca hücre duvarı polisakaritlerinin depolimerizasyonu ve çözünmesi ile fenolik bileşiklerin ekstraksiyonunun artmış olabileceği düşünülmüştür. İşlem süresi arttıkça TPC ve TFC'deki azalmanın fenolik bileşikler tarafından, oluşan reaktif türlerin temizlenmesi ile polifenolik yapıdaki heterosiklik yapının bölünmesi ve oligomerizasyon nedeniyle olabileceği belirtilmiştir. Yazarlar gerek işlem süresinin gerekse uygulanan voltajların askorbik asit içeriği üzerinde önemli etkiye sahip olduğunu, askorbik asidin ozon tarafından bozunmasının doğrudan reaksiyonla veya Criegee mekanizmasının, tekli oksijen ile ozonid veya serbest radikal mekanizması oluşturmaya bağlı olduğunu belirtmişlerdir (Sarangapani ve ark., 2017c).

Soğuk plazma uygulanan (DBD, 15 kHz, 5-10-20-30 dk.) kuarsetinin degradasyonu sonucunda oluşan (\pm)-alfitoninin kuarsetinden daha fazla anti-diyabetik ve antioksidan özellikler sergilediği bildirilmiştir (Kim ve ark., 2017).

Seriguela suyuna soğuk plazma uygulanması (Işıltılı boşalım, dolaylı uygulama, N gazı, 80 W, 50 kHz) sonrası C vitamininde önemli bir değişiklik olmamış, pigmentlerde, toplam fenolik maddede, antioksidan içeriğinde ve B vitaminlerinde artış gerçekleşmiştir. Polifenol oksidaz aktivitesinde % 20 azalma olmuştur. Bu durum işlem yoğunluğu ve süresinin artmasıyla meyve pulpundan bioaktif bileşiklerin ekstraksiyonunun kolaylaşması ile ilişkilendirilmiştir (Paixão ve ark., 2019).

Acerola suyuna uygulanan soğuk plazma işlemi sonucunda (Işıltılı boşalım, 10-20 mL dk⁻¹ akış hızı, 5-15 dk., N gazı, 40 ml örnek) A vitamini ve karotenoid içeriğinde artış gerçekleşmiş (10 mL dk⁻¹ ve 10 dk.) bunun nedeninin RNS'lerinin hücre zarındaki lipoprotein bağlarını kırması ile A vitamini ve karotenoidlerin serbest hale geçmeleri olduğu belirtilmiştir. İşlem koşulları yoğunlaştıkça oluşan RNS'lerle reaksiyona girmeleri nedeniyle fenolik içeriğin % 30 oranında azaldığı, buna karşın antioksidan kapasitenin çok değişmediği ifade edilmiştir. Bu durumun toplam fenolik içeriğinde azalmaya karşılık, toplam karotenoidlerdeki artıştan kaynaklandığı bildirilmiştir (Fernandes ve ark., 2019).

Yaban mersini suyuna uygulanan soğuk plazma (Atmosferik soğuk plazma, Argon- oksijen karışımları, 11 kV, 1000 Hz, 2-4-6 dk.) işlemi sonucunda fenolik içeriğin ısı işlem uygulamasına kıyasla önemli ölçüde fazla olduğu, bu durumun oluşan reaktif türlerin hücre zarına bağlı halde bulunan fenolik maddeleri serbest hale geçirmiş olmasından kaynaklanabileceği rapor edilmiştir. Kısa işlem sürelerinde antosiyanin ve C vitamini

içeriğinin korunabildiği, ayrıca oksijen konsantrasyonunun artmasıyla antioksidan kapasitenin arttığı bildirilmiştir. Antosiyaninlerin oksijen konsantrasyonunun artmasıyla ilk başta arttığı, daha sonra azaldığı bu duruma argon iyonlarının bitki hücrelerinde parçalanmaya neden olmasıyla antosiyanin salınmasında artışın daha sonra ROS'ların oksidasyon etkisinin gerçekleşmesiyle azalmasından kaynaklanabileceği ifade edilmiştir (Hou ve ark., 2019).

Farklı frekanslarda soğuk plazma uygulanan (24 kV, 40 ml örnek, 15 dk., 200- 420- 583- 698- 960 Hz) camu camu suyunda, yüksek frekanslar yüksek miktarda ozon ve serbest radikal oluşumuna sebep olmuştur. Serbest radikaller antosiyaninin moleküler yapısındaki pirilyum halkaları ile etkileşime girerek glikozillenmiş kalkonlar oluşturduğu, bu kalkonların da parçalanarak fenolik asitlere ve aldehitlere dönüştüğü bildirilmiştir (De Castro ve ark., 2020).

Soğuk plazma uygulamasının, polifenolik bileşikler oksidasyon, nitrasyon ve polimerizasyon yoluyla değiştirdiği bildirilmiştir. Soğuk plazma işleminden sonra pirokateşol çözeltisinin antioksidan kapasitesinin değişmediği bunun sebebinin ise bir taraftan reaksiyon ürünlerinin çözünür hale gelmesiyle antioksidan kapasitenin artması diğer taraftan oluşan bileşiklerin antioksidan kapasiteyi azaltması sonucunda iki unsurun birbirini nötralize etmesi olabileceği bildirilmiştir (Buşler ve ark., 2020).

Domates suyuna uygulanan soğuk plazma işlemi (Kayma ark boşalım, 50 ml örnek, 50 Hz, 3.8 kV, 40 W, azot, 440 L h⁻¹ akış hızı, 0.600 s) sonucunda C vitamini kaybının % 5 olduğu, sebebinin serbest radikaller ve ozonun etkileşimiyle desteklenen oksidasyon reaksiyonları olabileceği belirtilmiştir. Diğer taraftan soğuk plazma uygulaması depolama ile birlikte karotenoid seviyesinde artışa sebep olmuştur (Starek ve ark., 2020).

Lotus yaprağı tozuna uygulanan soğuk plazma işlemi sonucunda flavonoid içeriğinde önemli bir artış, fenolik içerikte ise hafif bir artış tespit edilmiştir. Antioksidan kapasite de bu sebeple artmıştır (Dakshayani ve ark., 2021).

Soğuk plazmanın (DBD, 96 L h⁻¹ helyum akış hızı, 1.8 L h⁻¹ oksijen/azot gazı karışımı akış hızı) şaraptaki fenolik bileşikler üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada; üç aylık depolamaya tabi tutulan şaraplarda toplam fenolik bileşik içeriğinde bir azalma gerçekleşmiştir. Bununla birlikte, helyum/azot gazı ile 5 dakika soğuk plazma uygulanması sonucunda kontrol örneğine kıyasla fenolik bileşikler sadece % 2.85 oranında azaltmıştır. Ayrıca, potasyum metabisülfid ilavesiyle (100 mg L⁻¹) korunan örnekler göre, fenolik bileşik içeriği % 3.1 daha yüksek olarak saptanmıştır. Soğuk plazma (10 dakika, helyum/azot) uygulanan şaraplarda protokateşik asit içeriği dört kata kadar artmıştır. Şaraplarda en yüksek bozunma antosiyanin içeriğinde gözlenmiştir. Helyum /oksijen gazı karışımı, fenolik bileşiklerde oksijen ve nitrojen karışımına kıyasla daha yüksek derecede azalmaya sebep olmuştur. İşlem süresinin artmasıyla kayıplarda artmıştır (Niedzwiedz ve ark., 2022).

Atmosferik soğuk plazma (DBD, 4.8-6.9 kV, 35,155 sn) uygulanan muz dilimlerinde TPC ve TFC içeriğinin arttığı ve bu artışın antioksidan kapasiteyi % 50'den fazla artırdığı saptanmıştır. Optimum şartların 46 s ve 6.9 kV voltajda elde edildiği, ayrıca vitamin B6 içeriğinin de daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Antioksidan kapasite artışının polifenollerin oksidasyonuna neden olan PPO ve POD enzimlerinin aktivitesinde azalmayla olabileceği

ifade edilmiştir. B6 vitaminindeki artışın ise hücre duvarlarının tahrip olması ve hücre içeriğinin dışarı çıkması kaynaklı olabileceği bildirilmiştir (Pour ve ark., 2022).

Sonuç

Isıl teknolojilerin gıdalarda sebep olduğu çeşitli olumsuz etkiler sebebiyle ısı olmayan teknolojilere yönelim söz konusudur. Soğuk plazma bu teknolojilerden biri olup gıda sanayine uygulanabilirliği konusunda araştırmalar artarak devam etmektedir. Isıl olmayan teknolojilerin sağladığı düşük maliyet, kolaylık, çevresel kirliliğe sebep olmaması ve kalite yönünden avantajlar yanında sağlık açısından olumsuz etkilere sebep olmaması kullanılabilirliğini arttırabilecektir. Bu amaçla gıda alanında uygulanabilirliğinin artırılması için araştırmaların artırılması ve özellikle gıda bileşenleri ile etkilerinin dahi iyi anlaşılması gerekmektedir.

Teşekkür Bilgi Notu

Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir. Makale, araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır. Bu makaleyi hazırlayan yazarlar, araştırmaya eşit oranda katkı sağlamıştır ve yazarlar arasında her hangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynakça

- Almeida, F. D. L., Cavalcante, R. S., Cullen, P. J., Frias, J. M., Bourke, P., Fernandes, F. A. N. and Rodrigues, S. 2015. Effects of atmospheric cold plasma and ozone on prebiotic orange juice. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 32: 127–135.
- Alves Filho, E. G., Silva, L. M. A., Oiram Filho, F., Rodrigues, S., Fernandes, F. A. N., Gallão, M. I., Mattison, C.P. and de Brito, E. S. 2019. Cold plasma processing effect on cashew nuts composition and allergenicity. *Food Research International*, 125: 108621.
- Amini, M. and Ghoranneviss, M. 2016. Effects of cold plasma treatment on antioxidants activity, phenolic contents and shelf life of fresh and dried walnut (*Juglans regia* L.) cultivars during storage. *LWT, Food Science and Technology*, 73: 178–184.
- Asl, J.P., Rajulapati, V., Gavahian, M., Kapusta, I., Putnik, P., Mousavi Khaneghah, A. and Marszałek, K. 2022. Non-thermal plasma technique for preservation of fresh foods: A review. *Food Control*, 134: 108560.
- Bahrami, N., Bayliss, D., Chope, G., Penson, S., Pehinec, T. and Fisk, I. D. 2016. Cold plasma: A new technology to modify wheat flour functionality. *Food Chemistry*, 202: 247–253.

- Bangar P. S., Trif M, Ozogul F, Kumar M, Chaudhary V, Vukic M, Tomar M. and Changan S. 2022. Recent developments in cold plasma-based enzyme activity (browning, cell wall degradation, and antioxidant) in fruits and vegetables. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 21(2): 1958-1978.
- Barbhuiya, R. I., Singha, P. and Singh, S. K. 2021. A comprehensive review on impact of non-thermal processing on the structural changes of food components. *Food Research International*, 149: 110647.
- Barbosa-Cánovas, G.V., Donsì, F., Yildiz, S., Candoğan, K., Pokhrel, P.R. and Guaddarrama-Lezama, A.Y. 2022. Nonthermal processing technologies for stabilization and enhancement of bioactive compounds in foods. *Food Engineering Review*, 14(1): 63–99.
- Bozkurt, D. 2014. Soğuk plazma uygulamasının vitaminler ve polifenol oksidaz (PFO) enzimi aktivitesi üzerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
- Bu, F., Nayak, G., Bruggeman, P., Annor, G. and Ismail, B.P. 2022. Impact of plasma reactive species on the structure and functionality of pea protein isolate. *Food Chemistry*, 371: 131135.
- Bußler, S., Steins, V., Ehlbeck, J. and Schlüter, O. 2015. Impact of thermal treatment versus cold atmospheric plasma processing on the techno-functional protein properties from *Pisum sativum* “Salamanca.” *Journal of Food Engineering*, 167: 166–174.
- Bußler, S., Rawel, H. M. and Schlüter, O. 2020. Impact of plasma processed air (PPA) on phenolic model systems: Suggested mechanisms and relevance for food applications. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 64: 102432.
- Chaple, S., Sarangapani, C., Jones, J., Carey, E., Causeret, L., Genson, A., Duffy, B. and Bourke, P. 2020. Effect of atmospheric cold plasma on the functional properties of whole wheat (*Triticum aestivum* L.) grain and wheat flour. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 66: 102529.
- Chen, D., Peng, P., Zhou, N., Cheng, Y., Min, M., Ma, Y., Mao, Q., Chen, P., Chen, C. and Ruan, R. 2019. Evaluation of *Cronobacter sakazakii* inactivation and physicochemical property changes of non-fat dry milk powder by cold atmospheric plasma. *Food Chemistry*, 290: 270–276.
- Chizoba Ekezie, F.-G., Sun, D.-W. and Cheng, J.H. 2017. A review on recent advances in cold plasma technology for the food industry: Current applications and future trends. *Trends in Food Science and Technology*, 69: 46–58.
- Coutinho, N.M., Silveira, M.R., Rocha, R.S., Moraes, J., Ferreira, M.V.S., Pimentel, T.C., Freitas, M.Q., Silva, M.C., Raices, R.S.L., Ranadheera, C.S., Borges, F.O., Mathias, S.P., Fernandes, F.A.N., Rodrigues, S. and Cruz, A.G. 2018. Cold plasma processing of milk and dairy products. *Trends in Food Science and Technology*, 74: 56-68.
- Dakshayani, R., Paul, A. and Mahendran, R. 2021. Cold plasma-induced effects on bioactive constituents and antioxidant potential of lotus petal powder. *IEEE Transactions on Plasma Science*, 49(2): 507-512.
- De Castro, D. R. G., Mar, J. M., da Silva, L. S., da Silva, K. A., Sanches, E. A., de Araújo Bezerra, J., Rodrigues, S., Fernandes, F.A.N. and Campelo, P. H. 2020. Dielectric barrier atmospheric cold plasma

- applied on camu-camu juice processing: Effect of the excitation frequency. *Food Research International*, 131: 109044.
- Dharini, M., Jaspin, S. and Mahendran R. 2023. Cold plasma reactive species: Generation, properties, and interaction with food biomolecules. *Food Chemistry*, 405: 134746.
- Fernandes, F. A. N., Santos, V. O. and Rodrigues, S. 2019. Effects of glow plasma technology on some bioactive compounds of acerola juice. *Food Research International*, 115: 16-22.
- Gavahian, M., Chu, Y.H., Mousavi Khaneghah, A., Barba, F. J. and Misra, N. N. 2018. A critical analysis of the cold plasma induced lipid oxidation in foods. *Trends in Food Science and Technology*, 77: 32–41.
- Guo, Z., Gou, Q., Yang, L., Yu, Q., li. and Han, L. 2022. Dielectric barrier discharge plasma: A green method to change structure of potato starch and improve physicochemical properties of potato starch films. *Food Chemistry*, 370: 130992.
- Hosseini, S.I., Farrokhi, N., Shokri, K., Khani, M.R. and Shokri, B. 2018. Cold low pressure O₂ plasma treatment of *Crocus sativus*: an efficient way to eliminate toxicogenic fungi with minor effect on molecular and cellular properties of saffron. *Food Chemistry*, 257: 310-315.
- Hou, Y., Wang, R., Gan, Z., Shao, T., Zhang, X., He, M. and Sun, A. 2019. Effect of cold plasma on blueberry juice quality. *Food Chemistry*, 290: 79–86.
- Kandemir, H., Aydın-Kandemir, F., Güler, B. ve Gurel, A. 2021. Soğuk plazma teknolojisi ve tarımdaki çeşitli uygulama alanları. *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 35(1): 217-245.
- Kim, H. J., Jayasena, D. D., Yong, H. I., Alahakoon, A. U., Park, S., Park, J., Choe, W. and Jo, C. 2015. Effect of atmospheric pressure plasma jet on the foodborne pathogens attached to commercial food containers. *Journal of Food Science and Technology*, 52(12): 8410–8415.
- Kim, T. H., Lee, J., Kim, H.-J. and Jo, C. 2017. Plasma-induced degradation of quercetin associated with the enhancement of biological activities. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 65(32): 6929–6935.
- Kopuk, B., Güneş, R. and Palabiyik, I. 2022. Cold plasma modification of food macromolecules and effects on related products. *Food Chemistry*, 382: 132356.
- Laroque, D. A., Seo, S. T., Valencia, G. A., Laurindo, J. B. and Carciofi, B. A. M. 2022. Cold plasma in food processing: Design, mechanisms, and application. *Journal of Food Engineering*, 312: 110748.
- Manoharan, D., Stephen, J. and Radhakrishnan, M. 2021. Study on low-pressure plasma system for continuous decontamination of milk and its quality evaluation. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(2): e15138.
- Mandal, R., Singh, A. and Singh, A.P. 2018. Recent developments in cold plasma decontamination technology in the food industry. *Trends in Food Science and Technology*, 80: 93-103.
- Marcinkowska-Lesiak, M., Wojtasik-Kalinowska, I., Onopiuk, A., Stelmasiak, A., Wierzbicka, A. and Póltorak, A. 2022. Application of atmospheric pressure cold plasma activated plant protein preparations solutions as an alternative curing method for pork sausages. *Meat Science*, 187: 108751.

- Mehr, H. M. and Koocheki, A. 2020. Effect of atmospheric cold plasma on structure, interfacial and emulsifying properties of Grass pea (*Lathyrus sativus L.*) protein isolate. *Food Hydrocolloids*, 106: 105899.
- Misra, N. N., Kaur, S., Tiwari, B. K., Kaur, A., Singh, N. and Cullen, P. J. 2015. Atmospheric pressure cold plasma (ACP) treatment of wheat flour. *Food Hydrocolloids*, 44: 115–121.
- Misra, N. N., Yadav, B., Roopesh, M. S. and Jo, C. 2019. Cold plasma for effective fungal and mycotoxin control in foods: Mechanisms, inactivation effects, and applications. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 18(1): 106-120.
- Mollakhalili-Meybodi, N., Yousefi, M., Nematollahi, A. and Khorshidian, N. 2021. Effect of atmospheric cold plasma treatment on technological and nutrition functionality of protein in foods. *European Food Research and Technology*, 247(7): 1579–1594.
- Mollakhalili-Meybodi, N., Nejati, R., Sayadi, M. and Nematollahi, A. 2022. Novel nonthermal food processing practices: Their influences on nutritional and technological characteristics of cereal proteins. *Food Science and Nutrition*, 10(6): 1725– 1744.
- Momeni, M., Tabibiazar, M., Khorram, S., Zakerhamidi, M., Mohammadifar, M., Valizadeh, H. and Ghorbani, M. 2018. Pectin modification assisted by nitrogen glow discharge plasma. *International Journal of Biological Macromolecules*, 120: 2572-2578.
- Muhammad, A. I., Liao, X., Cullen, P. J., Liu, D., Xiang, Q., Wang, J., Chen, S., Ye, X. and Ding, T. 2018. Effects of nonthermal plasma technology on functional food components. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 17(5): 1379-1394.
- Niedźwiedz, I., Płotka-Wasyłka, J., Kapusta, I., Simeonov, V., Stój, A., Waśko, A., Pawlat, J. and Polak-Berecka, M. 2022. The impact of cold plasma on the phenolic composition and biogenic amine content of red wine. *Food Chemistry*, 381: 132257.
- Nyaisaba, B. M., Miao, W., Hatab, S., Siloam, A., Chen, M. and Deng, S. 2019. Effects of cold atmospheric plasma on squid proteases and gel properties of protein concentrate from squid (*Argentinus illex*) mantle. *Food Chemistry*, 291: 68-76.
- Paixão, L. M. N., Fonteles, T. V., Oliveira, V. S., Fernandes, F. A. N. and Rodrigues, S. 2019. Cold plasma effects on functional compounds of siriguela juice. *Food and Bioprocess Technology*, 12(1): 110-121.
- Pal, P., Kaur, P., Singh, N., Kaur, A.P., Misra, N.N., Tiwari, B.K., Cullen, P.J. and Viridi, A.S. 2016. Effect of nonthermal plasma on physico-chemical, amino acid composition, pasting and protein characteristics of short and long grain rice flour. *Food Research International*, 81: 50-57.
- Pan, Y., Cheng, J.h. and Sun, D. W. 2019. Cold plasma-mediated treatments for shelf life extension of fresh produce: A review of recent research developments. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 18(5): 1312–1326.

- Pérez-Andrés, J. M., Álvarez, C., Cullen, P. J. and Tiwari, B. K. 2019. Effect of cold plasma on the techno-functional properties of animal protein food ingredients. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 58: 102205.
- Phan, K. T. K., Phan, H. T., Brennan, C. S. and Phimolsiripol, Y. 2017. Nonthermal plasma for pesticide and microbial elimination on fruits and vegetables: An overview. *International Journal of Food Science and Technology*, 52(10): 2127–2137.
- Pohl, P., A. Dzimitrowicz., P. Cyganowski. and P. Jamróz. 2022. Do we need cold plasma treated fruit and vegetable juices? A case study of positive and negative changes occurred in these daily beverages. *Food Chemistry*, 375: 131831.
- Pour, A.K., Khorram, S., Ehsani, A., Ostadrahimi, A. and Ghasempour, Z. 2022. Atmospheric cold plasma effect on quality attributes of banana slices: Its potential use in blanching process. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 76: 102945.
- Puligundla, P., Kim, J.W. and Mok, C. 2017. Effect of corona discharge plasma jet treatment on decontamination and sprouting of rapeseed (*Brassica napus* L.) seeds. *Food Control*, 71: 376–382.
- Puprasit, K., Wongsawaeng, D., Ngaosuwan, K., Kiatkittipong, W. and Assabumrungrat, S. 2020. Non-thermal dielectric barrier discharge plasma hydrogenation for production of margarine with low trans-fatty acid formation. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 66: 102511.
- Ramazina, I., Berardinelli, A., Rizzi, F., Tappi, S., Ragni, L., Sacchetti, G. and Rocculi, P. 2015. Effect of cold plasma treatment on physico-chemical parameters and antioxidant activity of minimally processed kiwifruit. *Postharvest Biology and Technology*, 107: 55–65.
- Rashid, F., Bao, Y., Ahmed, Z. and Huang, J.Y. 2020. Effect of high voltage atmospheric cold plasma on extraction of fenugreek galactomannan and its physicochemical properties. *Food Research International*, 138: 109776.
- Sarangapani, C., Ryan Keogh, D., Dunne, J., Bourke, P. and Cullen, P. J. 2017a. Characterisation of cold plasma treated beef and dairy lipids using spectroscopic and chromatographic methods. *Food Chemistry*, 235: 324–333.
- Sarangapani, C., Yamuna Devi, R., Thirumdas, R., Trimukhe, A. M., Deshmukh, R. R. and Annapure, U. S. 2017b. Physico-chemical properties of low-pressure plasma treated black gram. *LWT - Food Science and Technology*, 79: 102–110.
- Sarangapani, C., O’Toole, G., Cullen, P. J. and Bourke, P. 2017c. Atmospheric cold plasma dissipation efficiency of agrochemicals on blueberries. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 44: 235–241.
- Sarangapani, C., Patange, A., Bourke, P., Keener, K. and Cullen, P. J. 2018. Recent advances in the application of cold plasma technology in foods. *Annual Review of Food Science and Technology*, 9(1): 609–629.

- Saremnezhad, S., Soltani, M., Faraji, A. and Hayaloglu, A. A. 2021. Chemical changes of food constituents during cold plasma processing: A review. *Food Research International*, 147: 110552.
- Segat, A., Misra, N. N., Cullen, P. J. and Innocente, N. 2015. Atmospheric pressure cold plasma (ACP) treatment of whey protein isolate model solution. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 29: 247–254.
- Sharafodin, H. and Soltanizadeh, N. 2022. Potential application of DBD plasma technique for modifying structural and physicochemical properties of soy protein isolate. *Food Hydrocolloids*, 122: 107077.
- Sharma, S. and Singh, R.K. 2020. Cold plasma treatment of dairy proteins in relation to functionality enhancement. *Trends in Food Science and Technology*, 102: 30-36.
- Sruthi, N. U., Josna, K., Pandiselvam, R., Kothakota, A., Gavahian, M. and Mousavi Khaneghah, A. 2022. Impacts of cold plasma treatment on physicochemical, functional, bioactive, textural, and sensory attributes of food: A comprehensive review. *Food Chemistry*, 368: 130809.
- Starek, A., Sagan, A., Andrejko, D., Chudzik, B., Kobus, Z., Kwiatkowski, M., Terebun, P. and Pawlat, J. 2020. Possibility to extend the shelf life of NFC tomato juice using cold atmospheric pressure plasma. *Scientific Reports*, 10: 20959.
- Surowsky, B., Bußler, S. and Schlüter, O. K. 2016. Cold plasma interactions with food constituents in liquid and solid food matrices. *Cold Plasma in Food and Agriculture: Fundamentals and Applications*, 7: 179–203.
- Şen, Y. 2015. Atmosferik basınç plazma uygulamasının gıdaların dekontaminasyonu ve detoksifikasyonu amacıyla kullanımı. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
- Takai, E., Kitamura, T., Kuwabara, J., Ikawa, S., Yoshizawa, S., Shiraki, K., Kawasaki, H., Arakawa, R. and Kitano, K. 2014. Chemical modification of amino acids by atmospheric-pressure cold plasma in aqueous solution. *Journal of Physics D: Applied Physics*, 47(28): 285403.
- Tappi, S., Gozzi, G., Vannini, L., Berardinelli, A., Romani, S., Ragni, L. and Rocculi, P. 2016. Cold plasma treatment for fresh-cut melon stabilization. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 33: 225–233.
- Thirumdas, R., Kadam, D. and Annapure, U. S. 2017. Cold Plasma: an Alternative Technology for the Starch Modification. *Food Biophysics*, 12(1): 129–139.
- Vandamme, J., Nikiforov, A., Dujardin, K., Leys, C., De Cooman, L. and Van Durme, J. 2015. Critical evaluation of non-thermal plasma as an innovative accelerated lipid oxidation technique in fish oil. *Food Research International*, 72: 115–125.
- Wan, Z., Misra, N. N., Li, G. and Keener, K. M. 2021. High voltage atmospheric cold plasma treatment of *Listeria innocua* and *Escherichia coli* K-12 on Queso Fresco (fresh cheese). *LWT*, 146: 111406.
- Wang, S., Liu, Y., Zhang, Y., Lü, X., Zhao, L., Song, Y., Zhang, L., Jiang, H., Zhang, J. and Ge, W. 2022. Processing sheep milk by cold plasma technology: Impacts on the microbial inactivation, physicochemical characteristics, and protein structure. *LWT*, 153: 112573.

- Warne, G. R., Williams, P. M., Pho, H. Q., Tran, N. N., Hessel, V. and Fisk, I. D. 2021. Impact of cold plasma on the biomolecules and organoleptic properties of foods: A review. *Journal of Food Science*, 86(9): 3762–3777.
- Web of science 2023, a8f59890210bb2a36cc265c34c80a801c14e01d5.vetisonline.com/wos/woscc/basic-search, (Erişim Tarihi: 12.01.2023)
- Won, M. Y., Lee, S. J. and Min, S. C. 2017. Mandarin preservation by microwave-powered cold plasma treatment. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 39: 25–32.
- Wu, X., Luo, Y., Zhao, F., M, S. M. and Mu, G. 2020. Influence of dielectric barrier discharge cold plasma on physicochemical property of milk for sterilization. *Plasma Processes and Polymers*, 18: 201900219.
- Xu, Y., Tian, Y., Ma, R., Liu, Q. and Zhang, J. 2016. Effect of plasma activated water on the postharvest quality of button mushrooms, *Agaricus bisporus*. *Food Chemistry*, 197: 436–444.
- Yangıç Yüksel, Ç. ve Karagözlü, N. 2017. Soğuk atmosferik plazma teknolojisi ve gıdalarda kullanımı. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14(2): 81-86.
- Yepez, X. V. and Keener, K. M. 2016. High-voltage Atmospheric Cold Plasma (HVACP) hydrogenation of soybean oil without trans-fatty acids. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 38: 169–174.
- Zhang, H., Ma, D., Qiu, R., Tang, Y. and Du, C. 2017. Non-thermal plasma technology for organic contaminated soil remediation: A review. *Chemical Engineering Journal*, 313: 157–170.
- Zhang, Q., Cheng, Z., Zhang, J., Nasiru, M. M., Wang, Y. and Fu, L. 2020. Atmospheric cold plasma treatment of soybean protein isolate: insights into the structural, physicochemical, and allergenic characteristics. *Journal of Food Science*, 86(1): 68–77.
- Zhang, S., Huang, W., Feizollahi, E., Roopesh, M. S. and Chen, L. 2021. Improvement of pea protein gelation at reduced temperature by atmospheric cold plasma and the gelling mechanism study. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 67: 102567.
- Zhang, K., Zhang, Z., Zhao, M., Milosavljevic, V., Cullen, P.J., Scally, L., Sun, Da-W. and Tiwari, B. 2021. Low-pressure plasma modification of the rheological properties of tapioca starch. *Food Hydrocolloids*, 125: 107380.
- Zhao, Y., Patange, A., Sun, D.W. and Tiwari, B. 2020. Plasma-activated water: Physicochemical properties, microbial inactivation mechanisms, factors influencing antimicrobial effectiveness, and applications in the food industry. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 19(6): 3951–3979.
- Zhou, R., Zhou, R., Zhuang, J., Zong, Z., Zhang, X., Liu, D., Bazaka, K. and Ostrikov, K. 2016. Interaction of atmospheric-pressure air microplasmas with amino acids as fundamental processes in aqueous solution. *PLOS ONE*, 11(5): e0155584.



Kurutmada Termal ve Termal Olmayan Ön İşlem Uygulamaları^A

Seda GÜNAYDIN^{1*}, Necati ÇETİN², Cevdet SAĞLAM³

Öz: Hasat edilen tarımsal ürünler depolama sürecinde solunum faaliyetlerini bir süre daha devam ettirmektedir. Bu durum, içerdikleri yoğun nemden dolayı ürünlerin kısa sürede bozularak çürümesine neden olmaktadır. Çürüyen ürünlerin renk değerlerinde, görünüşünde, besin elementi ve biyokimyasal içeriğinde önemli ölçüde kayıplar meydana gelmektedir. Kalite kayıplarını en aza indirerek ürünlerin raf ömrünü artırmak amacıyla pek çok muhafaza tekniği uygulanmaktadır. Kurutarak muhafaza yöntemi; biyoaktif bileşenler yönünden ürünler daha konsantre olması, nakliyenin kolay olması, depolamanın ekonomik olması ve ürünün uzun süre bozulmadan muhafaza edilebilmesi gibi önemli avantajlara sahiptir. Kurutmada işlem süresinin uzun olması enerji tüketiminin artmasına sebep olmaktadır. Bu olumsuzlukları aşmak amacıyla kurutma işleminden önce termal ve/veya termal olmayan ön işlem uygulamaları yapılmaktadır. Bu çalışmanın amacı literatür araştırmaları kapsamında kurutma öncesi uygulanan termal (haşlama, ohmik ısıtma, mikrodalga, kızılötesi) ve termal olmayan (ozmotik dehidrasyon, soğuk plazma, darbeli elektriksel alan, gum arabic, şeker, bal çözeltisi, sitrik asit, ultrases) ön işlemlerinin incelenmesidir.

Anahtar Kelimeler: Ön işlem, kurutma, enerji tüketimi, tarımsal ürün.

^A Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir. Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır.

* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** ¹ Seda GÜNAYDIN, Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Kayseri, Türkiye, sedagunaydin07@gmail.com [OrcID 0000-0003-2510-9638](https://orcid.org/0000-0003-2510-9638)

² Necati ÇETİN, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makineleri ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye, necati.cetin@ankara.edu.tr [OrcID 0000-0001-8524-8272](https://orcid.org/0000-0001-8524-8272)

³ Cevdet SAĞLAM, Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Kayseri, Türkiye, cevdetsaglam@erciyes.edu.tr [OrcID 0000-0002-9955-3128](https://orcid.org/0000-0002-9955-3128)

Thermal and Non-thermal Pretreatment Applications in Drying

Abstract: In agricultural products, respiratory activities maintain for a while during the storage process after the harvest. In this case, the products deteriorate in a short time due to the intense moisture content. There are significant losses in color, appearance, nutrient, and biochemical content of deteriorated products. Many preservation techniques are applied in order to increase the shelf life of the products by minimizing these quality losses. In addition to the fact that the drying preservation method has important advantages such as being more concentrated in terms of bioactive components, easy transportation, economical storage and keeping the product intact for a long time. Longer processing time in drying causes an increase in energy consumption. In order to overcome these disadvantages, thermal and non-thermal pretreatment applications are carried out before the drying process. The aim of this study is to investigate the thermal (boiling, ohmic heating, microwave, infrared) and non-thermal (osmotic dehydration, cold plasma, pulsed electrical field, gum arabic, sucrose, honey, citric acid, ultrasound) pretreatments applied in drying within the scope of literature research.

Keywords: Pretreatment, drying, energy consumption, agricultural product.

Giriş

Sebzeler ve meyveler muhafaza sürecinde solunum faaliyetlerini bir süre daha devam ettirmektedir. Bu durum ürünlerin içerdikleri yoğun nemden dolayı patojenik mantar oluşumuna sebebiyet vererek kısa süre içerisinde küflenmesine ve çürümeye neden olarak bozulmaktadır (Deng ve ark., 2017). Çürüyen ürünlerin tat, görünüş, makro ve mikro besin elementi ve okratoksin oluşumu gibi biyokimyasal içeriğinde önemli ölçüde kayıplar meydana gelmektedir. Ayrıca tarımsal ürünlerin kalite belirteci olan, biyokimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerini temsil eden renk parametrelerinde ciddi değişimler oluşmaktadır. Dolayısıyla kalite kayıplarını en aza indirerek ürünlerin raf ömrünü artırmak amacıyla; fermantasyon, ısı uygulama, modifiye atmosferde depolama, soğuk uygulama ve kurutma gibi pek çok muhafaza tekniği kullanılmaktadır. Kurutarak muhafaza yöntemi diğer muhafaza tekniklerine göre daha ucuz olmasının yanında, mikrobiyal büyümenin azaltılmasında daha etkilidir (Araujo, 2020). Ayrıca kurutulmuş ürünler; biyoaktif bileşenler yönünden daha konsantre hale gelmekte, hacmi azalan tarımsal ürünlerin nakliye ve depolaması daha kolay ve ucuz olmakta ve daha uzun süre bozulmadan kalmaktadır. Bununla birlikte kurutma işlemi, ticari değeri olan kuru ürünlerin elde edilmesinde olanak sağlamaktadır (Kapetanakou ve ark., 2019). Kurutma işleminde aynı anda meydana gelen ısı ve kütle transferiyle, tarımsal ürünlerin içerdiği yoğun nem, mikroorganizma etkinliğinin durduğu bir değere kadar düşürülmektedir (Adeleye ve ark., 2020).

Kurutmada, işlem süresinin kısaltılarak enerji tüketiminin azaltılması ve ürünlerde kalite parametrelerinin optimum düzeyde korunması amaçlanmaktadır. Fakat ısı uygulamalar tarımsal ürünlerde yapısal ve biyokimyasal birtakım deformasyonlara sebep olmaktadır. Bu olumsuzlukları aşmak için pek çok ön işlem

uygulanmıştır. Ön işlem, kurutmanın kısa sürede tamamlanması, tat, rehidrasyon kapasitesi, büzüşme, görünüş, renk, biyoaktif bileşenlerin korunması, olası mikroorganizma faaliyetlerinin sınırlandırılması ve ürünlerin sterilasyonunun sağlanması amacıyla uygulanan kimyasal ya da fiziksel işlemlerin tamamı olarak tanımlanmaktadır (Bozkır ve Ergün, 2021). Ön işlem uygulamalarında temel amaç ürünlerin dış katmanında bulunan geçirimsiz tabakayı parçalayarak nem geçirgenliğini artırmaktır. Nem geçirgenliğinin artması durumunda kuruma oranı artmakta, bununla ilişkili olarak enerji tüketimi azalmaktadır. Kurutma öncesinde ön işlem uygulanması ile birlikte ürünlerde renk ve biyokimyasal özellikler önemli ölçüde korunmakta ve rehidrasyon kapasitesi artmaktadır. Ayrıca ön işlem uygulamaları ürünlerin enzim inaktivasyonunun ve mikroorganizma etkinliğinin durmasını hızlandıran önemli bir basamak olarak görülmektedir (Jahanbakhshi ve ark., 2021).

Bu çalışmanın amacı literatür araştırmaları doğrultusunda kurutma işlemi öncesi uygulanan ve son yıllarda popüleritesi artan termal (haşlama, mikrodalga, kızılötesi, ohmik ısıtma) ve termal olmayan (ozmotik dehidrasyon, soğuk plazma, darbeli elektriksel alan, gum arabic, sitrik asit, bal çözeltisi ve ultrases) ön işlemlerinin incelenmesidir.

Termal Ön İşlem Uygulamaları

Haşlama (Ağartma Tekniği)

Haşlama (ağartma tekniği) işlemi ısı bir uygulama olup, ürünlerin doğrudan sıcak suya daldırılması ya da sıcak suyun ürün üzerine buhar şeklinde püskürtülmesi esasına dayanmaktadır. Özellikle sebzeler için uygun bir yöntemdir. Haşlama ön işleminde temel amaç; enzim aktivitesini azaltarak tarımsal ürünlerin kurutulması sırasında meydana gelen oksidatif stresi azaltmak, ürünlerin rengini korumak ve acımsı tat oluşumunu önlemektir (Ioannou ve Ghoul, 2013; Xin ve ark., 2015). Geleneksel haşlama ön işlemi ile peroksidad, polifenol oksidaz ve pektin metilesteraz gibi ısıya karşı son derece duyarlı olan enzimlerin etkinliği azaltılarak, bu enzimlerin ürünlerde sebep olduğu tat ve renk kayıplarının önüne geçilmekte ve ürünlerin besinsel içeriği iyi düzeyde korunmaktadır (Nazlım ve Tuncel, 2018). Buna karşın, geleneksel haşlama ön işlemi uygulanan ürünlerin organik asit (malik asit, sitrik asit, asetik asit gibi), şeker (fruktoz ve glikoz), antosiyanin, toplam fenolik ve antioksidan içeriğinde önemli ölçüde kayıplar meydana gelmektedir. Burada uygulanacak olan suyun sıcaklık seviyesi ürüne göre değişmekte olup, ürün dokusuna ve içeriğine olabildiğince az zarar verecek şekilde seçilmelidir. Bu yöntemde sürecin uzun olması enerji sarfiyatının artmasına sebep olmaktadır (Tang ve ark., 2019).

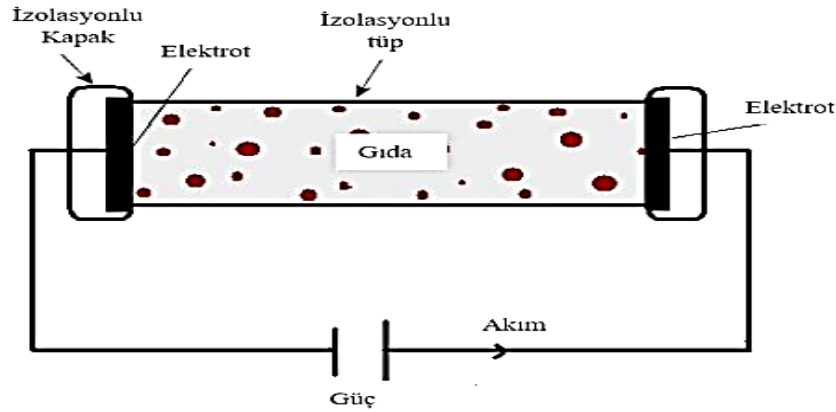
Ciurzyńska ve ark. (2021) kırmızı pancar dilimlerine 65 °C ve 85 °C'de sırasıyla 10-15 ve 1-5 dakika süre ile sıcak suda haşlama ve 5-10 dakika süre ile 40 kHz'de ultrases ön işlemi uyguladıktan sonra dondurarak kurutma tekniği ile kurutmuştur. Haşlama ön işlemi yapıldıktan sonra kurutulan ürünlerde büzülmenin azalarak gözenekliliğin arttığını tespit etmiştir. Wang ve ark. (2018) elma dilimlerini vakumlu, dondurarak ve haşlama ön işlemli vakumlu dondurarak kurutma yöntemi ile kurutmuştur. Haşlama işleminde elma dilimleri 1 dakika

boyunca 90 °C'de sıcak suda bekletilmiştir. Çalışma sonucunda haşlama ön işleminin kurutma süresini kısaltarak besin kalitesini artırdığı bildirilmiştir. Cesur (2013) nar tanelerine 80 °C'de 2 dakika süre ile haşlama ön işlemi uygulamış ve güneşte, 55 °C, 65 °C ve 75 °C sıcaklıklarda kabin ve vakumlu kurutucuda kurutmuştur. Çalışmada en kısa kurutma süresinin haşlama ön işlemlili vakumlu kurutma yönteminde ölçüldüğü belirtilmiştir. Orikasa ve ark. (2018) tarafından yürütülen bir çalışmada kırmızıbiber 200 °C'de su buharında farklı sürelerde (106, 130 ve 186 saniye) haşlama ön işlemi uygulanmış ve kızılötesi kurutma yöntemi ile kurutulmuştur. Çalışmada ön işlem uygulanan ürünlerin yumuşak bir yapı kazandığı ve bunun kurumayı hızlandırdığı kaydedilmiştir. Bununla birlikte ön işlem süresinin artmasıyla toplam enerji tüketiminin azaldığı belirlenmiştir. Adetoro ve ark. (2020) nar tanelerini ön işlemsiz, 30 saniye 90 °C suda ve 60 saniye 100 °C suda haşlama ön işlemi uygulayarak 60 °C'de konvektif fırında kurutmuştur. Çalışma sonucunda en yüksek antioksidan ve antosiyanin içeriğinin 30 saniye süre ile 90 °C'de haşlama ön işlemlili ürünlerde ölçüldüğünü ve bu ön işlem uygulamasının enzim aktivitesini % 76 oranında azalttığını vurgulamıştır.

Ohmik Isıtma

Elektro ısıtma ismiyle de anılan ohmik ısıtma termal bir ön işlemdir. Ohmik ısıtma sisteminde bulunan temel parçalar; ısıtma hücresi, güç ünitesi, elektrot, güç kaynağı, mikroişlemci ve bilgisayardır. Uygulamada 4-100 Hz frekans aralığı ve 0-250 V voltaj aralığı tercih edilmektedir. Bu işlemde temel prensip elektriksel iletkenliği olan kurutma materyalinin içinden alternatif akım geçirilmesi ile materyalin mukavemeti sonucunda açığa çıkan ısı ile ürünlerin homojen olarak ısıtılmasıdır (Şekil 1) (Gavahian ve ark., 2019; Kaya ve İçier, 2019). Gıda işlemede; ekstraksiyon işlemleri, materyallerdeki mikroorganizmaları etkisiz hale getirmek amacıyla sterilizasyon, fermantasyon, haşlama, çözdürme ve kurutma süresini kısaltması sebebiyle kurutma öncesi ön işlem olarak kullanılmaktadır. Ohmik ısıtma tekniğinde ürünlerin küresel olarak ısınması, enerji tasarrufu sağlaması, işlem süresinin kısa olması, ürünlerin yapısını ve kalite optimizasyonu sağlaması gibi önemli avantajları bulunmaktadır. Sistemin her ürün için farklı özelliklerde ayarlanması zorunluluğu ve sürekli kontrol gerektirmesi dezavantajlı yönlerindedir (İncedayı ve ark., 2019; Reddy ve ark., 2021).

Rokhbin ve ark. (2021) portakal dilimlerini 30, 50 ve 70 V'da 3, 5 ve 7 dakika süre ile ohmik ısıtma ön işleminden sonra 90, 360 ve 900 W gücünde mikrodalga fırında kurutmuş ve ohmik ısıtma ön işleminin kurutma süresini kısaltarak enerji tüketimini azalttığını belirtmiştir. Dağdelen (2019) fasulyeyi % 0.3 NaCl çözeltisi içerisinde 220 V ve 50 Hz uygulaması ile ohmik ısıtma ve 92 °C suda 6,5 dakika haşlama ön işlemine tabi tuttukten sonra dondurmuş ve en yüksek antioksidan içeriğinin ohmik ısıtma ön işlemlili dondurulan ürünlerde belirlendiğini rapor etmiştir. Ramazani ve ark. (2020) kivi dilimlerine 3, 5 ve 7 dakika süre ile 100 °C'de sıcak hava ve 80 V'de ohmik ısıtma ön işlemi uygulamış ve ardından 360, 600 ve 900 W'da mikrodalga fırında kurutmuştur. Çalışmada ohmik ısıtma ön işleminin ürünlerde emilimi artırdığı ve enerji verimliliği sağladığı bildirilmiştir. İncedayı (2020) kırmızıbiberi ohmik ısıtma, mikrodalga ve haşlama ön işlemine tabi tuttukten sonra 60 ve 70 °C'de sıcak hava ile kurutmuştur. Çalışmada ohmik ısıtma ön işlemlili 70 °C'de konvensiyonel kurutma ile yüksek kalitede ürünler elde edildiği vurgulanmıştır.



Şekil 1. Ohmik ısıtma sistemi şematik gösterimi (Kaya ve İçier, 2019)

Mikrodalga ile Ön İşlem

Mikrodalga, elektromanyetik tayfin 300 MHz ile 300 GHz arasında yer alan dalga boylarını ifade etmektedir. Kurutma materyallerinin içerisinde bulunan su molekülleri magnetron yardımıyla yüksek frekansta titreştirilerek, bu titreşim hareketi neticesinde meydana gelen hareket enerjisi termal enerjiye dönüşmektedir. Mikrodalga enerjisi ile ürünlerin iç kısımlarından dış kısımlarına doğru küresel olarak ısıtılması ile birlikte ürün bünyesinde bulunan nem hızlı bir şekilde uzaklaştırılır. Mikrodalga enerjisinin kurutmada üç farklı kullanım alanı söz konusu olmaktadır. Bunlar sırasıyla; kuruma oranının düştüğü azalan oranla kuruma evresinde kullanımı, kurutma işlemi boyunca kullanımı ve kurutma süresini azaltmak amacıyla kurutma işlemlerinden önce ön işlem olarak kullanılmasıdır (Günaydın, 2020; Jha ve ark., 2021). Yüksek mikrodalga çıkış güçleri kullanılarak kurutulan ürünlerde yanma, kararma, patlama gibi istenmeyen yapısal değişimlerin meydana gelmesi, mikrodalga enerjisinin kurutma öncesi ön işlem olarak kullanımına olan talebi artırmıştır. Mikrodalga sistemlerin farklı kurutma yöntemleri ile entegrasyonunun basit olması, ön işlem olarak uygulanması durumunda kurutma süresini kısaltarak enerji tüketimini azaltması, geleneksel haşlama ön işlemine göre ürünlerde kalite (renk, görünüş ve besin içeriği gibi) optimizasyonu sağlaması gibi önemli avantajları vardır. Ancak yüksek maliyet gerektirmesi gibi bir dezavantajı bulunmaktadır (Vladić ve ark., 2022).

Yi ve ark. (2016) pitaya dilimlerini 1.0, 2.0 ve 4.0 Wg⁻¹ güç yoğunluklarında mikrodalga ön işleminin ardından 65 °C’de konvektif ve puf kurutma kombinasyonu ile kurutmuştur. Mikrodalga ön işleminin ürünlerde gözenekliliği artırdığını, anhidro üronik asit içeriğini % 8-16 oranında artırdığını tespit etmiştir. Özkan Karabacak ve ark. (2020) portakal dilimlerini 90 W gücünde 30 saniye mikrodalga fırında ön işleme tabi tuttuktan sonra 60, 70 ve 80°C ile 15 kPa ve 30 kPa basınç uygulamasında vakumlu kurutma yöntemi ile kurutmuştur. Çalışmada mikrodalga ön işlem uygulamasının kurutma süresini kısaltarak enerji tüketimini azalttığını ve yüksek kalitede ürünlerin elde edilmesinde önemli bir rol üstlendiğini bildirmiştir. Karimi ve ark. (2021) kenger bitkisine 450, 600 ve 700 W için sırasıyla; 4, 3.5 ve 3 dakika süre ile mikrodalga ön işlemi uygulamış ve ardından 180, 300 ve 450 W ile 60, 70 ve 80 °C kombinasyonu ile kurutmuştur. Çalışmada enerji

tüketiminin en az olduğu yöntemin 600 W gücünde mikrodalga ön işlemleri 80 °C-600 W kombinasyonu olduğu ve bu yöntemin % 69 oranında enerji tasarrufu sağladığı bildirilmiştir.

Kızılötesi ile Ön İşlem

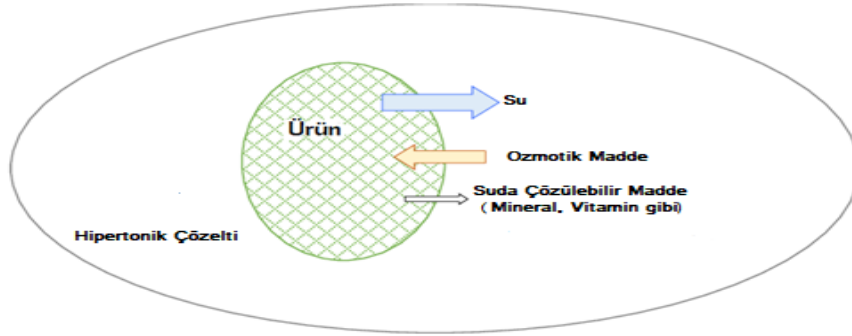
Kızılötesi ışınlar, mikrodalga ile görünür ışık arasındaki dalga boylarına sahip elektromanyetik ışınlar olarak tanımlanmaktadır. Isıtma amacıyla 0.5-100 µm dalga boyu tercih edilmekte olup, ürün yüzeyinde bulunan hastalık yapıcı mikropların giderilmesinde ve gıda kurutmada yaygın olarak kullanılmaktadır. Kızılötesi ışınlar ile tarımsal ürünlerden yoğun nemin uzaklaştırılması işlemi; ışımların ürünlerin merkezine ulaşmadan yüzeysel olarak ısıtılması esasına dayanmaktadır. Dolayısıyla uygulamada ince tabaka ürünler tercih edilmektedir. Kızılötesi ile kurutma öncesi ön ısıtmada ürünlerin iç kısımları ısıtılamadığından tam kuruma sağlayamamaktadır. Bununla birlikte ürün yüzeyine nüfuz eden kızılötesi ışınların kömürleşme ve yanma gibi olumsuzluklara yol açması sebebiyle kurutma öncesi ön işlem olarak kullanımı tercih edilmektedir. Kurutma işlemi öncesinde kızılötesi ışınım ile iyi bir ön ısıtmanın sağlanmasında kurutma materyalinin ışınları soğurma yeteneği, kızılötesi kaynağın sıcaklık seviyesi ve etkinliği önemlidir (Nozad ve ark., 2016; Taşkın ve İzli, 2017; Salehi ve Kashaninejad, 2018).

Guimba ve ark. (2015) mango dilimlerini 2 dakika 90 °C'de, 10 dakika 65 °C'de sıcak suda haşlama ve kızılötesi haşlama ile ön işlem uygulamıştır. Ardından 70 °C sıcak hava ile kurutmuştur. Çalışmada kızılötesi haşlama ön işlemi görmüş ürünlerde askorbik asit içeriğinin optimal düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Chen ve ark. (2018) havuç dilimlerini 60, 70 ve 80 °C'de sıcaklık seviyelerinde kızılötesi ön işlem uyguladıktan yine aynı sıcaklıklarda konveksiyonel fırında kurutmuş olup, kızılötesi ön işlemin kurutma süresini kısalttığını ve karoten içeriğinin kızılötesi ile muamele edilmiş ürünlerde daha yüksek olduğunu belirtmiştir.

Termal Olmayan Ön İşlem Uygulamaları

Ozmotik Dehidrasyon

Ozmotik dehidrasyon termal olmayan ve ürünlerin yüksek derişimli çözeltilerde uzun süre bırakılması ile fazla nemin uzaklaştırılması prensibine dayanmaktadır (Şekil 2). Ürünlerden fazla nem kütle transferi yoluyla uzaklaştırılmakta olup, genellikle meyve gibi şekerli ürünlerde sakkaroz solüsyonu, sebzelerde sakkaroz sodyum klorür veya sodyum klorür çözeltileri olumlu sonuçlar vermektedir. Ozmotik dehidrasyon işleminde ürünlerde tam kuruma sağlanmadığı için kurutma öncesi bir ön işlem olarak uygulanması uygun görülmektedir (Çetin, 2021; Pavkov ve ark., 2021; Uğuz ve Gezici, 2021).



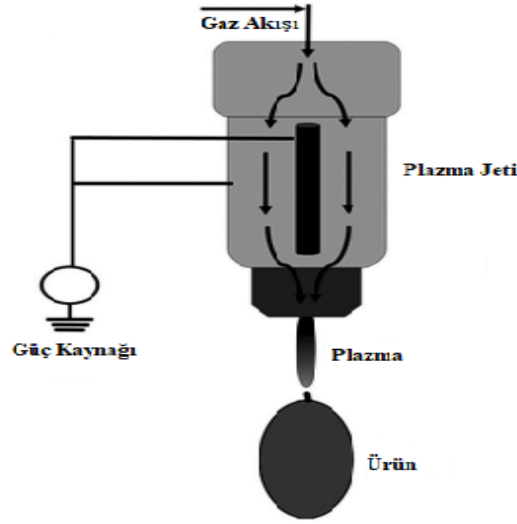
Şekil 2. Ozmotik dehidrasyon (Guiamba, 2016)

Roy ve ark. (2021) yabancı portakal dilimlerinin % 10 sükröz, % 10 fruktoz ve % 2 NaCl çözeltilerinde 30 dakika boyunca ön işleme tabi tutulduktan sonra konvektif fırında 45, 50 ve 55°C’de kurutulmasında % 10 sükröz ön işlemlili 55 °C’de kurutulmuş örneklerde renk, C vitamini, toplam fenolik, flavonoid ve antioksidan içeriğinin yüksek olduğunu ve kurutma süresini kısalttığını tespit etmişlerdir. Toğrul ve ark. (2018) yabancı armudunu ön işlemsiz ve on farklı ön işlem; 65° brixlik sakkaroz, glikoz, sorbitol, maltoz, maltodekstrin şeker çözeltileri ve % 55 sükröz-% 10 NaCl’de 1 saat, % 5 Na₂SO₅, % 2 EO-% 5 Na₂SO₅, % 5 K₂SO₅, % 2 EO-% 5 K₂SO₅ çözeltilerinde 20 dakika beklendikten sonra 45, 55, 65 ve 75 °C’de konvektif kurutucuda kurutmuştur. Çalışma sonucunda şeker çözeltileri ile muamele edilmiş ürünlerin lezzet bakımından çok daha iyi sonuçlar verdiği vurgulanmıştır. Tunde Akıntunde (2010) kırmızıbiberi ön işlemsiz ve 3 dakika süre ile kaynar suda haşlama ve 60 ve 70° brix’lik sakkaroz çözeltilerine bandırma ön işlemleri uyguladıktan sonra güneşte, güneş enerjili kurutucuda ve kabinli kurutma fırını ile kurutulmasında en kısa kurutma süresinin 70° brix’lik sakkaroz çözeltilisine daldırılan numunelerde ölçüldüğü tespit edilmiştir. Chua ve ark. (2021) okaliptüs meyvesine kombine % 30-% 50 w v⁻¹ sükröz çözeltilisi ve 80 kHz’de 20-60 °C’de ultrases ön işlemlili uygulandıktan sonra konvektif kurutma yöntemi ile kurutmuş olup, p-simen ve antioksidan kapasitesinin ultrases ve sükröz kombine ön işlemlili ürünlerde çok iyi korunduğunu bildirmişlerdir.

Soğuk Plazma

Soğuk plazma, oda sıcaklığında ve 10 mbar basınç altındaki gazların elektromanyetik dalgalarla ya da DC ve AC akımı sonucunda meydana gelen durum olarak ifade edilmektedir. Elektron enerjisi 1-5 eV olan düz hatlar boyunca uygulanmaktadır. Burada sıcaklıklar elektron için 104-105 K iken gaz için 300-400 °K’dir. İyonların sıcaklık değeri ise oda sıcaklığına eş değerdir. Soğuk plazma, korona deşarjı, mikrodalga plazma sistemi, dielektrik bariyer deşarjı, radyo frekans ya da atmosferik basınçlı plazma jeti ile üretilebilmektedir (Şekil 3). Tıp alanında kullanılan alet ve ekipmanların dezenfeksiyonu, ürün yüzeyinin işlenmesi kullanım alanlarındandır. Gıda alanında ise yağ ekstraksiyonu ve ürünlerin hastalık yapıcı mikroorganizmalardan arındırılması amacıyla uygulanan ve son yıllarda yaygınlaşmaya başlayan ısı olmayan ön işlem uygulamasıdır. Soğuk plazmanın

verimini gaz tipi, işlem süresi, giriş voltajı ve frekansı gibi parametreler etkilemektedir. Basit yapılı ve masrafının az olması, enerji tüketimini azaltması, sistem dekontaminasyonunun kolay olması bu işleme ilgiyi artıran sebeplerdir (Aktop ve ark., 2015; Bao ve ark., 2021; Bassey ve ark., 2021).

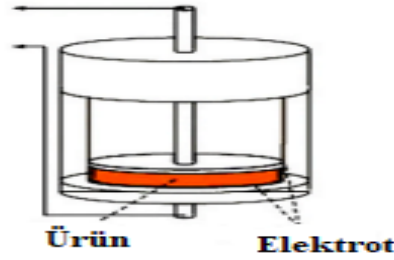


Şekil 3. Plazma jeti ile soğuk plazma üretimi şematik gösterimi (Bassey ve ark., 2021)

Tabibian ve ark. (2020) safran bitkisini 15, 30, 45 ve 60 saniye süre ile soğuk plazma ön işleminin ardından 60 °C’de konvensiyonel kurutucu ile kurutmuştur. Çalışmada ön işlem süresinin artması ile kuruma oranının artarak enerji tüketiminin azaldığı, ürünlerin biyoaktif bileşenlerinde kayıpların meydana geldiği tespit edilmiştir. Ön işlem uygulanan ürünlerde krosin, pikrokrosin, toplam fenolik ve antioksidan içeriğinin ön işlemsiz numunelere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bao ve ark. (2021) hünnap dilimlerini 15, 30 ve 60 saniye boyunca soğuk plazma ile ön işleme tabi tutmuş ve ardından 50, 60 ve 70 °C sıcaklıklarda konvektif kurutma yöntemi ile kurutulmasında ön işlem süresinin artmasıyla kuruma oranının da arttığı kaydedilmiştir. Ayrıca çalışmada soğuk plazma ön işleminin prosiyanidin, flavonoid, toplam fenolik ve antioksidan içeriğini artırdığını vurgulanmıştır. Huang ve ark. (2019) üzüm tanelerini 500 W’da 25 kHz’de soğuk plazma ön işleminin ardından etüvde kurutmuş ve ön işlemin kurutma oranını % 20 oranında artırdığını tespit etmişlerdir.

Darbeli Elektrik Alan Uygulaması

Gıda işlemede en çok araştırılan konulardan birisi ısı olmayan darbeli elektrik alan uygulamasıdır. Çoğunlukla ekstraksiyon işleminde veya kurutma öncesi ön işlem olarak uygulanmaktadır. Darbeli elektrik alan uygulamasında, 1-100 μs ’de, 200-1000 V cm^{-1} elektrik alanlarında ve yüksek voltaj seviyelerinde (2-80 kV cm^{-1}) kısa darbeler kullanılarak iki elektrot arasında yerleştirilen ürünlerin üzerinde potansiyel bir fark oluşturularak elektropermabilizasyon yoluyla hücre geçirgenliği artırılması esasına dayanmaktadır (Şekil 4).



Şekil 4. Elektriksel ön işlem uygulamasının şematik gösterimi (Bassey ve ark., 2021)

Hücre zarına uygulanan darbeler gıdalarda bulunan patojenlerin giderilmesinde etkin rol oynamaktadır. Hücre zarı bozunmaya uğrayan ürünlerin yapısında bulunan nem kolay bir şekilde uzaklaşmaktadır. Elektriksel alan şiddeti ile hücre membranında oluşan bozunma oranı arasında doğrusal bir ilişki söz konusu olmaktadır. Uygulanan elektrik alan kuvveti arttıkça hücre zarında oluşan bozunma oranı da artmaktadır. Bununla ilişkili olarak hücre zarında meydana gelen bozulma oranı ne kadar fazla ise ürünlerdeki nemin buharlaşması da o kadar hızlı olmaktadır. Dolayısıyla hücresel bozulma oranının hesaplanması, kurutma sürecinin değerlendirilmesinde oldukça önemli bir rol üstlenmektedir. Özellikle meyve suyu ve sütte patojenlerin inaktive edilmesinde oldukça etkilidir. Mikroorganizmaların etkisini sınırlandırmada elektrik alan şiddeti, vurgu çeşidi (üstel ya da kare vurgu), işlem süresi ve vurgu sayısı etkili olmaktadır. Elektriksel ön işlem kurutma süresini kısaltarak enerji tüketimini azaltmakta, aynı zamanda renk, görünüş ve biyoaktif bileşen yönünden yüksek kalitede ürünler elde edilmesine olanak sağlamaktadır (Seçkin ve Özgören, 2011; Çiftçi ve Fincan, 2021).

Yu ve ark. (2009) süte 30 kV cm^{-1} elektrik alanı, 120 vurgu sayısı ve $50 \text{ }^\circ\text{C}$ sıcaklıkta darbeli elektrisel alan işlemi uygulamış ve patojen miktarında önemli ölçüde azalma meydana geldiğini tespit etmiştir. Wu ve Guo (2010) elmanın darbeli elektrik alanı ön işlemlili ve ön işlemsiz vakumlu dondurarak kurutma yöntemi ile kurutulmasında uygulanan ön işlemin kurutma süresini % 22.50 oranında kısalttığını bildirmişlerdir. Yamakage ve ark. (2021) ıspanak yapraklarını 1 dakika süre ile $90 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de haşlama, 2.8 kV cm^{-1} 'de darbeli elektrik alanı ile ön işlem uyguladıktan sonra konvektif $50 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de kurutmuş olup, darbeli elektrik alanı ön işleminin kuruma oranını artırdığını ve renk parametrelerinin iyi düzeyde korunduğunu bildirmişlerdir. Yu ve ark. (2017) yaban mersini tanelerini 2 kV cm^{-1} 'de 200 vurgu sayısında ön işlem uygulamış ve $45, 60$ ve $75 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de konvektif ve vakumlu kurutma tekniği ile kurutarak darbeli elektrik alanı ön işleminin kurutma süresini azaltmış ve bununla ilişkili olarak da enerji tüketimini azalttığını belirtmişlerdir.

Ultrases

Frekans aralığı 20.000 Hz ile 1 GHz arasında olan ultrases, akustik dalga olarak tanımlanmaktadır. Ultrases enerjisi poligalakturonaz ve pektin metilesteraz gibi enzimlerin faaliyetini sınırlandıran ve termal olmayan önemli bir ön işlem uygulamasıdır. Ultrasonik işlemlerin pH, basınç ve sıcaklık uygulamaları ile entegre edilerek

kullanımı bu yöntemin etkinliğini artırmaktadır. Ultrases verimini belirleyen unsurlar; frekans aralığı, sonikatör probunun genliği ve uygulama süresidir. Isı ile entegre edilerek kullanılması termosonikasyon olarak adlandırılmaktadır. Ultrasesin gıda işlemede kullanım alanları; enzim aktivitesini azaltmak amacıyla kurutma öncesi ön işlem, dondurma, çözdürme, filtrasyon, seperasyon, fermentasyon, ekstraksiyon, kristalizasyon ve emülsifikasyon uygulamalarıdır. Ultrases, ısı hassasiyeti olan ürünlerin yapısındaki yoğun suyun azaltılmasında oldukça etkin bir işlemdir. Masrafının az olması, kurutma süresini kısaltması, geleneksel termal ön işlemlere göre ürünlerin yapısında ve besin içeriğinde çok daha az değişikliğe neden olması, görünüş, aroma gibi özellikleri çok fazla etkilememesi kurutma öncesi ultrases ön işlemin gerekliliğini ön plana çıkarmaktadır (Tüfekçi ve Özkal, 2015; Bozkır, 2020; Aydar ve ark., 2021).

Aydar ve ark. (2021) zeytin dilimlerini ön işlemsiz ve 5-10 dakika 32 kHz'de ultrases ön işleminin ardından 180, 450 ve 800 W gücünde mikrodalga tekniği ile kurutmuş ve ultrases süresinin artmasıyla kuruma süresinin kıaldığı, bununla birlikte ultrases ön işlemlili ürünlerin renk, toplam fenolik içeriğinin ön işlemsiz ürünlere göre daha yüksek olduğunu saptamıştır. Jin ve ark. (2019) kavun dilimlerini ön işlemsiz ve ultrases ön işlemlili sıcak hava ile kurutma ve sıcak hava destekli radyo frekanslı kurutma tekniği ile kurutarak, ön işlemlili ürünlere ölçülen toplam fenolik içeriğinin ve rehidrasyon kapasitesinin daha yüksek olduğunu tespit etmiştir. Polat (2019) havuç ve patates dilimlerini ön işlemsiz ve 20-40 dakika ultrases ön işlemlili uygulamış ve 60-70 °C sıcaklıklarda kurutmuştur. Çalışma sonucunda ultrases uygulama süresinin artmasıyla kuruma süresinin kıaldığı, buna bağlı olarak enerji tüketiminin azaldığı kaydedilmiştir. Ayrıca çalışmada ultrases ön işlemin gıdalarda kalite parametrelerini olumlu etkilediğini belirtmişlerdir. Bozkır ve ark. (2019) sarımsak dilimlerini ön işlemsiz ve 30 °C'de ultrasonik banyoda 35 kHz ile 30 dakika süre ile ön işlem uyguladıktan sonra 540 W'da mikrodalga ve 60 °C'de sıcak hava ile kurutmuştur. Çalışma sonucunda ön işlemin kuruma oranı ve rehidrasyon kapasitesini artırdığı belirlenmiştir. Abbaspour-Gilandeh ve ark. (2021) menengiç tohumlarını 28 kHz ve 70 W'de ultrases, 80 °C'de 2 dakika süre ile haşlama ve 180, 360 ve 540 W'da mikrodalga ön işlemlili uyguladıktan sonra konvektif ve kızılötesi kurutma tekniği ile kurutmuştur. Çalışmada ultrases ön işlemlili ürünlerin biyoaktif bileşenlerinin optimal düzeyde olduğu vurgulanmıştır.

Sitrik Asit (Limon Tuzu)

Limon tuzu olarak da adlandırılan sitrik asit kristalize, kokusuz, renksiz, karboksil grubu organik bir bileşik olarak ifade edilmektedir. Gıda işlemede yaygın olarak kullanılan sitrik asit aroma verici ve antioksidan içeriğini artırıcı bir özelliğe sahip olması sebebiyle kurutma öncesi ön işlem olarak kullanılmaya başlanmıştır. Ayrıca sitrik asit ürünlere meydana gelen kararmaları önlemektedir. Bununla birlikte asitliği düzenleyerek ürünlerin dayanıklılığını artırmakta ve oksitlenmeyi önlemektedir. Suda çok iyi çözünmektedir (20 °C suda 59.2 g 100 mL⁻¹) (Kuyu ve ark., 2018; Öztürk ve Erbaş, 2021).

Kuyu ve ark. (2018) tatlı patatese % 1 ve % 3 oranında sitrik asit çözeltisi ile ön işlem uygulayarak 55 ve 65 °C sıcaklıklarda kurutmuştur. Çalışma sonucunda 55 °C kurutma sıcaklığı ve % 3 sitrik asit çözeltisi ön işlemlili

numunelerin antioksidan kapasitesi ve biyoaktif bileşen yönünden zengin olduğu bulunmuştur. Sarabo ve ark. (2021) ananas dilimlerini 10 dakika süre ile 80 °C’de haşlama, % 1 ve % 2 askorbik asit ve sitrik asit çözeltileri ile ön işlem uyguladıktan sonra -40 °C’de dondurarak kurutma yöntemi ile kurutmuşlardır. Taze ürüne en yakın renk parametrelerinin sitrik asit ön işlemi uygulanan ürünlerde ölçüldüğünü kaydetmişlerdir. Ayrıca çalışmada sitrik asit ile muamele edilen ürünlerin nem içeriğinin daha az olduğu bulunmuştur. Doymaz (2010) kırmızı amasya elmasını ön işlemsiz, oda sıcaklığında % 0.5 sitrik asit çözeltine daldırma ve 70 °C’de sıcak suda 2 dakika haşlama ön işlemi uygulamıştır. Ardından hava sirkülasyonlu fırında 55, 65 ve 75 °C sıcaklık seviyelerinde kurutmuştur. Çalışmada en kısa kuruma süresinin sitrik asit ile muamele edilmiş ürünlerde ölçüldüğü belirtilmiştir. Yıldız (2021) muz dilimlerini ön işlemsiz ve 10 dakika süre ile % 5 sitrik asit, % 5 şeker çözeltisi ve 80 °C sıcak suda haşlama ön işlemlerini uyguladıktan sonra güneşte enerjili kurutma düzeneğinde kurutmuştur. Çalışmada muz için en uygun kurutma koşulunun sitrik asit ön işlemlili kurutma tekniği olduğu belirlenmiştir. Devresen ve ark. (2018) çilek ve mandalina dilimlerini 2 saat boyunca % 50 ve % 40 sakkaroz çözeltisinde ve 15 dakika süre ile % 1’lik sitrik asit çözeltisine daldırma ön işleminden sonra -18°C ve -24°C’de dondurulmuşlardır. Sitrik asit ön işlemlili dondurulan ürünlerin askorbik asit içeriğinin diğerine göre daha yüksek olduğunu bulmuşlardır. Doymaz ve Aktaş (2018) patlıcan dilimlerini % 0.5 sitrik asit çözeltisi ve 80 °C’deki suda 1 dakika boyunca haşlama ön işlemi uyguladıktan sonra 40, 50, 60 ve 70 °C’de konvensiyonel yöntemle kurutmuşlardır. Çalışma sonucunda ön işlemlilerin kurutma süresi üzerinde avantaj sağladığı ve sitrik asit ön işlemlili ürünlerin rengini daha iyi koruduğutespit edilmiştir. Bakry ve ark. (2021) domates dilimlerini % 2 sitrik asit ön işlemlili ve ön işlemlisiz olmak üzere güneşte ve güneş enerjili kurutucuda kurutmuşlardır. ve Sitrik asit ön işlemlili ürünlerin likopen, şeker ve kül içeriğinin ön işlemlisiz ürünlere göre daha yüksek seviyede olduğunu tespit etmişlerdir.

Bal Çözeltisi

Şekerler, sebze ve meyvelerin suda çözünür katı madde içeriğinin (°Brix) büyük bir kısmını oluşturmaktadır. Glikoz, fruktoz, sakkaroz, maltoz gibi şekerler çözelti içerisindeki yoğunluğuna bağlı olarak ürünlerin nem içeriğini azaltarak uzun süre dayanıklılığını sağlamaktadır. Şekerli çözeltiliye daldırma ön işlemi özellikle meyvelerin raf ömrünü artırmada oldukça etkili bir yöntemdir. Yaklaşık % 80’i şeker olan bal ile ön işlem uygulamaları giderek yaygınlık kazanmaya başlamıştır. Bal çözeltisi ile ön işlem uygulanan ürünlerde lezzet çok daha iyi korunmaktadır. Aynı zamanda bal çözeltisi ile ön işlem uygulamaları ürünlerin tat, renk ve aroma gibi duyuşal özelliklerini ve rehidrasyon kapasitesini iyileştirmektedir (Abano ve ark., 2013; Adepoju ve ark., 2021).

Elangovan ve Natarajan (2021) sarmaşık kabak meyvesine 10 dakika süre ile askorbik asit, şeker çözeltisi, bal çözeltisi ve limon suyuna daldırma ön işlemi uygulandıktan sonra güneşte, gölgede ve güneş enerjili yöntemlerle kurutulmuştur. Aroma, renk ve tat bakımından en iyi sonuçlar bal ile ön işlem uygulanan numunelerde elde edildiği bildirilmiştir. Adepoju ve ark. (2017) mango dilimlerini 2 dakika süre ile 120 °C’de sıcak suda haşlama, 4 dakika boyunca % 31 askorbik asit çözeltisi ve % 20 bal çözeltisinde bekletmiş ve 65

°C'de hava sirkülasyonlu fırında, güneşte ve güneş enerjili kurutucuda kurutulmuşlardır. Bal çözeltisi ile ön işlemlenmiş kurutulmuş ürünlerde β -karoten ve C vitamini içeriğinin diğer ön işlemlere göre daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Abano ve ark. (2013) mango dilimlerini 10 dakika boyunca 4.17 mg ml^{-1} askorbik asit, 0.011 g ml^{-1} tuz çözeltisi, 0.5 v v^{-1} limon suyu ve 0.3 v v^{-1} bal çözeltileri içerisinde beklettikten sonra 70°C 'de kabin kurutucuda kurutulmuşlardır. , Ön işlemlerin kurutma süresini kısalttığını bildirilmişlerdir. Ayrıca çalışmada renk, tat, tekstür ve aroma açısından en yüksek değerlerin bal ile ön işlem uygulanan ürünlerde elde edildiği saptanmıştır. Adepoju ve ark. (2021) papaya dilimlerini 100°C suda 2 dakika haşlama, % 0.45 askorbik asit ve % 0.25 bal çözeltisinde 4 dakika süre ile daldırma ön işlemlerin ardından 65°C 'de hava sirkülasyonlu fırında kurutulmuşlardır. Çalışmada bal solüsyonu ön işlemi uygulanan ürünlerin C vitamini yönünden diğerlerine göre daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir.

Gum Arabic (Akasya Sakızı)

Renksiz ya da kırmızı sarımsı renklerde olan ve akasya ağacı özsuunun zamanla sertleşmesi sonucu açığa çıkan gum arabic yenebilen, suda çözünme oranı yüksek bir zamktır. Akasya sakızı olarak da bilinen gum arabic, L-arabinoz, D-galaktoz, L-ramnoz ve D-glukronik asit açısından zengin bir biyopolimer olup, yapısında % 2 oranında protein bulduran doğal bir kıvam artırıcı, aroma verici, nemlendirici ve şekerin kristalize yapı kazanmasını önleyen madde olarak tanımlanır. P, Na, Ca, K ve eser miktarda Pb, Co, Cu, Zn, Ni, Cd, Cr minerallerini içermektedir. Oldukça geniş bir kullanım yelpazesi olan ve doğal, ucuz, yenilebilir mi? yenilenebilir mi?, biyolojik olarak parçalanabilen gum arabic mikroenkapsülasyon uygulamalarında, dondurma, lokum, puding gibi ürünlerde kıvam artırmada, çikolata ve draje şekerlere parlak bir görünüm kazandırılmasında başarılı bir şekilde uygulanmaktadır (Adiamo ve ark., 2017). Suda çözünme oranı % 50-55 civarında iken, asetat esterleri, etilen glikol ve sulu etanol solüsyonlarında çok daha az miktarda çözünebilmektedir. Yüksek sıcaklıklarda dahi viskozitesi düşük ve emülsifikasyon yeteneği kuvvetli bir maddedir. Dolayısıyla enkapsülasyon uygulamalarında yüzey kaplayıcı olarak sıklıkla tercih edilmektedir. İçeriğindeki protein bileşiminin yüksek olmasından ötürü özellikle yağ emülsiyonlarını stabilize etme yeteneği kuvvetli olan gum arabic yağların enkapsüle edilmesinde tercih edilir. Aynı zamanda kurutma süresini kısaltmak ve ürünlerde kaliteyi korumak adına kurutma öncesi ön işlem olarak da yararlanılmaktadır (Nguyen ve ark., 2018).

García-Martínez ve ark. (2018) greylift dilimlerini dondurarak kurutma ve % 1.27 gum arabic ve % 76 bambu lifi ile ön işlemlenmiş olarak dondurarak kurutma yöntemi ile kurutulmuşlardır. Gum arabic ön işlem uygulanan ürünlerde biyoaktif bileşenlerin ve toplam fenolik içeriğinin diğer örneklerle göre önemli düzeyde korunduğunu tespit etmişlerdir. Adiamo ve ark. (2017) domates dilimlerini gum arabic çözeltisinin farklı konsantrasyonlarında (% 1, 5 ve 10) 3 dakika boyunca bekletmiş ve güneşte kurutma yöntemi ile kurutulmuşlardır. Çalışma sonucunda gum arabic uygulamasının domatesin raf ömrünü artırdığını, gum arabic konsantrasyonunun artmasıyla kahverengileşme indeksinin azaldığını bildirmişlerdir. Krishnan ve ark. (2005) tarafından enkapsüle kakule elde edilmesine yönelik yürütülen çalışmada gum arabic maddesinin diğer kaplama materyallerine göre hangi konuda

(kapsülleşme başarısı mı?) daha etkili olduğunu vurgulanmışlardır. Suhag ve ark. (2016) sprey kurutma tekniği ile bal tozu elde etmeye yönelik yürüttükleri çalışmada 160, 170 ve 180 °C giriş hava sıcaklıklarında 35, 40 ve % 45 gum arabic ön işlemi uygulamışlardır. En iyi sonuçların 170°C'de % 45 gum arabic konsantrasyonda elde edildiğini, gum arabic konsantrasyonunun artmasıyla antioksidan kapasitesi, toplam fenolik içeriği ve C vitamini içeriğinin arttığını tespit etmişlerdir.

Çizelge 1. Çalışmada bazı ürünlere uygulanan ön işlemler

Ürün	Ön İşlem	Uygulama	Kaynakça
Nar	Haşlama	80 °C; 90 °C ve 100 °C	Cesur, 2013; Adetoro ve ark., 2020
Yaban Mersini	Darbeli Elektriksel Alan	2 kV cm ⁻¹ ; 200 vurgu	Yu ve ark., 2017
Pitaya	Mikrodalga	1.0, 2.0 ve 4.0 Wg ⁻¹	Yi ve ark., 2016
Safran	Soğuk plazma	15, 30, 45 ve 60 s	Tabibian ve ark., 2020
Zeytin	Ultras	32 kHz	Ayder, 2021
Kırmızı Pancar	Haşlama; Ultras	65 °C ve 85 °C; 40 kHz	Ciurzyńska ve ark., 2021
Elma	Haşlama	90 °C	Wang ve ark., 2018
Hünnap	Soğuk plazma	15, 30 ve 60 s	Bao ve ark., 2021
Kırmızı Biber	Haşlama; Ozmotik Dehidrasyon	200 °C; sakkaroz	Orikasa ve ark., 2018; Tunde ve Akıntunde, 2010
Portakal	Ohmik Isıtma; Mikrodalga; Ozmotik Dehidrasyon	30, 50 ve 70 V; 90 W; % 10 sükröz, % 10 fruktoz ve % 2 NaCl	Rokhbin ve ark., 2021; Özkan Karabacak ve ark., 2020; Roy ve ark., 2021
Fasulye	Ohmik Isıtma	220 V ve 50 Hz	Dağdelen, 2019
Kivi	Ohmik Isıtma	80 V	Ramazani ve ark., 2020
Kenger Bitkisi	Mikrodalga	450, 600 ve 700 W	Karimi ve ark., 2021
Mango	Kızılötesi; Bal Çözeltilisi	65 °C ve 90 °C; % 20 v v ⁻¹ ; % 30 v v ⁻¹	Guimba ve ark., 2015; Adepoju ve ark., 2017; Abano ve ark., 2013
Havuç	Kızılötesi	60, 70 ve 80 °C	Chen ve ark., 2018
Armut	Ozmotik Dehidrasyon	sükröz, glikoz, sorbitol, maltoz, maltodekstrin	Toğrul ve ark., 2018
Süt	Darbeli Elektriksel Alan	30 kV cm ⁻¹ ; 120 vurgu; 50 °C	Yu ve ark., 2009
İspanak	Darbeli Elektriksel Alan	2.8 kV cm ⁻¹	Yamakage ve ark., 2021
Zeytin	Ultras	32 kHz	Ayder ve ark., 2021
Sarımsak	Ultras	30 °C; 35 kHz	Bozkir ve ark., 2019
Sarmaşık Kabak	Bal Çözeltilisi	-	Elangovan ve Natarajan, 2021
Papaya	Bal Çözeltilisi; Askorbik Asit; Haşlama	% 0.25 v v ⁻¹ ; % 0.45 w v ⁻¹ ; 100 °C	Adepoju ve ark., 2021
Ananas	Haşlama; Askorbik asit; Sitrik asit	80 °C; % 1 ve % 2	Sarabo ve ark., 2021
Elma	Haşlama; Sitrik asit	70 °C; % 0.5	Doymaz, 2010
Muz	Haşlama; Sitrik Asit; Şeker Çözeltilisi	80 °C; % 5; % 5	Yıldız, 2021
Çilek	Sakkaroz; Sitrik Asit	% 50 ve % 40; % 1	Devresen ve ark., 2018
Patlıcan	Haşlama; Sitrik Asit	80 °C; % 0.5	Doymaz ve Aktaş, 2018
Domates	Sitrik Asit; Gum Arabic	% 2; % 1, % 5 ve % 10	Bakry ve ark., 2021; Adiamo ve ark., 2017
Greyfurt	Gum Arabic; Bambu Lifi	% 1.27; % 76	García-Martínez ve ark., 2018
Bal	Gum Arabic	% 35, % 40 ve % 45	Suhag ve ark., 2016
Üzüm	Soğuk plazma	500 W, 25 kHz	Huang ve ark., 2019
Menengiç	Haşlama; Ultras; Mikrodalga	80 °C; 28 kHz ve 70 W; 180, 360 ve 540 W	Abbaspour-Gilandeh ve ark., 2021
Okaliptüs	Ultras+Sükröz	80 kHz; 20 ve 60 °C; % 30 ve % 50 wv ⁻¹	Chua ve ark., 2021

Sonuç

Bu çalışmada kurutma öncesi uygulanan termal ve termal olmayan ön işlemler literatür araştırmaları doğrultusunda incelenmiştir. Termal ön işlemler haşlama, mikrodalga, kızılötesi ve ohmik ısıtma olmak üzere dört grupta incelenmektedir. Geleneksel ön işlem uygulaması olan haşlama tekniği ürün dokusuna zarar vererek besin içeriğinde bir takım kayıplara neden olmaktadır. Dolayısıyla haşlama tekniğine alternatif olarak mikrodalga, kızılötesi ve ohmik ısıtma ön işlemleri yaygınlaşmaya başlamıştır. Kurutma öncesi ohmik ısıtma, mikrodalga ve kızılötesi ön işlem uygulamalarının ürünlerin yapısını koruması, kalite optimizasyonu sağlaması ve kurutma süresini kısaltması gibi önemli avantajları bulunmaktadır. Ancak ohmik ısıtmada sistemin her ürün için farklı özelliklerde ayarlanması zorunluluğu ve sürekli kontrol gerektirmesi gibi bazı dezavantajları bulunmaktadır. Yaygın olarak kullanılan termal olmayan ön işlem uygulamaları ozmotik dehidrasyon, soğuk plazma, darbeli elektriksel alan, gum arabic, bal çözeltisi, sitrik asit ve ultrasestir. Termal olmayan ön işlem uygulamaları kurutma süresini kısaltarak enerji tüketimini azaltmakta, ısıl işlem olmaması yönüyle ürünlerin biyoaktif bileşenlerini ve duyuşal özelliklerini diğer ön işlem grubuna göre daha iyi seviyede korumaktadır. Termal ön işlemlerin ürün dokusuna ve besin içeriğine önemli ölçüde zarar vermesi termal olmayan ön işlem uygulamalarının gerekliliğini ön plana çıkarmaktadır.

Teşekkür

Bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir. Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır. Tüm yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamış olup, yazarlar herhangi bir çıkar çatışması içinde olmadıklarını beyan ederler.

Kaynakça

- Abano, E.E., Sam-Amoah, L.K., Owusu, J., and Engmann, F.N. 2013. Effects of ascorbic acid, salt, lemon juice, and honey on drying kinetics and sensory characteristic of dried mango. *Croatian Journal of Food Science and Technology*, 5 (1): 1-10.
- Abbaspour-Gilandeh, Y., Kaveh, M., Fatemi, H., Khalife, E., Witrowa-Rajchert, D. and Nowacka, M. 2021. Effect of pretreatments on convective and infrared drying kinetics, energy consumption and quality of terebinth. *Applied Sciences*, 11: 7672.
- Adeleye, S.A., Salami, J., Oluwaleye, I.O., Oni, T.O., Akindele, D.O. and Olukayode, N.E. 2020. Evaluation of the convective drying of banana. international research journal of modernization in engineering. *Technology and Science*, 2(8): 1017-1026.

- Adepoju, L.A. and Osunde, Z.D. 2017. Effect of pretreatments and drying methods on some qualities of dried mango (*mangifera indica*) fruit. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*, 19(1):187-194.
- Adepoju, L.A., Osunde, Z.D. and Falua, K.J. 2021. Changes in proximate composition, vitamin c and β -carotene contents of oven dried pawpaw (*carica papaya*) fruit as influenced by pre-treatment methods. *FUOYE Journal of Engineering and Technology (FUOYEJET)*, 6(1): 2579-0617.
- Adetoro, A.O., Opara, U.L. and Fawole, O.A. 2020. Effect of blanching on enzyme inactivation, physicochemical attributes and antioxidant capacity of hot-air dried pome-granate (*punica granatum l.*) Arils (cv. Wonderful). *Processes*, 9:25.
- Adiamo, O.Q., Eltoun, Y.A.I. and Babiker, E.E. 2017. Effects of gum arabic edible coatings and sun-drying on the storage life and quality of raw and blanched tomato slices, *Journal of Culinary Science and Technology*, 17(1): 45-58.
- Aktop, S., Gök, V., Özkan, M. ve Kara, R. 2015. Et ve et ürünlerinde soğuk plazma uygulamaları. *Kocatepe Veteriner Dergisi*, 8(2): 79-86.
- Araujo, M.E.V., Barbosa, E.G., Oliveira, A.C.L., Milagres, R.S., Pinto, F.A.C. and Corrêa, P.C. 2020. Physical properties of yellow passion fruit seeds (*passiflora edulis*) during the drying process. *Scientia Horticulturae*, 261:109032.
- Aydar, A.Y. 2021. Investigation of ultrasound pretreatment time and microwave power level on drying and rehydration kinetics of green olives. *Food Science and Technology*, 41(1): 238-244.
- Aydar, A.Y., Yılmaz, T., Mataracı, C.E. ve Sağlam, T.B. 2021. Gıdaların kurutulmasında ultrason ön işleminin kullanımı. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 11(2): 1165-1175.
- Bakry, R.S., Khater El-Sayed, G., Bahnasawy, A.H. and Ali, S.A. 2021. Effect of drying methods on the quality of dried tomatoes. *Processing Engineering of Agricultural Products*, 38(2): 155-180.
- Bao, T., Hao, X., Shishir, M.R.I., Karim, N. and Chen, W. 2021. Cold plasma: an emerging pretreatment technology for the drying of jujube slices. *Food Chemistry*, 337: 127783.
- Bassey, E.J., Cheng, J.H. and Sun, D.W. 2021. Novel nonthermal and thermal pretreatments for enhancing drying performance and improving quality of fruits and vegetables. *Trends in Food Science and Technology*, 112: 137-148.
- Bozkır, H. 2020. Mikrodalga ve termosonikasyon haşlama yöntemleri ile patatesin haşlanması ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *GIDA*, 45(5): 917-928.
- Bozkır, H. ve Rayman Ergün, A. 2021. Influence of ultrasonic and electrical pretreatments on the drying and quality characteristics of kiwi fruit slices. *GIDA*, 46 (4): 817-829.
- Bozkır, H., Ergün, A.R., Tekgöl, Y. and Baysal, T. 2019. Ultrasound as pretreatment for drying garlic slices in microwave and convective dryer. *Food Science Biotechnology*, 28(2):347-354.
- Cesur, Ö. 2013. Kurutma metodları ve şartlarının nar tanesinin kurutma kinetiği ve kalitesi üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı.

- Chen, J., Venkitasamy, C., Shen, Q., McHugh, T.H., Zhang, R. and Pan, Z. 2018. Development of healthy crispy carrot snacks using sequential infrared blanching and hot air drying method. *LWT-Food Science and Technology*, 97: 469-475.
- Chua, B.L., Khor, Y.C., Ali, A. and Ravikumar, H. 2021. Influence of ultrasound-assisted osmotic dehydration pre-treatment on total phenolic content, antioxidant capacity and p-cymene content of eucalyptus deglupta. *Journal of Tropical Forest Science*, 33(2):149-159.
- Ciurzyńska, A., Falacińska, J., Kowalska, H., Kowalska, J., Galus, S., Marzec, A. and Domian, E. 2021. The effect of pre-treatment (blanching, ultrasound and freezing) on quality of freeze-dried red beets. *Foods*, 10:132.
- Çetin, N. 2021. Elma çeşitlerinin kurutulmasında farklı kurutma yöntemlerinin etkisinin belirlenmesi ve yapay zekâ algoritmalarıyla karşılaştırılması. Doktora Tezi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyosistem Mühendisliği Ana Bilim Dalı.
- Çiftçi, Y. ve Fincan, M. 2021. Meyve ve sebzelerin kurutulmasında ön işlem olarak vurgulu elektrik alan kullanımı. *GIDA*, 46(4): 830-847.
- Dağdelen, C. 2019. Dondurulmuş sebze üretiminde ohmik ısıtma ön işleminin kalite üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı.
- Deng, L.Z., Mujumdar, A.S., Zhang, Q., Yang, X.H., Wang, J., Zheng, Z., Gao, Z.J. and Xiao, H.W. 2017. Chemical and physical pretreatments of fruits and vegetables: Effects on drying characteristics and quality attributes – a comprehensive review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 59(9): 1408-1432.
- Doymaz, İ., 2010. Effect of citric acid and blanching pre-treatments on drying and rehydration of amasya red apples. *Food and Bioproducts Processing*, 88: 124-132.
- Doymaz, İ. ve Aktaş, C. 2018. Patlıcan dilimlerinin kurutma ve rehidrasyon karakteristiklerinin belirlenmesi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 33(3): 833-841.
- Elangovan, E. and Natarajan, S.K. 2021. Effects of pretreatments on quality attributes, moisture diffusivity and activation energy of solar dried ivy gourd. *Journal of Food Process Engineering*, 44(4): 13653.
- García Martínez, E.M., Andújar Pérez, I., Yuste Del Carmen, A., Prohens Tomás, J. and Martínez Navarrete, N. 2018. Antioxidant and anti-inflammatory activities of freeze-dried grapefruit phenolics as affected by gum arabic and bamboo fibre addition and microwave pretreatment. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98(8): 3076-3083.
- Gavahian, M., Chu, Y. and Farahnaky, A. 2019. Effects of ohmic and microwave cooking on textural softening and physical properties of rice. *Journal of Food Engineering*, 243: 114-124.
- Guiamba, I.R. 2016. Nutritional value and quality of processed mango fruits. Doctora Thesis, Chalmers University of Technology Department of Biology and Biological Engineering, Food and Nutrition Science.
- Guiamba, I.R.F., Svanberg, U. and Ahrné, L. 2015. Effect of infrared blanching on enzyme activity and retention of β -carotene and vitamin c in dried mango. *Journal of Food Science*, 80(6): E1235-E1242.

- Günaydın, S. 2020. Mikrodalga, konvektif ve gölgede kurutma yöntemleri kullanılarak kurutulmuş kuşburnu meyvesinin kurutma kinetiği, renk ve besin elementi içeriği açısından incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü, Biyosistem Mühendisliği Ana Bilim Dalı.
- Huang, C., Wu, J.S., Wu, J. and Ting, Y. 2019. Novel atmospheric-pressure air plasma jet pretreatment on the drying kinetics and quality of white grapes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 9(11): 5102-5111.
- Ioannou, I. and Ghoul, M. 2013. Prevention of enzymatic browning in fruit and vegetables. *European Scientific Journal*, 9(30): 310-341.
- İncedayı, B. 2020. Assessment of pretreatments on drying kinetics and quality characteristics of thin-layer dried red pepper. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 44: 543-556.
- İncedayı, B., Seyhan, B. ve Çopur, Ö.U. 2019. Ohmik ısıtma destekli işlemlerin gıdalarda kullanımı ve kalite üzerine etkisi. *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 33(2): 341-354.
- Jahanbakhshi, A., Kaveh, M., Taghinezhad, E. and Sharabiani, V.R. 2021. Assessment of kinetics, effective moisture diffusivity, specific energy consumption, shrinkage, and color in the pistachio kernel drying process in microwave drying with ultrasonic pretreatment. *Journal of Food Process Preserve*, e14449: 2-15.
- Jha, P., Meghwal, M. and Prabhakar, P.K. 2021. Microwave drying of banana blossoms (*musa acuminata*): mathematical modeling and drying energetics. *Journal of Food Process Preservation*, 45:e15717.
- Jin, W., Zhang, M. and Shi, W. 2019. Evaluation of ultrasound pretreatment and drying methods on selected quality attributes of bitter melon (*momordica charantia* L.). *Drying Technology*, 37(3): 387-396.
- Kapetanakou, A.E., Nestora, S., Evageliou, V. and Skandamis, N. 2019. Sodium alginate–cinnamon essential oil coated apples and pears: variability of aspergillus carbonarius growth and ochratoxin a production. *Food Research International*, 119: 876–885.
- Karimi, S., Layeghinia, N. and Abbasi, H. 2021. Microwave pretreatment followed by associated microwave-hot air drying of gundelia tournefortii L.: drying kinetics, energy consumption and quality characteristics. *Heat and Mass Transfer*, 57:133–146.
- Kaya, O. ve İçier, F. 2019. İndüksiyon ve ohmik ısıtma işlemlerinin gıdalara uygulanabilirliğinin karşılaştırılması. *Akademik Gıda*, 17(1): 111-120.
- Kuyu, C.G., Tola, Y.B., Mohammed, A. and Ramaswamy, H.S. 2018. Determination of citric acid pretreatment effect on nutrient content, bioactive components, and total antioxidant capacity of dried sweet potato flour. *Food Science Nutrition*, 2018: 1-10.
- Nazlım, B.A. ve Tuncel, N.B. 2018. Isıl işlem uygulamasının dehidre patates ve patates ununun fizikokimyasal ve fonksiyonel özellikleri üzerine etkisi. *Çanakkale On Sekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 4(1): 88-98.

- Nguyen, D.Q., Mounir, S. and Allaf, K. 2018. Comparative study of methods for producing gum arabic powder and the impact of die treatment (instant controlled pressure drop) on the properties of the product, *Drying Technology*, 37(9): 1068-1080.
- Nozad, M., Khojastehpour, M., Tabasizadeh, M., Azizi, M., Miraei Ashtiani, S.H. and Salarikia, A. 2016. Characterization of hot-air drying and infrared drying of spearmint (*mentha spicata* L.) leaves. *Food Measure*, 10: 466-473.
- Orikasa, T., Ono, N., Watanabe, T., Ando, Y., Shiina, T. and Kojde, S. 2018. Impact of blanching pretreatment on the drying rate and energy consumption during far-infrared drying of paprika (*capsicum annum* L.). *Food Quality and Safety*, 2:97-103.
- Öztürk, M. ve Erbaş, M. 2021. Sitrik asit üretimi ve saflaştırılması. *GIDA*, 46(2): 296-310.
- Özkan Karabacak, A., Acoglu, B., Yolci Ömeroglu, P. and Çopur, Ö.U. 2020. Microwave pre-treatment for vacuum drying of orange slices: drying characteristics, rehydration capacity and quality properties. *Journal of Food Process Engineering*, 43:e13511.
- Pavkov, I., Radojčin, M., Stamenković, Z., Kešelj, K., Tylewicz, U., Sipos, P., Ponjićan, O. and Sedlar, A. 2021. Effects of osmotic dehydration on the hot air drying of apricot halves: drying kinetics, mass transfer and shrinkage. *Processes*, 9:202.
- Polat, A. 2019. Havuç ve patatesin kurutulmasında ultrases ön işlem uygulamasının etkisinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyosistem Mühendisliği Ana Bilim Dalı.
- Ramazani, A., Azadbakht, M., Arabkhazaeli, R., Zamani, S. and Torshizi, M.V. 2020. Pre-treatment (ohmic and oven) effect on thermodynamic parameters of kiwi drying in microwave dryer. *Carpathian Journal of Food Science and Technology*, 12(3): 60-80.
- Reddy, M., Warad, K. and Manokaran, S. 2021. Food processing and preservation using ohmic heating. *SPAST Abstracts*, 1:01.
- Rokhbin, A., Azadbakht, M. 2021. The shrinkage of orange slices during microwave drying and ohmic pretreatment. *Journal of Food Process Preserve*, 45:e15400.
- Roy, M., Bulbul, M.A.I., Hossain, M.A., Shourove, J.H., Ahmed, S., Sarkar, A. and Biswas, R. 2021. Study on the drying kinetics and quality parameters of osmotic pre-treated dried satkara (*citrus macroptera*) fruits. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 1-15.
- Salehi, F. and Kashaninejad, M. 2018. Modeling of moisture loss kinetics and color changes in the surface of lemon slice during the combined infrared-vacuum drying. *Information Processing in Agriculture*, 5: 516-523.
- Sarabo, Z., Hanafi, N., Rosli, M.A., Rashid, S.N.A., Ropi, N.A.M., Hasham, R., Sarmidi, M.R., Cheng, K.K. and Othman, N.Z. 2021. Effect of different pre-treatments on the physicochemical properties of freeze-dried (*Ananas comosus* L.). *Materials Today Proceedings*, 42: 229-233.

- Seçkin, A.K. ve Özgören, E. 2011. Gıda endüstrisinde darbeli elektrik alan uygulamaları. *Gıda ve Yem Bilimi - Teknolojisi Dergisi*, 11:39-48.
- Suhag, Y., Nayik, G.A. and Nanda, V. 2016. Effect of gum arabic concentration and inlet temperature during spray drying on physical and antioxidant properties of honey powder. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 10: 350-356.
- Tabibian, S.A., Labbafi, M., Askari, G.H., Rezaeinezhad, A.R. and Ghomi, H. 2020. Effect of gliding arc discharge plasma pretreatment on drying kinetic, energy consumption and physico-chemical properties of saffron (*crocus sativus* L.). *Journal of Food Engineering*, 300: 110535.
- Tang, M., Sun, H., Zhang, Z., Zhao, J., Cao, J., Thakur, K. and He, S. 2019. Evaluation of hot water and microwave blanching on qualities and sensory characteristics of water dropwort (*Oenanthe javanica* dc.). *Journal of Food Processing Preservation*, 43:e14104.
- Taşkın, O. ve İzli, N. 2017. Kızılötesi kurutucu ile hurmanın kurutulması ve matematiksel modellenmesi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 34 (Ek Sayı): 10-15.
- Toğrul, İ.T., Çelebi, R.S. ve Toğrul, T. 2018. Farklı ön işlem uygulanan ahlatın kuruma ve büzülme davranışının modellenmesi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 33(4): 1231-1245.
- Tunde Akintunde, T.Y. 2010. Effect of pretreatment on drying time and quality of chilli pepper. *Journal of Food Processing and Preservation*, 34: 595-608.
- Tüfekçi, S. ve Özkal, S.G. 2015. Ultrases ön işleminin havuç dilimlerinin kuruma karakteristikleri üzerine etkisi. *Akademik Gıda*, 16(1): 11-19.
- Uğuz, M.T. ve Gezici, A. 2021. Ejder meyvesinin ozmotik dehidrasyonu ve kuruma özelliklerinin değerlendirilmesi. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 4(2): 149-157.
- Vladić, J., Duarte, A.R.C., Radman, S., Simić, S. and Jerković, I. 2022. Enzymatic and microwave pretreatments and supercritical CO₂ extraction for improving extraction efficiency and quality of origanum *vulgare* l. Spp. *Hirtum* extracts. *Plants*, 11: 54.
- Wang, H., Fu, Q., Chen, S., Hu, Z. and Xie, H. 2018. Effect of hot-water blanching pretreatment on drying characteristics and product qualities for the novel integrated freeze-drying of apple slices. *Journal of Food Quality*, 1347513:12.
- Wu, Y. and Guo, Y. 2010. Experimental study of the parameters of high pulsed electrical field pretreatment to fruits and vegetables in vacuum freeze-drying. 4th Conference on Computer and Computing Technologies in Agriculture (CCTA), Oct 2010, Nanchang, China, p: 691-697.
- Xin, Y., Zhang, M., Yang, H. and Adhikari, B. 2015. Kinetics of argy wormwood (*Artemisia argyi*) leaf peroxidase and chlorophyll content changes due to thermal and thermosonication treatment. *Journal of Food Science and Technology*, 52(1): 249-257.
- Yamakagea, K., Yamadaa, T., Takahashib, K., Takakib, K., Komurod, M., Sasakid, K., Aokie, H., Kamagatae, J., Koidef, S. and Orikasaa, T. 2021. Impact of pre-treatment with pulsed electric field on drying rate and

- changes in spinach quality during hot air drying. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 68 (2021): 10261.
- Yıldız, Z. 2021. Termal ön işlemin güneş enerjili raflı bir kurutucuda muz cipsi üretimine etkisi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Dergisi*, 18(1):1-6.
- Yi, J., Zhou, L., Bi, J., Liu, X., Quinqin, C. and Wu, X. 2016. Influences of microwave pre-drying and explosion puffing drying-induced cell wall polysaccharide modification on physicochemical properties, texture, microstructure and rehydration of pitaya fruit chips. *LWT - Food Science and Technology*, 70: 271e279272.
- Yu, Y., Jin, T.Z. and Xiao, G. 2017. Effects of pulsed electric fields pretreatment and drying method on drying characteristics and nutritive quality of blueberries. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(6): e13303.
- Yu, L.J, Ngadi, M., Raghavan, G.S.V. 2009. Effect of temperature and pulsed electric field treatment on rennet coagulation properties of milk. *Journal of Food Engineering*, 95:115-118.



Mikofag Coccinellidae (Coleoptera) Türleri ve Biyolojik Mücadeledeki Potansiyelleri^A

Furkan YALÇIN^{1*}, Selma ÜLGENTÜRK²

Öz: Uğur Böcekleri (Coleoptera; Coccinellidae)'nin dünyada 6.000'den fazla tanımlanmış türü bulunmaktadır. Çoğu türler yaprakbitleri, kabuklubitler, beyazsinekler, psillid ve akarın avcısı olup tarımsal alandaki zararlıların biyolojik mücadelesinde başarılı şekilde kullanılmaktadır. Avcı olan bu türlerin diyetleri içinde polen, ballımadde, funguslar ve bitkiler yer alabilmektedir. Ancak özellikle *Psylloborini* (*Halyzinii*) türlerinin diyetinde funguslar önemli bir yere sahiptir. Mikofag coccinellidler adını alan yaklaşık 35 türün önemli bir bitki hastalık grubu olan külleme (*Erysiphaceae*) etmenleri ile beslendiği bilinmektedir. Mikofag türlerin dünyadaki yayılışları iyi bilinmekle birlikte, funguslarla ilişkileri basit gözlemlerle sınırlı kalmıştır. Dünya'da ve Türkiye'de külleme etmenleriyle olan ilişkileri üzerinde en fazla araştırma yapılan türler, *Illeis indica* Timberlake, *Psyllobora bisoctonotata* Mulsant ve *Psyllobora vigintiduopunctata* Linnaeus dır. Bu çalışmada mikofag türlerin biyolojileri, yayılışları, külleme etmenleri ile ilişkileri ve biyolojik mücadele etmeni olarak kullanım olanakları tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Biyolojik Mücadele, Coccinellidae, *Psylloborini*, *Halyzinii*, Predatör, Külleme.

^A Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir. Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır

* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** ¹ Furkan YALÇIN, Ziraat Mücadele Merkez Araştırma Enstitü Müdürlüğü, Yenimahalle, Ankara, Türkiye, ylcn.furkan@gmail.com [OrcID 0000-0003-2183-1009](https://orcid.org/0000-0003-2183-1009)

² Selma ÜLGENTÜRK, Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Ankara, Türkiye, ulgentur@agri.ankara.edu.tr, [OrcID 0000-0003-2521-8471](https://orcid.org/0000-0003-2521-8471)

Mycophagous Coccinellidae (Coleoptera) Species and Their Potential in Biological Control

Abstract: The ladybird (Coleoptera; Coccinellidae) has known more than 6,000 described species in the World. The most of them are predator that preyed small bodies insect such as scale insects, whiteflies, aphids, psyllids and mites and some predator species are successfully used in the biological control of insects pest in agricultural areas. Predator coccinelids could feed with polen, honeydew, plant pieces and some fungi beside of their prey. However, fungi have an important place in the diet of Psylloborini (Halyzinii) species. It is known that about 35 species called Mycophag coccinellids, feed on powdery mildew (Erysiphaceae Tul. & C.Tul.) which an important plant disease group. Although the distribution of mycophagous species in the world is well known, their relationship with fungi has been limited to simple observations. The most studied species are *Illeis indica* Timberlake, *Psyllobora bisoctonotata* Mulsant and *Psyllobora vigintiduopunctata* Linnaeus in the world and in Turkey. In this study, the biology, distribution and relations of mycophagous species with powdery mildew agents were discussed, and the possibilities of use as a biological control agent were discussed.

Keywords: Biological Control, Coccinellidae, Psylloborini, Halyzinii, Predator, Powdery Mildew.

Giriş

Coccinellidae familyası türleri, halk arasında uğurun veya bekeretin temsilcisi olarak bilinen sevimli böceklerdir. Türkçe’de “uçuş böceği, gelin böceği, uğur böceği” gibi isimlerle anılırken, Almanca da marienkäfer, İngilizce’de ise ladybug ve ladybird adıyla bilinmektedir (Uygun, 1981). Coccinellidae familyası üyeleri 0.8-18 mm boyunda gövdeleri oval, sırt yüzeyi dışbükey, karın yüzeyi ise düz yapılı böceklerdir. Protoraks öne eğilmiş, dışbükeydir. Protoraks üzerinde türlere göre değişen benekler ve desenlenmeler bulunmaktadır (Şekil 1a). Kafa tek bir parçadan oluşup kaynaşmıştır. Antenlerinin uzunluk ve şekilleri türlere göre değişkenlik gösterse de 11 segmentli olup genel olarak ucu hafif topuzludur. Birleşik göz yapısına sahiptir. Ağız yapıları ısırıcı çiğneyici tiptedir (Uygun, 1981).

Coccinellidae türlerinde prosternum çoğunlukla T harfi şeklindedir. Mezo ve metatoraksın ventrali, hem sternal hem de plevral skleritleri içerir. Mezotoraks oldukça küçüktür. Medialde arka koksals boşluklar arasında küçük skleritler bulunur (Hodek, 1973).

Elitra abdomenin üst yüzeyini ve zarımsı yapıdaki alt kanadı da korumaktadır. Alt kanatlar elytra altında katlanmış halde bulunmaktadır (Uygun, 1981). Uçuş sırasında elitra ayrılarak uçuşu kolaylaştırmaktadır (Maddison, 2002). Coccinellidae türleri canlı renkleri ve vücut üstünü süsleyen noktalar ve benekleri ile tanınırlar. Örneğin, *Coccinella septempunctata* Linnaeus elytrası üzerindeki yedi adet siyah nokta ile tanımlanır. Ancak birçok türün kanat desenlerinde büyük farklılaşmalar görüldüğünden tür teşhisinde genital organ preparatına ihtiyaç duyulmaktadır. Uğur böceklerinde üç çift bacak iyi gelişmiş yapıdadır. Coxa yapısı oldukça

düzenlidir. Neredeyse yuvarlak bir yapıya sahiptir. Trochanterofemoral eklem eğiktir. Femur basık ve genellikle geniştir. Tibialar genellikle ince yapılı ve basit, nadiren güçlü bir şekilde genişlemiş veya dış kenarı serrat veya spinöz yapıdadır (Vandenberg, 2002; Ślipiński ve Tomaszewska, 2010; Ślipiński, 2013; Eşer, 2020).

Coccinellidae familyasına bağlı türler, yumurta, larva, pupa ve ergin dönemleri içeren tam başkalaşım geçirirler. Yumurtaları genellikle oval şekilde sarı, turuncu renklindedir. Uzunluğu yaklaşık olarak 0.2-2.0 mm aralığındadır. Coccinellidler besinlerinin bol olduğu yerlere yumurtlamayı tercih ederler (Hodek, 1973; Uygun, 1981). Yumurtalar ortalama 5-8 gün içinde açılır. *C. septempunctata* 814 adet, *Subcoccinella vigintiquatuorpunctata* L. 200-300 adet, *Exochomus quadripustulatus* L. ise hayatları boyunca ortalama 88 adet yumurta bırakır (Uygun, 1981).

Larva, uzunlamasına fusiform veya genişçe oval, dikdörtgen şeklinde hafifçe basıktır; özellikle son dönemde gri, mavi, kahverengi veya pembe renkli, çoğu beyaz, sarı, turuncu veya kırmızı kontrastlı lekelenmelere sahiptir. Larvalar yumurtadan çıktıktan sonra ilk aşamada döllenen canlı olmayan yumurtalarla beslenir. Daha sonrasında ise daha geç açılan yumurtadan yeni çıkan larvaları tüketirler. İlk larva evresini bu şekilde tamamladıktan sonra türe özgü beslenme alışkanlıkları doğrultusunda besin aramaya başlarlar. Larvalar 1-2 aylık ömürleri boyunca üç kez deri değiştirerek dört larva dönemi geçirirler. Dördüncü larva dönemi diğer dönemlere göre en uzun geçen dönemdir (Hodek, 1973; Uygun, 1981).

Pupaların dorsal derisi yumuşak veya dikenli iken, yuvarlak veya oval şekillidir. Coccinellid pupaları mumya pupa biçimindedir. Pupa olmak için ağaç kabuğu, sürgünler ve konukçu yakınlarındaki yapraklar gibi korunaklı alanları tercih eder (Eşer, 2020). Sıcaklık ve nem ile değişmekle birlikte yaklaşık 10 ila 15 günde tamamlanan pupa dönemi, pupal derinin yırtılması ve ergin çıkışı ile sonlanır (Uygun, 1981).

Coccinellidae familyası türlerinin ergin ömür uzunlukları çok farklılık gösterebilmektedir. Kimi türlerin ergin ömrü 15-20 gün iken kimi türlerin iki yıl kadardır. Örneğin; *Psyllobora confluens* Fabricius ergin ömrü 24 °C'de ortalama 52 gündür (Cividanes ve ark., 2007).

Coccinellid türlerin çoğunluğu, diğer böcek ve akarları avlayarak beslenirler. Coccinellidae türleri beslenme alışkanlıklarına göre Entomofag, Fitofag ve Mikofag olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır. Entomofag coccinellidler, Coccinellinae alt familyasında yer almaktadır. Bu türler besinlerini belirli mesafelerden algılayabilirler. Besine ve diğer ekolojik faktörlere bağlı olarak mevsimsel göç davranışı gösteren bu türlerden, *C. septempunctata* L. uygun olmayan koşulları diyapoz ile geçirmektedir (Güven ve ark., 2015; Özpınar ve ark., 2017; Özpınar ve ark., 2018). Geriye dönüşümlü göçte besini algılama önemli yer tutar. Fitofag akarlardan, diptere kadar oldukça geniş bir besin yelpazesine sahiptir. Çoğu avcı tür tercih ettiği besin yoksa başka besin kaynaklarına yönelmektedir. Besinlerinin yetersiz olması durumunda ve/veya üreme döneminde diyetlerine ballı madde, polen, funguslar ve bitki parçaları da ilave edebilmektedir (Uygun, 1981; Sutherland ve Parrella, 2009).

Epilachninae alt familyasına bağlı türler fitofag coccinellidler olarak adlandırılmaktadır. Tarımsal zararlı olarak görülen bu türlerin en bilinenlerinden biri *Subcoccinella vigintiquatuorpunctata* 'dır L. (Uygun, 1981).

Psylloborini (Halyzini) Weise tribüsüne dahil olan türlerin ise daha çok külleme (Erysiphaceae) etmenleriyle beslendiği tespit edilmiştir. Mikofag böcekler olarak adlandırılan bu türler, dünyada olduğu gibi Türkiye'de de

yaygın olarak görülmektedir. Ancak mikofag türlerin biyolojileri, beslenme davranışları ve külleme etmenleri ile ilişkileri konusunda sınırlı sayıda araştırma bulunmaktadır (Soylu ve Yiğit, 2002; Sutherland ve Parrella, 2006; Sutherland ve Parrella, 2009; Sutherland, 2009; Kumar ve ark., 2010).

Bitkilerde külleme hastalığına *Erysiphe* DC, *Podosphaera* Kunze, *Oidium* Link ve *Leveillula* G. Arnaud (Ascomycota: Leotiomyces) cinslerine bağlı fungus türleri sebep olmaktadır (Amano, 1986). Külleme hastalıklarının belirtileri tipik olup, çoğunlukla konukçuya özgüdür. Sıcaklık ve nem ihtiyaçlarının düşük oluşu, yaygın görünmesinin ana sebebidir (Amano, 1986). Önemli ekonomik kayıplara yol açan külleme hastalığı özellikle meyve ve yaprağı tüketilen sebzelerde verimi önemli ölçüde düşürmektedir. Örneğin bağ küllemesi (*Erysiphe necator* Schw.) Türkiye’de her bölgede yoğun görülen obligat parazit olan bir hastalık etmenidir. Hastalık asmanın yaprak, sap, sürgün ve salkımlarında görülürken mücadele yapılmadığı takdirde %90 zarara yol açabilmektedir (Savaş ve ark., 2020).

Tarım alanlarında hastalık ve zararlılarla mücadelede kullanılan kimyasal pestisitlerden kaynaklanan çevresel sorunların önüne geçebilmek için çevre dostu mücadele yöntemlerinin kullanılmasının önemi giderek artmaktadır (Ormanoğlu ve ark., 2021). Özellikle son yüzyılın tarımsal üretim sürecinde, insanoğlunun çevreye olan hoyrat ve bencil tutumu, doğal kaynakların neredeyse tümünün kirlenmesine ve tükenmesine yol açmıştır. Bitki zararlısı ve hastalıklarla mücadelede sıkça başvurulan kimyasal mücadele, hedef olmayan canlılar üzerinde olumsuz etkilere, hedef canlılarda direnç gelişmesine ve çevre kirliliğine sebep olmuştur (Toros ve Maden, 1991).

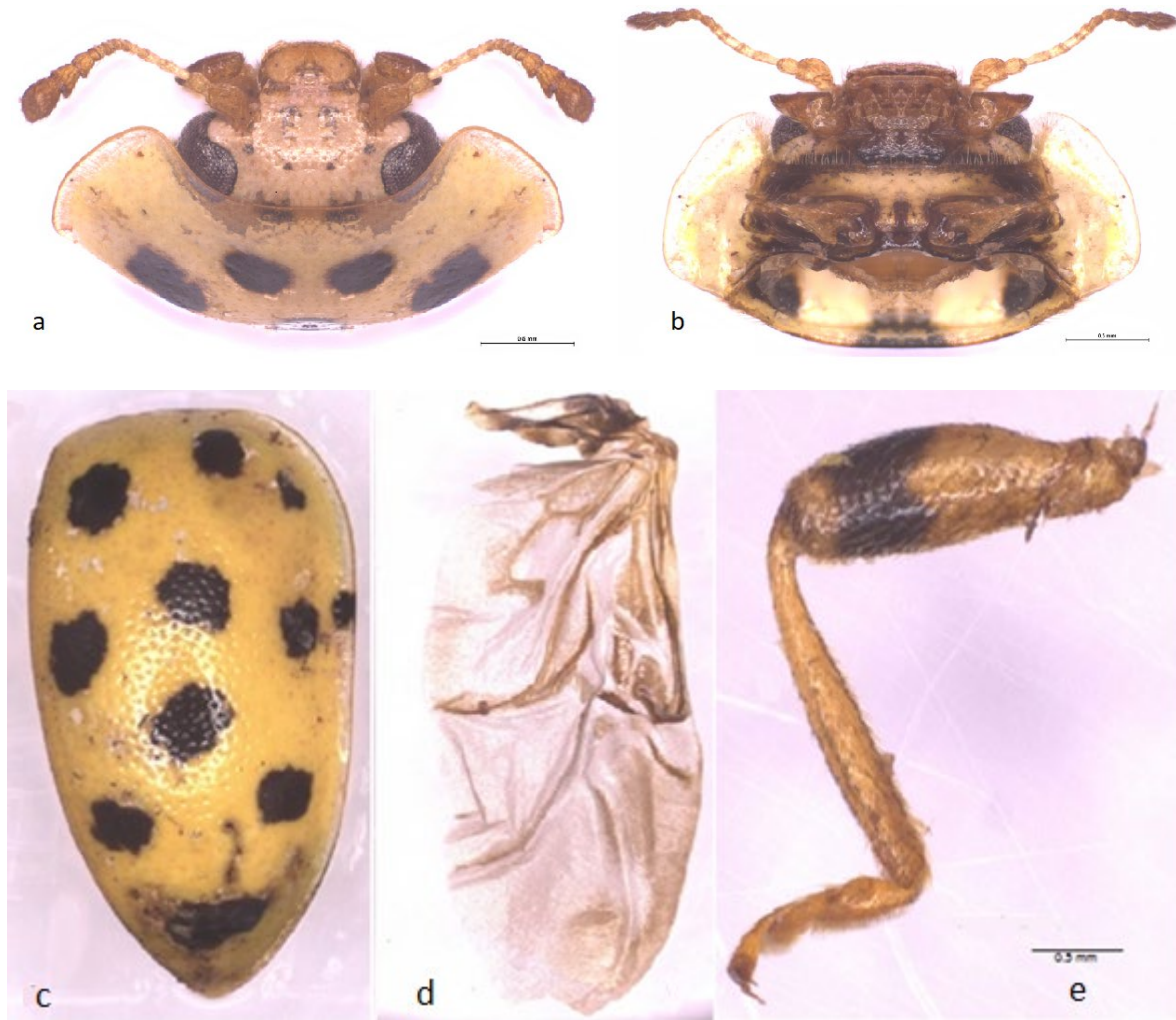
Bu nedenle zararlı ve hastalıkların bitkide meydana getirdiği kayıpları azaltmak için daha önce ekonomik bulunmayan ya da ihmal edilen yöntem ve araçların değerlendirilmesi gerekmektedir. Mikofag coccinellidlerin de bu kapsamda ele alınarak, biyo-ekolojilerinin ve fungusların biyolojik mücadelesinde kullanım olanaklarının araştırılmasının oldukça anlamlı olacağı düşünülmektedir. Bu çalışmada Mikofag türlerin özellikleri tanıtarak biyo-ekolojileri hakkında bilgi verilmiş, külleme etmenlerinin biyolojik mücadelesindeki potansiyelleri tartışılmıştır.

Mikofag Coccinellidae Türlerinde Görülen Morfolojik Farklılaşmalar

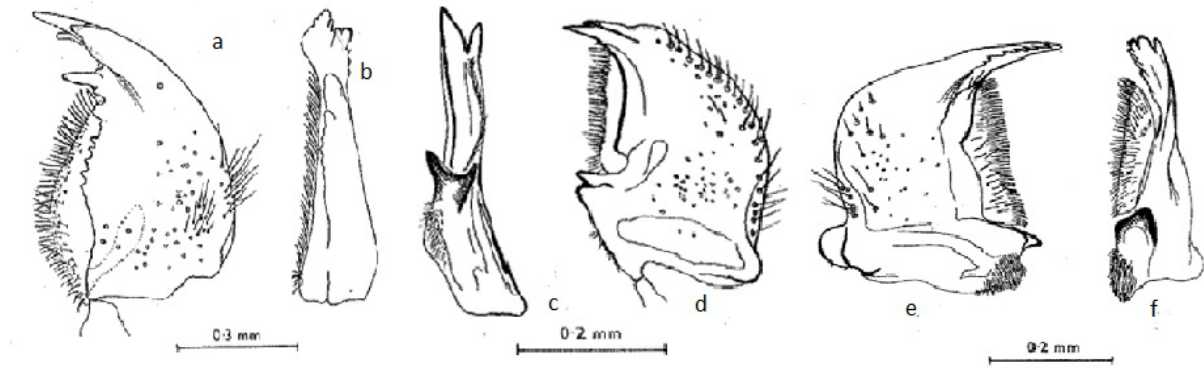
Mikofag coccinellidler Psylloborini tribüsüne bağlı *Halysia* Mulsant, *Vibidia* Mulsant, *Psyllobora* Linnaeus, *Calvia* Mulsant, *Coccinula* Dobzhansky, *Hippodamia* Dejean, ve *Illeis*, Mulsant cinslerine ait türlerdir (Hodek, 1973; Uygun, 1981; Ülğentürk ve ark., 2011).

Mikofag türlerin de pronotumunda arka kısım oldukça geniştir. Elytra genişçe olup, ikinci ve üçüncü çift bacak femuru, elytra dışına taşmaz. *Psyllobora* cinsinde pronotumun ön kenarı içeri doğru çok az girinti yapar. Bu nedenle gözlerin ön yarısı pronotum tarafından örtülmez ve dışarda kalır. *Halysia* cinsine bağlı türlerde ise pronotum gözleri tamamen örtmektedir. Her iki cinsin türlerinde de prosternal çıkıntı yoktur (Hodek, 1973; Uygun, 1981). Şekil 1a ve b’ de *Psyllobora vigintiduopunctata* Linnaeus’ın anten, göz, protoraks, birinci çift ve ikinci çift kanatlar ile birinci çift bacakları görülmektedir.

Coccinelidae türlerinin besleme tercihlerine göre mandibula yapısında farklılaşma görülmektedir. Fitofag türlerde bitkilerin sert epidermisini ısırabilen güçlü bir ağız yapısı vardır. Örneğin Epilachninae Mulsant türlerinin mandibulalarının basal kısmında diş yok ancak uç kısmında iri dişler bulunmaktadır (Şekil 2a,b). Entomofag Coccinellinae Latreille türleri ise alt mandibulanın basalında diş bulunmakta ayrıca mandibulanın ucunda tek veya iki adet diş yer almaktadır (Şekil 2c,d) (Samways ve ark., 1997). Aynı alt takımda yer alan mikofag Psyloborini türlerinin de mandibulalarının ucundaki dişlere ilaveten 5-8 diştan oluşan ikinci bir diş grubu vardır (Uygun, 1981) (Şekil 2e,f). Bu dişlerin mantar sporlarını toplayabilmek için geliştiği tahmin edilmektedir. Mandibula üzerinde görülen bu yapılar, mikofag türleri diğerlerinden ayıran en önemli taksonomik özelliktir (Hodek, 1973; Samways ve ark., 1997).



Şekil 1. *Psyllobora vigintiduopunctata*'nın Linnaeus dorsal (a) ve ventral (b) protoraks ve kafa yapısı, elytra (c), zar kanatlar (d) ve bacak yapısı (e) (Foto: F. Yalçın).



Şekil 2. Farklı coccinellidlere ait mandibula yapıları (Hodek,1973) *Henosepilachna elaterii* Rossi (Fitofag, a,b); *Novius cruentatus* Mulsant (Entomofag, c,d); *Halyzia sedecimpunctata* Linnaeus (Mikofag, e,f).

Mikofag Coccinellidlerde Besleme Alışkanlıkları

Alman taksonomist Kaltentbach (1874), *P. vigintiduopunctata* bireylerini *Erysiphe holosericea* Wallroth ile kaplı *Astragalus* L. yapraklarında gözlemlemiş, ancak böceklerin külemeli yaprakların üzerindeki akarlarla beslendiğini düşünmüştür (Chapuis, 1876). İlk kez mikofag terimi 1893 yılında Albert Koebele tarafından kullanılmıştır (Sutherland ve Parrella, 2009). Uzun süre etçil olarak kabul edilen *Psylloborini* üyelerinin, Schilder ve Schilder (1928), Börner ve Heinze (1957) ve Fulmek (1957) tarafından yapılan çalışmalarda funguslarla beslendiği belirlenmiştir.

Leschen (2000) mikofag coccinellidlerin funguslarla beslenme alışkanlıklarının, atalarının başlıca avları olan Coccoidea, Aphidoidea, Aleyrodidae ve Psylloidea (Hemiptera; Sternorrhyncha) türleriyle beslenirken, onların salgıladığı ballı maddeyi de karbonhidrat kaynağı olarak kullandıklarını, bu sırada ballı madde üzerinde gelişen Ascomycete funguslarıyla dolaylı olarak beslenmeleri nedeniyle zamanla başladığını düşünmektedir. Nitekim mikofag *Psylloborini* üyeleri aphidofag coccinellid üyeleri ile aynı filogenetik grupta yer almaktadır (Giorgi ve ark., 2009). Polifag bir avcı olan *C. septempunctata* zorunlu hallerde arpa küllemesi *Blumeria graminis*'in DC. sporlarını yiyebilmektedir (Radonjic ve ark. 2018). *Tytthaspis sedecimpunctata* L. ve *Tytthaspis trilineata* Weise gibi bazı türler ise avcı olmalarına karşılık küleme etmenleriyle de beslenebilmektedirler (Ricci, 1982).

Mikofag Coccinellidae türleri de kendi içinde beslenme alışkanlıklarına göre “Fakültatif mikofag” ve “Obligat mikofag” olarak ayrılmaktadır. Fakültatif türler polifag beslenme alışkanlığına sahip olup daha geniş yayılım alanına sahiptir. Fakültatif mikofag türler, fungusların yanında polen, nektar, ballı madde ve yapraklarla beslenebilmektedir. Ayrıca gelişmelerini tamamlayabilmek için yaprakbiti gibi hayvansal besine de ihtiyaç duyabilirler. Bu türler, sıklıkla diyetlerini polenle tamamlarlar (Anderson, 1982; Ricci, 1982; Ricci, 1986). Yaprakbiti, küleme ve polenle beslenebilen *Rhyzobius litura* Fabricius ve *Propylea quatuordecimpunctata* Turian fakültatif mikofaglara iyi birer örnektir (Sutherland, 2009).

Obbligat mikofaglar ise tamamen külleme ile beslenmektedir. Örneğin *Psyllobora vigintimaculata* Say, sadece külleme ile beslenmektedir. Bu türe beslenmesi amacıyla *Erysiphales* sp., yaprakbiti, polen, nektar vb. gibi farklı besinler sunulmuş, ancak sadece külleme yönelmiştir (Davidson, 1921).

Mikofag Coccinellidlerin Biyo Ekolojileri

Psylloborini tribüsü oldukça karmaşık bir taksondur. En yaygın grubu *Psyllobora* cinsine bağlı türlerdir. Coğrafi olarak yayılımda ikinci sırada *Illeis* cinsine bağlı türler bulunur ve dünyada genel yayılımları Asya, Avustralya ve Japonya'dır. Üçüncü sıra ise *Halyzia* ve *Vibidia* cinslerine bağlı türler yer almaktadır.

Mikofag türler ile ilgili ilk biyolojik gözlemler Amerika'da gül ve elma bitkilerinde sırasıyla *Sphaerotheca pannosa* Wallroth ve *Podosphaera oxycanthae* Candolle külleme etmenleriyle beslenen *Psyllobora vigintimaculata* Say üzerinden yapılmıştır (Liu, 1951). Laboratuvar ortamında yine aynı bitkilerde çoğaltılarak konukçu seçimine yönelik biyolojik gözlemler gerçekleştirilmiştir. Daha sonrasında Psylloborini üyeleriyle yapılan yaşam döngüsü çalışmaları ile devam etmiştir (Almeida ve Milleo, 1998; Sutherland, 2005; Cividanes ve ark., 2007; Sutherland ve Parrella, 2008).

P.vigintimaculata'nın biyolojisi laboratuvar ortamında araştırılmış, yumurtalarını tek veya en fazla yedili gruplar halinde bıraktığı tespit edilmiştir. Yumurta boyu 0.7 x 0.25 mm, uzunca oval ve beyazımsı renktedir. Yumurtalardan çıkan bireyler dört dönem geçirirler. Larvalar birinci döneminde (0.8 x 0.25 mm) oval yarı saydam beyazımsı renklindedir. Dorso-ventral olarak biraz düzleştirilmiş ve vücudu beyaz kıllarla kaplıdır. İkinci larva döneminde 1.7 x 0.55 mm boyutunda olup rengi griye döner. Üçüncü larva dönemi 2.3 x 0.6 mm, dördüncü larva dönemi ise 3.3 x 1.3 mm boyutlarına ulaşır. Dördüncü larva evresinin sonuna doğru beslenme durmakta ve pupa dönemine geçmektedir. Pupa dönemini (2 x 1.3 x 1 mm) genellikle yaprak altı veya yaprak sapına kendisini bağlayarak geçirirler. Pupadan yeni çıkan erginler neredeyse tüm gün hareketsizdir. Ortaya çıkan erginler soluk ve beyaz renktedir. Birkaç saat sonra renk koyulaşır ve beneklenme başlar. Elytraları krem-sarımsı üzerlerinde üç koyu kahverengi leke ve iki açık kahverengi leke bulunur. Ergin dişileri 2.8 x 1.5 x 1 mm; erkekleri ise 2.2 x 1.3 x 0.8 mm ebatlarındadır.

P.vigintimaculata'nın gelişmesini tamamlayabilmek için 235 gün dereceye ihtiyacı vardır. Yumurtadan ergine geçiş, 12 saatlik fotoperiyot ve 25 °C koşullarında 32 gün sürmektedir. Dişiler pupadan çıktıktan hemen sonra çiftleşir ve 5 gün sonra yumurta bırakmaya başlarlar (Sutherland, 2005).

Younes ve ark. (2015), *P. vigintiduopunctata* yumurtalarını genelde birbirine sıkıca yapıştırılmış gruplar halinde (2-16 yumurta) bıraktığını, yumurtanın açılmaya yakın siyah gri renk aldığını belirtmiştir. Pupaları mumya pupa biçiminde, yuvarlak veya oval şekillidir. Birinci dönem larvalar, diğer dönemdeki larvalara göre daha az besin tüketmektedir. Ergin erkeklerin boyu 3.68 x 2.65 mm, dişilerinki ise 4.85 x 3.23 mm'dir.

Çizelge 1'de beslendiği külleme cinsi bilinen mikofag coccinellidler listelenmiştir.

Çizelge 1. Mikofag Coccinellid türleri ve beslendikleri fungal etmenler

Tür	Beslendiği küllleme etmeni
<i>Coccinula quatuordecimpustulata</i> Dobzhansky* Sinonimleri: <i>Coccinella quatuordecimpustulata</i> Linnaeus, <i>Coccinella quaturdecimmaculata</i> Poda von Neuhau	<i>Erysiphe convolvuli</i> DC., <i>Erysiphe cichoracearum</i> DC. (Ülğentürk ve ark., 2011).
<i>Halyzia hauseri</i> Mader	<i>Podosphaera leucotricha</i> E.S. Salmon, <i>Podosphaera</i> sp. Kunze (Liu, 1951).
<i>Halyzia sedecimguttata</i> Linnaeus * Sinonimleri: <i>Coccinella sedecimguttata</i> Linnaeus <i>Halyzia pallasi</i> Mulsant	<i>Erysiphe</i> sp. DC. ve <i>Phyllactinia guttata</i> Wallr. (Dyadechko, 1954)
<i>Halyzia tschitscherini</i> Semenow	<i>Phyllactinia corylea</i> Wallr. (İllahi ve ark., 2011)
<i>Hippodamia variegata</i> Goeze * Sinonimleri: <i>Coccinella variegata</i> Goeze <i>Coccinella novempunctata</i> Scopoli	<i>Erysiphe convolvuli</i> DC., <i>Erysiphe cichoracearum</i> DC. (Ülğentürk ve ark., 2011).
<i>Illeis cincta</i> Fabricius *	<i>Erysiphe cichoracearum</i> DC., <i>Phyllactinia corylea</i> Wallr. (Krishnakumar ve Maheswari, 2004; Dharshini ve Jagadish, 2018)
<i>Illeis bistigmosa</i> Mulsant	<i>Erysiphe Cichoracearum</i> DC., <i>Erysiphe</i> sp. DC., <i>Phyllactinia corylea</i> Wallr. (Krishnakumar ve Maheswari, 2004).
<i>Illeis indica</i> Timberlake	<i>Phyllactinia corylea</i> Wallr. (Garai ve Sarkar, 2020)
<i>Illeis galbula</i> Mulsant	<i>Oidium</i> sp. Link. (Anderson, 1982)
<i>Illeis koebelei</i> Timberlake	<i>Erysiphe</i> sp. DC., <i>Podosphaera</i> sp. Kunze, <i>Podosphaera leucotricha</i> E.S. Salmon, <i>Oidium</i> sp. Link. (Takeuchi ve ark., 2000; Lee ve ark., 2017)
<i>Psyllobora bisoctonotata</i> Mulsant*	<i>E. cichoracearum</i> DC., <i>Leveillala</i> sp.G. Arnaud, <i>Erysiphe</i> sp. DC., <i>Podosphaera</i> sp. Kunze, <i>Oidium</i> sp. Link. (Soylu ve Yiğit, 2002; Ahmad ve ark., 2003).
<i>Psyllobora confluens</i> Fabricius	<i>Erysiphe cichoracearum</i> DC.(Cividanes ve Cividanes, 2009).
<i>Psyllobora nana</i> Mulsant	<i>Erysiphe poligoni</i> DC., <i>Erysiphe</i> sp. DC. (Cruz ve ark., 1990)
<i>Psyllobora vigintiduopunctata</i> Linnaeus* Sinonimleri: <i>Coccinella vigintiduopunctata</i> Linnaeus <i>Coccinella vigintipunctata</i> Fabricius	<i>Erysiphe cichoracearum</i> DC., <i>Erysiphe convolvuli</i> DC., <i>Phyllactinia guttata</i> Wallr., <i>Sphaerotheca fuliginea</i> Schldl., <i>Microsphaera alphitoides</i> Griffon & Maubl., <i>Uncinula necator</i> Wallr.: Fr., <i>Oidium</i> sp. Link. (Ratti, 1996; Ülğentürk ve ark., 2011; Younes ve ark., 2015)
<i>Psyllobora vigintimaculata</i> Say	<i>Sphaerotheca pannosa</i> Wallroth, <i>Podosphaera oxyacanthae</i> de Candolle, <i>Erysiphe</i> sp. DC., <i>Podosphaera</i> sp. Kunze. (Sutherland, 2005; Sutherland ve Parrella, 2009)
<i>Vibidia duodecimguttata</i> Mulsant* Sinonimleri: <i>Coccinella bissexguttata</i> Fabricius <i>Coccinella duodecimguttata</i> Poda	<i>Erysiphe</i> sp. DC. <i>Phyllactinia guttata</i> Wallr. (Younes ve ark., 2003)

*Türkiye’de varlığı bilinen türler

Türkiye’de Tespit Edilmiş Mikofag türler

Türkiye’de varlığı bilinen Mikofag türler ve küllleme etmenleriyle beslendiğine ilişkin kayıt oldukça sınırlıdır (Soylu ve Yiğit, 2002; Portakaldalı ve Satar, 2010; Ülğentürk ve ark., 2011). *P. vigintiduopunctata* Türkiye’de en geniş yayılıma sahip türdür. Bu türün Karadeniz bölgesi, Konya, Diyarbakır, Elazığ, Mardin, Kahramanmaraş, İzmir, Manisa ve Yozgat gibi pek çok ilde, sebze, meyve ve yabancı otlarda bulunduğu kaydedilmiştir. (Tezcan ve Uygun, 2003; Portakaldalı ve Satar, 2010; Özsisli, 2011; Buğday ve ark., 2016;

Özgen ve Karsavuran, 2016; Tiftikçi, 2017; Alkan ve Üstünel, 2018; Kaçar ve Koca, 2020). Bu türün Ankara ilinde *E. cichoracearum* ile enfekteli *Lactuca serriola* L. üzerinde ve *E. convolvuli* ile enfekteli *Convolvulus arvensis* L. üzerinde külleme etmeni ile beslendiği Ülğentürk ve ark. (2011) tarafından, Artvin ve Rize illerinde kabak, mısır, yonca, korunga, fasulye ve yabancı otlarda külleme ile beslendiği Portakaldalı ve Satar (2010) tarafından kaydedilmiştir.

H. sedecimguttata Yozgat, Bartın, Mersin, Artvin ve Rize illerinde, şekerpancarı, yabancı otlar, elma ve mısır bitkileri üzerinde tespit edilmiştir (Portakaldalı ve Satar, 2010; Tiftikçi, 2017; Kaygın ve Kaptan, 2017; Sarı ve Yıldırım, 2021). Bu türün külleme etmenlerinden *Erysiphe* sp. DC ve *Phyllactinia guttata* Wallr. ile beslendiği bilinmektedir (Dyadechko, 1954). Türkiye’de mısırdaki külleme etmeniyle beslendiğini kayda girmiştir (Portakaldalı ve Satar, 2010).

P. bisoctonotata’nın Türkiye’de külleme ile ilişkisi detaylı araştırılmıştır (Soylu ve Yiğit, 2002). Bu türün *E. cichoracearum*, *Leveillala* sp., *Erysiphe* sp., *Podosphaera* sp., ve *Oidiyum* sp. külleme etmenleriyle beslendiği bilinmektedir (Soylu ve Yiğit, 2002; Ahmad ve ark., 2003). Elazığ ve Adana illerinde kaydı bulunmaktadır (Uygun, 1981; Anonim 2023).

V. duodecimguttata Bolu ilinde elma ve kiraz, Düzce ilinde fındık, İzmir ve Manisa illerinde kiraz, Erzurum ilinde karaağaç ve meyve bahçelerinde tespit edilmiştir (Tezcan ve Uygun, 2003; Narmanlıoğlu ve Güçlü, 2011; Kaçar ve Koca, 2020; Zeybek ve Tozlu, 2022). *Erysiphe* sp., *P. guttata* külleme etmenleriyle beslendiği bilinmektedir (Uygun, 1981; Younes ve ark., 2003).

I. cincta’nın *E. cichoracearum*, ve *P. corylea* etmenleriyle beslendiği bilinmektedir (Krishnakumar ve Maheswari, 2004; Dharshini ve Jagadish, 2018). Türkiye’de Elazığ, Erzincan, Malatya ve Tunceli illerinde kayda girmiştir (Beyarslan ve ark., 2009).

Türkiye’de geniş yayılım gösteren *C. quatuordecimpustulata* ve *H. variegata* türlerinin de Ülğentürk ve ark., (2011) tarafından *E. cichoracearum* ve *E. convolvuli* külleme etmenleriyle beslendikleri kaydedilmiştir.

Mikofag Coccinellidae Türlerin Biyolojik Mücadeledeki Önemi

Dünya’da ve Türkiye’de mikofag coccinellidler üzerine çalışmalar *Halysia*, *Illeis* ve *Psyllobora* türlerinde yoğunlaşmaktadır.

Mikofag coccinellidlerle ilgili ilk çalışma Çin’de Liu (1951) tarafından elma yapraklarındaki külleme etmeni *P. leucotricha* Salmon, üzerinde beslenen *H. hauseri* Mader ile yürütülmüştür. Faydalının birinci larva döneminden itibaren ergin hayatının sonuna kadar beslendiği küllmeli alan 99.72 cm² ölçülmüştür. Dördüncü larva ve erginlerin günlük beslenme kapasitesinin eşit olduğu saptanmıştır.

Kumar ve ark. (2000) dut bitkisinde *P. corylea* ile yoğun olarak beslenen *I. indica*’nın birinci dönem larvalarının sadece konidiyumlarla, ikinci dönem larvaların konidiyum ve konidioforlarla, üçüncü dönem larvaların bunlara ek olarak miselyumlarla ve son dönem larvaların ise etmenin tüm yapılarıyla beslendiğini

belirtmişlerdir. Tarla koşullarında etmenin en fazla görüldüğü aylarda, *I. indica* popülasyon yoğunluğunun da buna paralel olarak arttığı vurgulanmıştır.

Garai ve Sarkar (2020) dutta külleme etmeni *P. corylea* ile beslenen *I. indica*'nın, larva gelişmesini 13.82 ± 2.31 günde, pupa dönemini ise 6.5 ± 0.55 günde tamamladığını saptamışlardır. Erkek bireylerin ergin ömrü 9.17 ± 0.75 , dişilerin ise 15.17 ± 0.75 gün sürmüştür. Erginlerin, larvalara oranla daha fazla beslendikleri belirlenmiştir. Bu avcının beslediği yapraklarda fungal etmenin misel ve spor bulunmadığı ve hastalıktan tamamen kurtulduğu gözlemlenmiştir. Araştırmacılar, küllmeli yaprakların misel yoğunluğunu Krishna ve ark. (1987)'nin belirlediği "0-7" skalasına göre sınıflamıştır (Çizelge 2). Bir adet *I. indica* ergini, 1.,2.,3. derece külleme ile bulaşık yaprak alanını (yaprakta bulunan tüm misel ve sporları tüketerek) 24 saat içinde, 4. derece yoğunluktaki alanı 36 saatte, 5. derece yoğunluktaki alanı 48 saatte, 6. derece yoğunluktaki alanı 60 saate 7. derece yoğunluktaki alanı ise 72 saatte hastalık etmeninden temizlemiştir (Garai ve Sakar, 2020).

Çizelge 2. Yaprakta % hastalık yoğunluk skalası (Krishna ve ark., 1987)

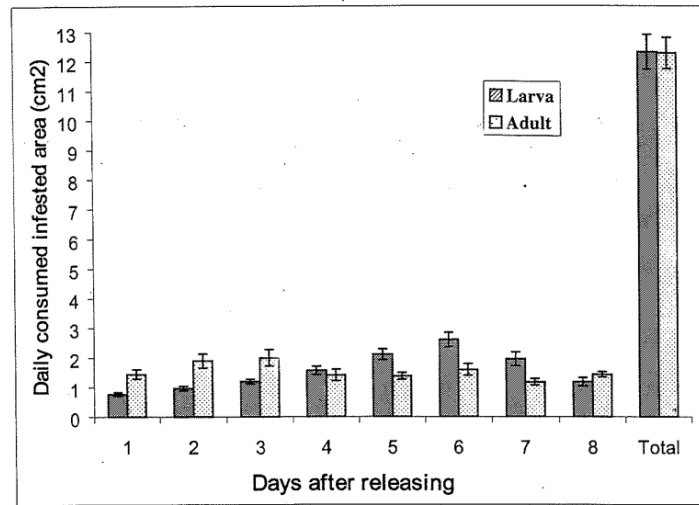
0. Derece	Yaprakta külleme yok
1. Derece	Yaprakta külleme benekleri başlangıcı
2. Derece	Yaprağın %1-10 külleme kaplı
3. Derece	Yaprağın %11-20 külleme kaplı
4. Derece	Yaprağın %21-30 külleme kaplı
5. Derece	Yaprağın %31-50 külleme kaplı
6. Derece	Yaprağın %51-75 külleme kaplı
7. Derece	Yaprağın %76-100 külleme kaplı

Hindistanda *I. cincta* ve *P. corylea* ile enfekteli dut bitkisi ile yapılan çalışmada bitki başına beş adet ergin böcek salınmış, 10 gün sonra enfekteli yapraklarda hastalık oranının %92.8 den %32.4 düştüğü kaydedilmiştir. Mikofag avcı salımı ve fungusit uygulaması yapılan bitkileri kıyasladıklarında, 20 gün sonra istatistiksel bir fark olmadığı anlaşılmıştır. Fungisit uygulanan bitkilerde zamanla hastalık tekrar artış gösterirken, böcek salınan bitkilerde azalma göstermiştir (Krishnakumar ve Maheswari, 2004).

P. vigintimaculata'nın külleme ile bulaşık 25 bitki türü üzerinde beslenebildiği tespit edilmiştir (Sutherland, 2005). Bu tür, içinde külleme ile bulaşık 5.5 cm büyüklüğündeki yaprak diskler bulunan petrilere alınmış ve 196 saat boyunca izlenmiştir. Deneme, larva dönemlerinin tümünde ve ergin döneminde tekrarlanmıştır. Çalışma sonucunda böceğin her larva evresi ve ergininin külleme etmeni ile beslenerek bunu baskı altına aldığını tespit edilmiştir (Sutherland ve Parrella, 2006). Sutherland (2009) Amerika'da *P. vigintimaculata*'nın besin olarak açık alanlarda külleme etmeni *Erysiphe sp.*'yi tercih ettiğini ve külleme etmenleriyle beslenen diğer Coccinellidlerin de benzer bir davranışa sahip olduğu, bu nedenle bu türlerin biyolojik mücadelede kullanılabilir olduğunu belirtmiştir.

E. cichoracearum ile enfekteli bamyta bitkisinde, *P. bisoctonotata* larva ve erginlerinin beslenme kapasiteleri, yapraktaki külleme ile enfekteli alan cm^2 cinsinden ölçülerek hesaplanmıştır. Denemeler 25 ± 2 °C sıcaklıkta yürütülmüştür. Yumurtadan yeni çıkmış bir larvanın ve ergininin 12.3 cm^2 yaprak alanda külleme tükettiği tespit

edilmiştir. Küllemeli yapraklar laktofenol-tripran mavisi solüsyonu ile boyanarak ışık mikroskopunda incelenmiş, böceğin larva ve ergin evrelerinin miselyum, konidia ve konidioforlar ile beslenerek, hastalık etmeninin konidial yoğunluğunu %92 oranında azalttığı bulunmuştur. Küllemeli yapraklarla beslenen böceklerin dışkılarından alınan örnekler, sağlıklı bitki yapraklarına yerleştirilmiş ve tekrar külleme etmeni geliştiği gözlemlenmiştir. Aynı çalışmada *P. bisoconotata*'nın bamyada dışında, *Phyllactinia*, *Microsphaera*, *Sphaerotheca*, *Leveillula* cinslerine ait farklı külleme türleri ile bulaşık dut, çınar, ingiliz defnesi, salatalık, biber, domates ve yabancı otlar gibi çeşitli bitkilerin yapraklarında da beslendiği gözlemlenmiştir. Üçüncü ve dördüncü dönem larvaların diğer dönemlere göre daha fazla beslediği sonucuna erişilmiştir (Şekil 4.) (Soylu ve Yiğit, 2002).



Şekil 4. *Psyllobora bisoconotata* (Mulsant) larva ve erginlerinin sekiz günlük cm^2 'de külleme alanlarıyla beslenme oranları (Soylu ve Yiğit, 2002).

Younes ve ark. (2015) 25 ± 2 °C sıcaklık, 70 ± 5 bağıl nem ve 12:12 fotoperiyot koşullarına sahip laboratuvarında *P. guttata* ile enfekteli *Morus nigra* L. yapraklarında beslenen *P. vigintiduopunctata* dişileri 74 ± 45.24 gün, erkeler ise 48.22 ± 18.71 gün hayatta kalmışlardır. Yine aynı kontrollü koşullarda diğer biyolojik dönem süreleri Çizelge 3.'de verilmiştir.

Çizelge 3. *Phyllactinia guttata* Wallr.: Fr. ile enfekteli *Morus nigra* L. üzerinde beslenen *Psyllobora vigintiduopunctata*'nın Linnaeus yumurta, larva ve pupa evrelerinin gelişme süreleri (Younes ve ark., 2015 Sf.488).

Yaşam evresi	Gelişme süresi (Gün)
Yumurta	5.47 ± 0.43
I. larva dönemi	2.99 ± 0.33
II. Larva dönemi	2.30 ± 0.39
III. Larva Dönemi	2.46 ± 0.61
IV. Larva Dönemi	3.14 ± 0.57
Pupa	5.07 ± 0.71

P. vigintiduopunctata'nın larva ve erginlerinin farklı bitkilerde farklı külleme etmenleriyle beslenme durumu incelendiğinde *E. convolvuli* etmenin yayılmasında vektör görevi gören istilacı bir bitki olan tarla sarmaşığında, 29.90 cm² küllemeli alanı yiyerek en yüksek tüketim değerine ulaşmaktadır. Bu değeri dut bitkisini enfekte eden *P. guttata*'da 28.08 cm² tüketim oranı izlemektedirken, kültür bitkilerinden sırasıyla bamya bitkisinde *S. fuliginea*, ayçiçeğinde *E. cichoracearum* ve asmada *U.necator* takip etmektedir (Çizelge 4.).

Çizelge 4. Kontrollü koşullarda *Psyllobora vigintiduopunctata* Linnaeus larvalarının farklı bitki ve farklı külleme etmenlerinde beslenme kapasitesi (Younes ve ark., 2015).

Konukçu bitki	Külleme türü	cm ² de külleme tüketim miktarı				cm ² 'de toplam tüketim
		Larva dönemleri				
		I.	II.	III.	IV.	
<i>Convolvulus arvensis</i> (L.)	<i>Erysiphe convolvuli</i> (DC.)	1.20 ± 0.62 ab*	2.72 ± 1.92 bc	9.56 ± 5.42 a	16.41 ± 4.42 a	± 29.90 3.97 a
<i>Morus alba</i> (L.)	<i>Phyllatinia guttata</i> (Wallr)	1.38 ± 0.63 a	3.67 ± 1.30 ab	8.65 ± 3.98 a	14.38 ± 4.04 a	± 28.08 5.94 a
<i>Hibiscus esculentus</i> (L.)	<i>Sphaerotheca fuliginea</i> (Schlecht)	1.59 ± 0.94 a	2.69 ± 1.23 bc	6.36 ± 5.35 b	14.42 ± 5.90 a	± 25.06 5.81 b
<i>Picris echioides</i> (L.)	<i>Erysiphe cichoracearum</i> (DC.)	0.56 ± 0.19 cd	3.99 ± 2.36 a	5.97 ± 3.71 b	11.45 ± 3.75 ab	± 21.97 3.15 c
<i>Helianthus annuus</i> (L.)	<i>Erysiphe cichoracearum</i> (DC.)	0.27 ± 0.15 de	2.15 ± 0.74 c	6.18 ± 2.13 b	11.23 ± 3.79 b	± 19.83 2.21 c
<i>Quercus calliprinos</i> (Webb.)	<i>Microsphaera alphitoides</i> (Griff.&Maubl.)	0.02 ± 0.02 e	2.19 ± 2.05 c	6.03 ± 1.97 b	10.12 ± 3.14 b	± 18.36 2.17 c
<i>Vitis vinifera</i> (L.)	<i>Uncinula necator</i> (Schw)	0.77 ± 0.53 bc	1.71 ± 0.54 c	5.36 ± 1.91 b	8.59 ± 1.003 b	± 16.43 2.98 c

*Dikey olarak aynı harfin izlediği ortalamalar, 0,05 olasılıkta önemli ölçüde farklı değildir.

Sonuç

Yapılan çalışma sonuçları, mikofag Coccinellidae türlerinin külleme hastalıkları ile mücadelede kullanılabileceğini düşündürmektedir. Ancak, külleme etmenlerinin yapay olarak geliştirilememesi, mikofag avcılarının biyolojik mücadele ajanı olarak kullanılmasının önünde en önemli engel olarak durmaktadır. Diğer yandan mikofag avcılarının külleme etmeniyle bulaşık dışkılarının küllemenin yayılmasında bir etken olabileceği de göz ardı edilmemelidir.

Kimyasal mücadelenin yarattığı çevre kirliliği ve dayanıklılık gibi sorunlar sebebiyle tarım açısından biyolojik mücadele önemini sürdürmektedir. Bu nedenle mikofag coccinellid türlerin besin çeşitliliğinin, besin tercihlerinin ve etkinliklerinin araştırılması gerekmektedir. Biyolojik mücadele açısından besin çeşitliliğinin avantaj ve dezavantajları araştırılmalıdır. Mevcut külleme ilaçlarının mikofag türler üzerine etkileri ve entegre mücadele yönetimi içinde nasıl bir etkiye sahip olacağı diğer önemli bir husustur. Mikofag türler doğada hem kültür bitkilerinde hem de yabancı otlarda külleme etmeni ile beslenerek bu hastalıkları az ya da çok baskılamaya devam edecektir. Bu nedenle mikofag türlerin varlığı hakkında farkındalık oluşturulması önemlidir.

Külleleme etmenlerinin kitlesel üretim sorunlarının öncelikli olarak çözülmesi, mikofag türlerin biyolojik mücadelede yer almasında büyük bir ivme kazandıracaktır.

Teşekkür Bilgi Notu

Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir. Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır. Yazarlar çalışmaya ortak katkı sağlamış ve yazarlar arasında her hangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynakça

- Ahmad, M., Younis, G. and Ali, N. 2003. Biology of the coccinellid *Psyllobora (Thea) bisoctonotata* Muls. (Coleoptera: Coccinellidae) a predator of powdery mildew fungi. *Proceedings of the Eighth Arab Congress of Plant Protection*, Elbeida City, Libya, 93-e.
- Alkan, M. ve Üstüner, T. 2018. Selçuklu (Konya/ Türkiye) Coccinellidae (Coleoptera) faunasına katkılar. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 3:462-468, 2458-8377. DOI: 10.15316/SJAFS.2018.124.
- Almeida, L.M. and Milleo, J. 1998. The immature stages of *Psyllobora gratiosa* Mader, 1958 (Coleoptera: Coccinellidae) with some biological aspects. *Journal of the New York Entomological Society*, 106:170–176.
- Amano, K. 1986. *Host range and geographical distribution of the Powdery Mildew fungi*. Japan Scientific Societies Press, Tokyo.
- Anderson, J.M.E. 1982. Seasonal habitat utilization and food of the ladybirds *Scymnodes lividigaster* (Mulsant) and *Leptothea galbula* (Mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae). *Avustralyan Journal of Zoology*, 30:59–70.
- Anonim 2023. Türkiye Cumhuriyeti Elazığ Valiliği Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü Elazığ İli 2020 Yılı Çevre Durum Raporu. 2021. https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/elaz-g_-cdr2020-20220106083020.pdf. (Erişim tarihi: 23.02.2023).
- Beyarslan, A., Erdoğan, Ö.Ç., Yurtcan, M. ve Aydoğdu, M. 2009. Doğu anadolu bölgesi'nin Elazığ, Erzincan, Malatya ve Tunceli illerinin Braconidae ve Ichneumonidae (Hymenoptera) Faunası üzerine taksonomik araştırmalar. Proje No: 106T588.
- Börner, C. and Heinze, K. 1957. *Aphidina*. In P. Sorauer: *Handbuch der Pflanzenkrankheiten*, 5/4, Berlin - Hamburg.
- Buğday, H., Şenal, D. ve Atlıhan, R. 2016. Yalova ilinde farklı habitatlarda bulunan Coccinellidae (Coleoptera) türleri ve yayılış alanları. *Turkish Journal of Biological Control*, 6, (2):127 - 138, 13.07.2016.
- Chapuis, F. 1876. *Genera des Coleopteres ou expose methodique et critique de tous les genres proposes jusqu'ici dans cet ordre d'insectes*. (Coccinellides). Paris 12: 149–259.

- Cividanes, T.M., Cividanes, F.J. and Matos, B.A. 2007. Biologia de *Psyllobora confluens* alimentada com o fungo *Erysiphe cichoracearum*. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, Brasilia 42:1675–1679.
- Cividanes T.M.S. and Cividanes F.J. 2009. Ocorrência de *Psyllobora confluens* (Fabricius) (Coleoptera: Coccinellidae) em quiabeiro *Abelmoschus esculentus* L. Em Andradina, Sp. Arq. Inst. Biol., São Paulo, 76(4): 741-743.
- Cruz, B., Chiang Lok, M. L. and Castañeda Ruiz, R. F. 1990. *Psyllobora nana* (Coleoptera: Coccinellidae), biological control agent. *CABÍ Ciencias de la Agricultura*, 4:40-168.
- Davidson, W.M. 1921. Observations on *Psyllobora tae* data LeConte, a coccinellid attacking mildews. *Entomology News*, 32: 83–89.
- Dharshini, G.M. and Jagadish, K.S. 2018. Lifecycle and feeding potential of mycophagous coccinellid beetle, *Illeis cincta* Fab. (Coleoptera: Coccinellidae) on powdery mildew fungus, *Erysiphe cichoracearum* DC in sunflower. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6:2319-7692, 1659-1675.
- Dyadechko, N.P. 1954. *Coccinellidae of the Ukrainian SSR*. Kiev, Academy of Sciences of USSR (in Russian).
- Eşer, H.D. 2020. *Ankara ili Coccinellidae (Insecta: Coleoptera) familyası üzerinde sistematik araştırmalar*. Hacettepe Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, 6:8-9.
- Fulmek, L. 1957. *Insekten als blattlausfeinde*. *Annln naturh. Mus. Wien*, 61:110-227.
- Garai, S. and Sarkar, K. 2020. Life cycle and feeding potential of *Illeis indica*, a mycovorous ladybird beetle on powdery mildew of mulberry. *Acta Scientific Biotechnology (ASBT)*, 1,(5).
- Giorgi, J. A., Vandenberg, N. J., Mchugh, J. V., Forrester, J. A., Ślipiński, S. A., Miller, K. B., Shapiro, L. R. and Whiting, M. F. 2009. The evolution of food preferences in Coccinellidae. *Biological Control*, 51:215–231.
- Güven, Ö., Güllüoğlu, H. and Ceryngier, P. 2015: Aestivo-hibernation of *Coccinella septempunctata* (Coleoptera: Coccinellidae) in a mountainous area in southern Turkey: is dormancy at high altitudes adaptive? *European Journal of Entomology*. 112: 1–8.
- Hodek, I., 1973. *Biology of Coccinellidae*. Dr. W, W. Junk and Prague. The Hague, The Netherlands, 260.
- İllahi, İ., Khan, M. A., Zeya, S.B., Aslam, M. and Mittal, V. 2011. Feeding potential of a mycophagous beetle *Halyzia tschitscherini* (Coleoptera: Coccinellidae) against powdery mildew *Phyllactinia corylea* in mulberry. *Indian Phytopathology*, 64(2),140-143.
- Kaçar, G. ve Koca, A.S. 2020. Seasonal dynamics of coccinellid species in apple, cherry, and hazelnut. *International Journal of Agriculture and Wildlife Science (IJAWS)*, 6(3): 486 – 495. DOI: 10.24180/ijaws.799991.
- Kaltenbach, J.H. 1874. *Die pflanzenfeinde aus der klasse der insecten*. Julius Hoffmann, Stuttgart.
- Kaygın, A.T. ve Kaptan, U.S. 2017. Bartın ili Coccinellidae (Insecta: Coleoptera) türleri. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 19(2): 227-236.

- Krishna, A., Mishra, S. P. and Singh, H. 1987. Thickness of cuticle and epidermis in relation to show powdery mildewing in pea. *Indian Phytopathology*, 40(2):218-221, 4:8.
- Krishnakumar, R. and Maheswari, P. 2004. Management of powdery mildew in mulberry using coccinellid beetles, *Illeis cincta* (Fabricius) and *Illeis bistigmosa* (Mulsant). *Journal of Entomological Research*, 28(3), 241-246.
- Kumar, R., Mittal, V., Patankar, N.V. and Ramamurthy, V.V. 2010. Bionomics of Mycophagous Coccinellid, *Psyllobora bisoconotata* (Mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae). *Mun. Ent. Zool.* 5(2).
- Kumar, V., Katiyar, R. L., Babu, A. M., Sarkar, A. and Datta, R. K. 2000. Light and sem studies on the life stages of *Illeis indica* (TIMB.) and its predatism on *Phyllactinia corylea* (PERS.) karst. infecting mulberry. *Archives of Phytopathology & Plant Protection*, 33:2, 149-159. DOI: 10.1080/03235400009383339.
- Lee, Y.S., Jang, M.J., Lee, H.A., and Lee, J.H. 2017. Toxicity of pesticides to mycophagous ladybrid, *Illeis koebelei* Timberlake (Coleoptera: Coccinellidae: Halyziini). *The Korean Journal of Pesticide Science*, 21(4).
- Leschen, R.A.B., 2000. *Beetles feeding on bugs (Coleoptera, Hemiptera): repeated shifts from mycophagous ancestors*. *Invertebrate Taxonomy*, 14:917–929.
- Liu, C.L. 1951. Studies on the feeding capacity and life history of a mycophagous coccinellid, *Halyzia hauseri* Mader, in Kunming. *Annales Entomologici Sinici*, 1:1–15.
- Maddison, D.R. 2002. Tree of life web project. <http://tolweb.org/tree?group=Coleoptera&=Endopterygota>. (Erişim tarihi:22.03.2023).
- Narmanlıoğlu, H.K. ve Güçlü, Ş. 2011. İspir (Erzurum) ilçesi'nde meyve ağaçlarında bulunan yaprakbiti türleri (homoptera: aphididae) ve doğal düşmanları. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 39(2):225-229.
- Ormanoğlu, N., Emekçi, M. ve Ferizli, A.G. 2021. Böceklerle mücadelede nanoteknoloji. *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 35(1):181 - 202.
- Özgen, İ. ve Karsavuran, Y. 2016. Diyarbakır, Elazığ ve Mardin illeri bağ alanlarında bulunan Cicadellidlerin predatör ve parazitotleri ile yayılış alanları. *Turkish Journal of Biological Control*, 1(2):129 – 138.
- Özpinar, A., Polat, B. ve Şahin, A.K. 2017. Kazdağı'nda (Sarıköz tepesi) kışlama yerlerindeki *Coccinella septempunctata* L. (Col: Coccinellidae) erginlerinin fenolojisi. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 8(2):147-160.
- Özpinar, A., Şahin, A.K. and Polat, B. 2018. Population dynamics of *Coccinella septempunctata* (Coleoptera: Coccinellidae) in the region of Edremit Gulf in West Anatolia (Mount Ida). *European Journal Entomology*. 115: 418–423, 2018
- Özsisli, T. 2011. Kahramanmaraş'ta sebze bitkilerinde Coccinellidae (Coleoptera) türleri. *Turkish Bulletin of Entomology*, 1(1):23 – 26.
- Portakaldalı, M. ve Satar, S. 2010. Artvin ve Rize illeri Coccinellidae (Coleoptera) faunası üzerinde çalışmalar. *Bitki Koruma Bülteni* 2010, 50(3):89-99.

- Radonjic, A., Terenius, O. and Ninkovic, V. 2018. The phytopathogen powdery mildew affects food-searching behavior and survival of *Coccinella septempunctata*. Springer, *Arthropod-Plant Interactions*, 12:685–690 <https://doi.org/10.1007/s11829-018-9617-x>
- Ratti, E. 1996. *Coleoptera associated with Oidium evonymi-japonici (Arc.) Sacc. (fungi imperfecti) in the urban gardens of Venice*. Bollettino del Museo Civico di Storia Naturale di Venezia, 45:47–51.
- Ricci, C. 1982. *Sulla costituzione e funzione delle mandibole delle larve di Tythaspis sedecimpunctata (L.) e Tythaspis trilineata (Weise)*. Frustula Entomologica, 3:205-212.
- Ricci, C. 1986. *Food strategy of Tythaspis sedecimpunctata (L.) in different habitats*. In: Hodek, I. (Ed.), Ecology of Aphidophaga. Proceedings of a Symposium held at Zvíkovské Podhradí. Academia, Prague, 211–216.
- Sarı, E.D. ve Yıldırım, E. 2021. Gülnar (Mersin) İlçesi Elma Ağaçlarındaki Zararlı ve Yararlı Arthropoda Türlerinin Tespiti ve Bazı Biyoekolojik Gözlemler. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg.*, 24(6):1247-1262. DOI:10.18016/ksutarimdog.vi.881526.
- Samways, M.J., Osborn R. and Saunders, T.L. 1997. *Mandible form relative to the main food type in ladybirds (Coleoptera: Coccinellidae)*. Biocontrol Science and Technology, 7(2):275-286.
- Savaş, N.G., Albaz, E. ve Önder, S. 2020. Manisa ilinde Bağda külleme hastalığının (*Erysiphe necator* Schw.) kimyasal mücadelesinde farklı ilaçlama programlarının değerlendirilmesi. *Bitki Koruma Bülteni*, 60(2):55-62.
- Schilder, F. A. and Schilder, M. 1928. *Die Nahrung der Coccinelliden und ihre Beziehung zur Verwandtschaft der Arten*. Arb. biol. Reichs Anst. Land-u. Forstw, 16:213-282.
- Ślipiński, A. and Tomaszewska, K.W. 2010. *Coccinellidae Latreille, 1802*, Handbook of zoology, 2:454-472.
- Ślipiński, A. 2013. *Avustralyan ladybird beetles (Coleoptera: Coccinellidae): their biology and classification*, Csiro Publishing.
- Sutherland, A. M. 2005. *Evaluation of Psyllobora vigintimaculata (Say) (Coleoptera: Coccinellidae) for biological control of powdery mildew fungi (Erysiphales)*. Master thesis, June 2005 Thesis for: M.S. Horticulture and Agronomy, 45.
- Sutherland, A.M. and Parrella, M.P. 2006. Quantification of powdery mildew consumption by a native Coccinellid: Implications for biological control integrated control in protected crops, *Mediterranean Climate IOBC/wprs Bulletin*, 29(4):281 – 286.
- Sutherland, A.M. and Parrella, M.P. 2008. A preliminary predictive model for the consumption of powdery mildew by the obligate mycophage *Psyllobora vigintimaculata* (Coleoptera: Coccinellidae). *Intergrated Control in Protected Crops Temperature Climate IOBC wprs Bulletin*, 32:209-212.
- Sutherland, A.M. 2009. *The Feasibility of using Psyllobora vigintimaculata (Coleoptera: Coccinellidae), a mycophagous ladybird beetle, for Management of Powdery Mildew Fungi (Erysiphales)*. Doctor of

- philosophy in entomology in the office of graduate studies of the University of California, davis. Committee in charge 2009.
- Sutherland, A.M. and Parrella, M.P. 2009. Mycophagy in coccinellidae: Review and synthesis. *Biological Control*, 51:284–293.
- Soylu, S., ve Yigit, A. 2002. Feeding of mycophagous ladybird, *Psyllobora bisoctonotata* (Muls.) on powdery mildew infested plants. Biological control of fungal and bacterial plant pathogens. *International Organization for Biological Control Western Palearctic Regional Section Bulletin*, 25:183–186.
- Takeuchi, M., Sasaki, Y., Sato, C., Iwakuma, S., Isozaki, A. and Tamura, M. 2000. Seasonal host utilization of mycophagous ladybird *Illeis koebelei* (Coleoptera: Coccinellidae). *Japonyaese Journal of Applied Entomology and Zoology*, 44:89–94.
- Tezcan, S. ve Uygun, N. 2003. İzmir ve Manisa yöresi ekolojik kiraz üretim bahçelerinde saptanan Coccinellidae (Coleoptera) türleri üzerinde bir değerlendirme. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 27 (1):73-79.
- Tiftikçi, P. 2017. Yozgat ili şeker pancarı üretim alanlarında saptanan Coccinellidae (Coleoptera) türleri üzerinde araştırmalar. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 33(2):79 – 90.
- Toros, S. ve Maden, S. 1991. *Tarımsal savaşım yöntem ve ilaçları*. Ankara üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları:1222, Ders Kitabı: 352. A.Ü. Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü. Ankara, 1991.
- Uygun, N. 1981. *Türkiye Coccinellidae (Coleoptera) faunası üzerine taksonomik araştırmalar*. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 157. Bilimsel Araştırma ve İnceleme Tezleri: 48. Adana, 1981.
- Ülgentürk, S., Karakaya, A., Ayhan, B. ve Uygur N. 2011. *Türkiye mikofag coccinellidleri için yeni kayıtlar*. Türkiye Iv. Bitki Koruma Kongresi Bidirimleri 28-30 Haziran 2011, Kahramanmaraş.
- Vandenberg, N. J. 2002. *Coccinellidae latreille* 1807, in *American Beetles, Volume II: Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea*, (eds.) Arnett, R.H.J., Thomas, M.C., Skelley, P.E. ve Frank, J.H., CRC Press, 2002.
- Younes, G.H., Ahmad, M. and Ali, N. 2003. Morphology and biology of the coccinellid *Vibidia duodecimguttata* Poda (Coleoptera: Coccinellidae) a predator of powdery mildew fungi (Erysiphaceae). *Eighth Arab Congress of Plant Protection*, 12-16 October 2003, El-Beida, Libya.
- Younes, G.H., Ahmad, M., and Ali, N. 2015. Morphological, biological and ecological studies of the mycophagous ladybird *Psyllobora vigintiduopunctata* L. (Coleoptera : Coccinellidae) on powdery mildew fungi in the coastal region of Suriye. *Jordan Journal of Agricultural Sciences*. 11(2).
- Zeybek, E. ve Tozlu, G. 2022. Erzurum ilinde karaağaçlarda (*Ulmus glabra* Hudson) zararlı *Tinocallis* (*Sappocallis*) *saltans* (Nevsky, 1929) (Hemiptera: Aphididae)'ın popülasyon değişimi ve predatörleri. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*. DOI: 10.33462/jotaf.1027835.



Katı Kültür Fermantasyonu: Hayvan Beslemede Güncel Biyoteknolojik Uygulamalar^A

Roukaya GHORBEL^{*1}, Nedim KOŞUM²

Öz: Dünya çapında artan nüfus ile birlikte hayvansal gıdalara (et, süt ve yumurta gibi) talep de artmaktadır. Dolayısıyla hayvansal üretim verimliliğinin artırılmasında yeni ve verimli stratejilerin uygulanması önem taşımaktadır. Geleneksel hayvancılık ıslah yöntemleri, şu anki üretimi sürdürmez; bu yüzden, üretkenliği artırmak için biyoteknoloji dahil olmak üzere yeni yoğun ve güncel tekniklere ihtiyaç duyulmaktadır. Yem fiyatları, çiftçilik sistemlerinin karşılaştığı en önemli kısıtlamalardan biridir. Fiyat dalgalanmaları ve sürekli artan yem fiyatları nedeniyle beslenme uzmanları, yerel yem kaynaklarından yararlanmak için alternatif biyoteknolojik uygulamalara dikkat çekmiştir. Bu sınırlamaları kaldırmak için, katı kültür fermantasyonu (KKF) harika bir biyoteknolojik çözüm olarak bildirilmiştir. Aslında besin biyo-yararlanımını artırmak, bağırsak patojenik bakterilerini sınırlamak ve yem kaynaklarında anti-besin faktörlerini azaltmak için kullanılmaktadır.

Bu makale, biyoteknolojinin güncel uygulamalarından biri 'Katı Kültür Fermantasyonu'na odaklanarak, hayvan besleme ve yem teknolojisinde biyoteknolojinin önemini göstermeyi amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Biyoteknoloji, Katı kültür fermantasyonu, Alternatif yem maddeleri.

^A Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir. Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır

^{*} **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** ¹ Dr. Roukaya Ghorbel, Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, İzmir, Türkiye, roukayaghorbel@gmail.com, [OrcID 0000-0002-6173-074X](https://orcid.org/0000-0002-6173-074X)

² Prof. Dr. Nedim Koşum, Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, İzmir, Türkiye, nkosum@gmail.com, [OrcID 0000-0002-7873-849X](https://orcid.org/0000-0002-7873-849X)

Solid State Fermentation: Current Biotechnological Applications in Animal Nutrition

Abstract: With the increasing population worldwide, the demand for the animal products (such as meat, milk and eggs) is also increasing. Therefore, it is important to implement new and efficient strategies to increase animal production yield efficiency. Traditional livestock breeding methods cannot sustain current production. Therefore, new intensive and up-to-date techniques, including biotechnology, are needed to increase productivity. Feed prices are one of the most important constraints facing farming systems. Due to fluctuating and constantly rising feed prices, nutritionists have drawn attention to alternative biotechnological applications to take advantage of local feed sources. To overcome these limitations, solid-state fermentation (SSF) has been reported as a great biotechnological solution. It is actually used to increase nutrient bioavailability, limit intestinal pathogenic bacteria, and reduce anti-nutritional factors in feed sources.

This article aims to show the importance of biotechnology in animal nutrition and feed technology by focusing on one of the current applications of biotechnology; Solid State Fermentation.

Keywords: Biotechnology, Solid state fermentation, Alternative feedstuffs.

Giriş

Dünya’da nüfus artış hızı yılda ortalama %2.5 oranında olup, 2050 yılına kadar dünya nüfusunun yaklaşık 10 milyara ulaşacağı tahmin edilmektedir (UN, 2019). Bu durumda artan gıda talebini karşılamak için gıda üretiminin 2050 yılına kadar iki katına çıkarılması gerektiği söylenmektedir (FAO, 2018). Ancak gıda talebi artarken gıda üretimi için mevcut kaynaklar azalmaktadır. Bu, özellikle COVID-19 pandemisinden sonra artan gıda güvensizliğine yol açmaktadır (HLPE, 2020). Dünya çapında artan nüfus ile birlikte hayvansal gıdalara (et, süt ve yumurta gibi) da talep artmaktadır. Dolayısıyla hayvansal üretim verimliliğinin artırılmasında yeni ve verimli stratejilerin uygulanması önem taşımaktadır (Parmar ve ark., 2019, Ghorbel ve ark., 2021).

Geleneksel hayvancılık ıslah yöntemleri, geçmişte hayvan verimliliğini artırma amacına hizmet etmiştir. Ancak bu seçenekler artık üretim artışını istenen oranda sürdürülemez; bu yüzden, üretkenliği artırmak için biyoteknoloji dahil olmak üzere yeni yoğun ve güncel tekniklere ihtiyaç duyulmaktadır. Modern biyoteknoloji, yoksulluğu azaltmak, gıda güvenliğini ve beslenmeyi iyileştirmek ve doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımını teşvik etmek amacıyla gelişmiş hayvancılık verimliliği elde etmek için yeni fırsatlar sağlama potansiyeline sahiptir (Asmare, 2014).

Aslında biyoteknoloji hayvansal üretimde önemli bir role sahiptir. Biyoteknolojik uygulamaları, özellikle besin değerinin iyileştirmesi, hayvanın performansının artırılması, hayvansal ürün veriminin artırılması ve hayvan sağlığı ve refahının geliştirilmesi gibi ana amaçları hedeflemektedir.

Hayvan beslemede yerli yem kaynaklarının kullanılması daha ekonomik ve sürdürülebilir bir hayvansal üretime yardımcı olmaktadır. Yaygın kullanılan protein ve enerji kaynaklarında bulunan anti-besleme faktörler (ANF) nedeniyle bir çok yem hammaddelerinden yararlanma sınırlı düzeydedir. Bu yüzden ANF'i kaldırmak için ısıtma işlemi, enzim ile parçalama ve fermantasyon gibi teknikler uygulanmaktadır. Isıtma işlemi en ucuz ve kolay uygulanabilir bir yöntem olmasına rağmen etkinlik açısından en iyi yöntem fermantasyondur. (Karaçil ve Acar Tek., 2013)

Bu makale, biyoteknolojinin güncel uygulamalarından biri 'Katı Kültür Fermantasyonu'na odaklanarak, hayvan besleme ve yem teknolojisinde biyoteknolojinin önemini göstermeyi amaçlamaktadır.

Fermantasyonun tanımı ve tipleri

M.Ö. 6000 yıllarında Sümerler ve Babiller bira yapmak amacıyla fermantasyon kullanmaya başlamışlardır. Ayrıca, M.Ö. 4000 yıllarında Mısırlıların ekmeğin mayası kullanarak fermantasyon tekniğini uyguladıkları ortaya çıkmıştır. Bugün biyoteknolojinin yoğurt, ekmeğin, peynir, antibiyotikler, alkoller, organik asitler gibi diğer ürünlerin üretimine girdiği tespit edilmiştir. (Altop ve ark., 2016)

Fermantasyon, kompleks substratları daha basit bileşiklere dönüştürmek için mikroorganizmaların, substratların ve çevresel koşulların kontrollü kullanımını içeren dinamik bir süreçtir (Niba ve ark., 2009). Fermantasyon sonuçları kullanılan substratların tipleri ve özelliklerine göre değişmektedir (Canibe ve Jensen, 2012; Subramaniyam ve Vimala, 2012). Sıcaklık, pH, substrat yapısı ve bileşimi, çözünmüş O₂ ve CO₂, işletim sistemleri, öncül madde eklenmesi, karışımlar ve fermantasyon sürecinin uzunluğu gibi koşullar, fermantasyon oranını ve fermente ürünlerin kalitesini etkileyebilir (Renge ve ark., 2012). Fermantasyonda her mikroorganizma her substrata farklı şekilde tepki verebilir, bu yüzden mikroorganizmaların türüne göre laktik asit, etanol veya asetik asit gibi farklı son ürünlerin oluşmasına sebep olur. Lactobacillus laktik asit üretirken, mantar/küf sitrik asit, mayalar etanol ve CO₂ üretir (Couto ve Sanroman, 2006).

Aslında, iki fermantasyon tekniği vardır: katı kültür fermantasyonu (KKF) ve Batık fermantasyon (BF)'dur. Bu iki biyo-işlem arasındaki temel farklılık substrattaki serbest su miktarıdır (Sargın, 2003).

KKF serbest su bulunmayan nemlendirilmiş katı substratlar üzerinde mikroorganizma gelişimini ve metabolik faaliyeti ifade eder, mikroorganizma gelişimi için gerekli suyu substratın içindeki nemden karşılamaktadır (Mitchell ve ark., 2006; Sargın, 2003).

KKF yönteminden farklı olarak, BF yaklaşımı et suyu ortamı, melas, peynir altı suyu ve ıslak damıtıcı tahılları gibi serbest akışlı sıvı substratlar gerektirir (Missotten ve ark., 2010; Sugiharto ve ark., 2015).

Genelde, BF tekniği, fermente edilecek yem gıda endüstrisinin sıvı yan ürünleri veya su ile karıştırıp, fermente sıvı yem (FSY) üretmek için uygulanır (Canibe ve Jensen, 2003). BF yaklaşımı, probiyotiklerin araştırma ve endüstride yayılması için ciddi etkileri olan bir tekniktir (Shim ve ark., 2010). Günümüze kadar kanatlı kümes hayvanlarının beslenmesinde fermente yemlerin kullanımı üzerine yapılan çalışmalarda

(Missotten ve ark., 2013) her iki yöntem de (KKF ve BF) kullanılmıştır (Sun ve ark., 2013b; Supriyati ve ark., 2015).

Ancak, KKF daha yüksek verim ve daha iyi ürün özellikleri ürettiği için daha fazla ilgi görmüştür (Shim ve ark., 2010). BF ile hazırlanan yüksek su içerikli fermente yemlerin etlik piliçlerde pratik yemleme ve altlık kalitesi açısından uygun olmayacağı bildirilmiştir (Engberg ve ark., 2009). Performansı ve bağırsak sağlığını iyileştirme açısından KK fermente yemlerin etlik piliçlerin beslenmesinde kullanımı artan ilgi kapsamındadır (Alshelmani ve ark., 2016; Sugiharto ve Samir, 2019).

Literatürde KKF'dan sonra yemin besin madde kompozisyonu ve anti-besleme faktörler ANF içeriklerindeki değişim ile ilgili yeterli bir bilgiye rastlanılmamıştır. KK fermente edilmiş yemlerin hayvan beslenmesinde kullanımı için bu değişimlerin ortaya konması önem taşımaktadır.

Bu yöntemle kötü koku giderilerek, ham protein (HP) içeriği artırılarak, sindirim enzimlerinin üretimi artırılarak ve substratlardaki ANF'inin düzeyi azaltılarak yemin besin değerinin iyileştirileceği bildirilmiştir (Wang ve ark., 2013; Salgado ve ark., 2015; Wang ve ark., 2018a; Sugiharto ve ark., 2019).

Katı kültür fermantasyonunun mikro-organizmaları ve substratları

Başlangıç nemi, partikül boyutu, pH, sıcaklık, mikroorganizma türü, substrat hali, karıştırma, sterilizasyon, inokulum yoğunluğu ve oranı gibi parametreler KKF sürecinde fermente edilmiş nihai ürünlerin kalitesini kontrol etmektedir. Bununla birlikte, mikroorganizma ve substrat, KKF işleminin başarısını elde etmek için hayati unsurlardır.

KKF yaklaşımı, serbest akışlı sıvı yokluğunda tahıllar, pirinç, pirinç kepeği ve buğday kepeği gibi katı substratları kapsamaktadır (Couto ve Sanroman, 2006). Bu nedenle, KKF genellikle tam tahıl gibi temel yem karışımlarına eklenebilen fermente kuru yem (FKY) üretimi için kullanılır. Bu FKY kıvrımlı veya toz formda olabilir.

KKF'de katı substratı parçalama yeteneğine sahip olan mikroorganizmanın uygun şekilde seçilmesi çok değer taşımaktadır. Fermantasyon için *Bacillus subtilis*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus fermentum*, *Enterococcus faecium* gibi bakteri kültürleri ile *Aspergillus niger*, *Aspergillus oryzae* ve *Saccharomyces cerevisia* gibi fungus kültürleri sıklıkla kullanılmaktadır.

Düşük nem içeriği nedeniyle, KKF yöntemi sınırlı sayıda mikroorganizma tarafından gerçekleştirilebilir. *Lactobacillus spp.* gibi bazı bakterilerin farklı KKF uygulamalarında kullanıldığı bilinmesine rağmen, *Aspergillus spp.* ve *Rhizopus spp.* gibi mantarlar hala KKF'de en yaygın kullanılan organizmalardır. (Supriyati ve ark., 2015).

Çizelge 1. KKF’da kullanılan Mikroorganizmalar ve substratlar. (Parmar ve ark., 2019)

Mikroorganizmalar	Substratlar
Bakteri	
<i>Amycolatopsis Mediterranean</i> MTCC 14	Yerfıstığı yağ keki GOC, Hindistan cevizi yağ keki COC
<i>Pseudomonas spp.</i> BUP6	GOC, COC, SOC ve CSC
<i>Bacillus licheniformis</i> MTCC 1483	Buğday samanı, şeker kamışı küspesi, mısır samanı ve çeltik samanı
<i>Bacillus sp.</i>	Pirinç kepeği
<i>Bacillus sp.</i>	Mısır kepeği
<i>Pseudomonas notatum</i>	Buğday kepeği ve portakal kabuğu
<i>Peudomonas aeruginosa</i>	Keten tohum küspesi (LOC)
Fungus	
<i>Aspergillus niger</i>	Pirinç kepeği, buğday kepeği, siyah gram kepek, GOC ve COC, meyve kabuğu atıkları, portakal kabuğu
<i>Aspergillus oryzae</i>	Soya küspesi (atık), Hindistan cevizi yağ keki (COC)
<i>Rhizopus arrhizus</i> ve <i>Mucorsubtillissimus</i>	Caorn koçanı manyok kabuğu, soya fasulyesi, buğday kepeği ve turuncgil posası
<i>Candida rugosa</i>	yerfıstığı yağ keki (GOC)
<i>Aspergillus terreus</i>	Palmiye yağı keki

Katı kültür fermantasyon uygulamaları

Katı kültür fermantasyonu, gıda ve mayalanma endüstrilerinde uzun bir uygulama geçmişine sahip bir biyoişlem teknolojisidir. KKF uygulaması gıda endüstri, ilaç ve tarım endüstrisi, farmasötik, tekstil ve biyoyakıtlar gibi sektörlerde yaygındır.

KKF enzim üretimi, amino asitler, antibiyotik, biyoaktif metabolitler, organik asit üretimi, vitaminler, agro-endüstriyel atıkların biyolojik detoksifikasyonu, yem katkı maddeleri ve yan ürünlerin anti-besleme faktörlerinin biyo-degradasyonu gibi çok sayıda uygulamaya sahiptir (Behera ve Ray, 2016; Soccol ve ark., 2017).

Çizelge 2. Katı kültür fermantasyonunun hayvan beslenmesindeki uygulamaları (Parmar ve ark., 2019)

Ekonomik sektörü	Uygulamalar	Örnek
Endüstriyel fermantasyon	Enzim üretimi	Amilazlar, amiloglukosidaz, selülozlar, proteazlar, pektinazlar, ksilanazlar, glukoamilazlar
	Biyoaktif ürünler	Mikotoksinler, gibberellinler, alkaloidler, antibiyotikler, hormonlar
	Organik asit üretimi	Sitrik asit, fumarik asit, itakonik asit, laktik asit
	Biyoyakıt	Etanol üretimi
	Çeşitli bileşikler	Pigmentler, biyo yüzey aktif maddeler, vitaminler, ksantam
Tarım-Gıda Endüstrisi	Bitkisel kalıntılarının biyotransformasyonu	Fermente edilmiş geleneksel gıda (Koji, sake, ragi, tempeh), protein zenginleştirme ve tek hücreli protein üretimi, mantar üretimi.
	Gıda katkı maddeleri	Aroma bileşikler, boya maddeleri, temel yağ ve organik asitler
Çevresel kontrol	Tehlikeli biyolojik iyileştirme ve biyolojik remedasyon	Kafeinli bileşikler kalıntıları, pestisitler, poliklorlu bifeniller (PCB'ler)
	Tarımsal endüstriyel atıkların biyolojik detoksifikasyonu	Kahve posası, manyok kabuğu, kanola unu, kahve kabuğu

Katı kültür fermantasyonunun genel işlem adımları

KKF susuz veya suyun az bulunduğu katı ortamlarda uygulanır. Mikroorganizmaların metabolizması ve büyümesi için substratın yeterli neme sahip olması gerekir. Mikroorganizmaların ve substratın seçimi, KKF yönteminde dikkat edilmesi gereken mühim noktalardan biridir.

Yöntemin başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için bazı parametrelerin optimizasyonu ve ürünün izolasyonu ve saflaştırılması gerekmektedir (Altop ve ark., 2016).

Bu parametrelerin başında substratın parçacık büyüklüğü, ortamın ilk nem miktarı, pH, substratın ön işleme, nispi nem, inkübasyon sıcaklığı ve süresi, çalkalama ve havalandırma, ekim miktarı ve zamanı, N, P ve C kaynaklarının eklenmesi gibi parametreler sayılabilir (Pandey, 2003, Elibol ve Moreira, 2005).

KKF işlem adımları, Şekil 1'de açıklanan birkaç adımı içerir. Bu süreç, büyük ölçüde enzimler ve ikincil metabolitlerin üretimi için kullanılan biyoreaktörleri içerir (Sfakianakis, 2011).



Şekil 1. KKF adımlarının şematik gösterimi.

Hayvan beslemede katı kültür fermantasyonunun etkileri

KKF yem değeri üzerine etkisi

Hayvan beslemede yaygın olarak kullanılan bazı yem kaynaklarının ANF içermeleri nedeniyle kullanımı sınırlıdır. Bu sınırlamaları ortadan kaldırmak ve besin değerlerini arttırmak için son yıllarda katı kültür fermantasyon yöntemi uygulanmaktadır.

Fermantasyon sürecinde kullanılan bakteriyel veya fungal organizmalar yardımıyla üretilen enzimler, proteinleri aminoasit mikro ve peptidlere hidrolize ederek sindirilebilirliği yüksek proteinlerin oluşumuna ve dolayısıyla sindirime katkıda bulunmaktadır. KKF kullanılarak fermente edilen yemlerin besin kalitesinin

arttığı, tripsin inhibitörü içeriğinin azaldığı, yararlanılabilir proteinlerin arttığı, besinsel açıdan zenginleştiği, serbest amino asit içeriğinin arttığı, sindirilebilir enerji düzeyi, lignin, Nötral çözücülerde çözünmeyen lignin (NDF), ham selüloz (HS) ve fitat oranı azaldığı, Ham Kül ve sindirilebilir fosfor miktarının arttığı bildirilmiştir. Sonuç olarak KKF'nun yemlerin besin değerini iyileştirdiği tespit edilmiştir (Chen ve ark., 2010) (Amadou ve ark., 2010).

Çizelge 3. Katı Kültür Fermantasyonunun yem değeri üzerindeki etkileri. (Ghorbel ve Malayoğlu, 2021)

Yem Substrat	Mikroorganizma	Sonuçlar
Mısır		Fitat içeriğinin azalması
Manyok Kökleri, Kabuğu ve Küspesi	<i>A. charticola</i>	Lif içeriğinin azalması. Manyok küspesinde protein içeriğinin arttırması. Manyok köklerde ve kabukta siyanür içeriğinin azalması
Kolza Tohumu Küspesi	<i>L. fermentum</i> , <i>E. faecium</i> , <i>S. cerevisiae</i> ve <i>Bacillus subtilis</i>	Kuru Maddenin azalması. 119'dan 14 mmol/kg'a azaltılmış izotiyosiyanat miktarı (bir glukozinolat türevi)
	<i>Lactobacillus plantarum</i> ve <i>Bacillus subtilis</i>	Ham proteinin miktarının %37,1'den %58,4'e arttırması. Ham yağ içeriğinin arttırması. İzotiyosiyanat seviyelerinin 72,7'den 14,1 mmol/kg'a azalması.
	<i>L. fermentum</i> ve <i>Bacillus subtilis</i>	Ham yağ içeriğinin arttırması.
	<i>Lactobacillus salivarius</i>	Ham proteinin miktarının %41.2 den % 42.2'e arttırması. Ham selüloz %15 ile azaltması. Glukosinolatlar 22'den 13,6 mmol/g'a azaltması.
	<i>Bacillus subtilis</i> , <i>Candida utilis</i> ve <i>Enterococcus faecalis</i>	Ham protein içeriğinin %42,11'den %44,63'e yükselmesi. Ham lif içeriğinin azalması. küçük peptitlerin boyutunun arttırılması. Tanenlerin %1,32'den %0,84'e azalması.
	<i>A. niger</i>	Ham yağ içeriğinin azalması. Lif fraksiyonlarının (NDF, ADF, hemiselüloz ve lignin) miktarının azalması. Küçük peptidin içeriğini arttırması. Glukosinolatlar 41,91'den 23,86 mmol/g'a, izotiyosiyanat 2,48'den 1,10 mg/g'a, oksazolidition 1,88'den 1,04 mg/g'a; fitik asit %2,66'dan %0,37'ye gibi azalmalar gösterdi.
Pamuk Tohum Küspesi	<i>Bacillus subtilis BJ-1</i>	Ham protein içeriğinin %46,5'ten %50,5'e arttırması. Ham yağ içeriğinin azalması. Serbest gossipol 0,82'den 0,21 g/kg'a azalması.
	<i>C. utilis</i>	Ham selüloz içeriğinin azalması. Serbest gossipol 90'den 30 mg/kg'a azalması.
	<i>Bacillus subtilis ST-141</i> ve <i>Saccharomyces N5</i>	Kuru Maddenin azalması. Ham protein içeriğini %49,8'ten %51'e arttırması. Ham lif içeriğinin azalması.
Hurma Çekirdeği Keki	<i>Trichoderma longibrachiatum</i>	Ham protein içeriğini %18,76'ten %32,79'e arttırması
	<i>A. niger</i> and <i>Rhizopus oryzae</i>	Ham protein içeriğini %18'ten %27'e arttırması.
	<i>P. polomyxa</i> and <i>P. curdolanolyticus</i> .	NDF, ADF, ADL, hemiselüloz ve selüloz içeriğinin azalması.
	<i>A. niger</i> , <i>A. oryzae</i> ve <i>A. awamori</i>	Ham yağ içeriğinin azalması.
Acı Bakla Unu	<i>C. utilis</i>	Rafinoz oligosakkaritlerin (RFO) tamamen kaldırılması
	<i>Lactobacillus spp.</i>	Fitik asit içeriğinin azalması Ham selüloz içeriğinin azalması Ham yağ içeriğinin azalması Fitik asit içeriğinin azalması Tanen içeriğinin azalması
	multi-preparation of <i>S. cerevisiae</i> , <i>E. faecium</i> , <i>L. plantarum</i> , <i>L. buchneri</i> ve <i>L. casei</i> bacteria.	Ham yağ içeriğinin azalması Ham selüloz, NDF ve ADF içeriğinin azalması Ham protein içeriğinin %38,23'ten %41,32'ye yükseltilmesi RFO'nun tamamen kaldırılması
	<i>S. cerevisiae</i>	Fitik asit içeriğinin azalması Ham protein içeriğinin %38,59'dan %50,08'e arttırması Fitik asit içeriğinin azaltması

KKF hayvan performansı ve bağırsak florası üzerine etkisi

Fermente edilen yemlerin performansı iyileştirmesi, yem tüketimini arttırması , canlı ağırlığı arttırması, yemden yararlanma oranını iyileştirmesi, daha yüksek karkas verimleri, karaciğer ağırlığını arttırması gibi etkilere sahiptir. (Sugiharto ve Samir, 2019)

Fermente edilmiş yem hammaddelerin hayvan bağırsak morfolojisi ve bağırsak sağlığı üzerine olumlu etkilerde buldukları belirlenmiştir. (Alshelmani ve ark., 2016; Zhang ve ark., 2016).

KKF'nun ayrıca kan parametreleri, et kalitesi, yumurta iç ve dış kalitesi ve bağırsak florası üzerine pozitif etkide bulunduğu anlaşılmaktadır. (Ghorbel ve Malayoğlu, 2021)

Kanatlı kümes hayvanları üzerine etkisi

Fermente edilmiş yem hammaddelerinin karma yeme eklenmesiyle etlik piliçlerde canlı ağırlık artışında ve yemden yararlanma oranında iyileşme göstermiştir (Chiang ve ark, 2010). Performanstaki iyileştirmeler, KKF sırasında ANF'deki azalmalar, besin kalitesindeki artışlar ve bağırsak sağlığındaki iyileşmeden kaynaklanmaktadır.(olukumaiya, 2019)

KKF villus yüksekliğinde artma, ileumda villus yüksekliği / kript derinliği oranında artış, morfolojik değişiklik veya spesifik patolojik lezyon insidansının yok olması ve besin kullanımını arttırması gibi olumlu etkilere sahiptir (Hu ve ark., 2016). Bu yüzden KKF ile fermente edilmiş yemlerin bağırsak morfometrisini ve morfolojiyi iyileştirdiği kanıtlanmaktadır.

Ayrıca KKF kolon ve çekada laktobasil büyümesini arttırarak, koliform sayısını azaltarak, dengeli bir mikrobiyal popülasyonu sağlayarak, bağırsak patojenini daha iyi kontrol ederek ve bağırsak sağlığını iyileştirerek bağırsak florası üzerine pozitif etkide bulunduğu anlaşılmaktadır. (Canibe ve Jensen, 2012)

Çizelge 4. Farkli Fermente Edilen Yemlerin Kümes Hayvanların Üzerindeki Etkileri

	<i>Hayvan</i>	<i>Mikroorganizma</i>	<i>Yem</i>	<i>Etkileri</i>
Supriyati ve ark., 2015	Etlik Piliç	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	Pirinç Kepeği	Yem karmalarında %15 düzeyinde hem canlı ağırlığı hem de yemden yararlanmayı iyileştirdi.
Yasar ve ark., 2016	Etlik Piliç	–	Buğday, Arpa ve yulaf	Canlı ağırlık artışı Yem tüketimi arttırması Yemden yararlanmayı iyileştirmesi

Ruminant hayvanlar üzerine etkisi

Katı kültür fermantasyonu, yem ve tarım atıklarının besin değerlerini artırarak hayvan besleme endüstrisinde alternatif bir yöntem olarak kullanılmaktadır.

KKF, yemlerdeki nişasta, selüloz ve lignin gibi kompleks karbonhidratları ve proteinleri bakteri ve mantarları aracılığıyla parçalanır. Bu parçalanmış maddeler, rumende bulunan mikroorganizmalar tarafından daha hızlı ve etkin bir şekilde sindirilebilir. Dolayısıyla, hayvanların daha yüksek miktarda enerji ve protein almasına yardımcı olur. (Zhu ve ark., 2017)

KKF rumen pH'ını ve amonyak-nitrojenini etkilemeden nitrojen (N) dönüşümü artırır. Bu sebeple, ruminal konsantrasyonlarında toplam uçucu yağ asitleri, asetat, propiyonat ve bütirat oranını artırır. (Yan ve ark., 2022)

Rasyona ruminal fermantasyon değiştiricilerin ilavesinin düşük kaliteli yemlerin yemden yararlanmasını en üst düzeye çıkarmasına yol açmaktadır. KKF'nun süt üretimini iyileştirmede uygun maliyetli ve güvenli bir yolu olduğu ortaya çıkmaktadır. (Parmar ve ark., 2019)

Ayrıca, katı kültür fermantasyonu, yemlerdeki ANF (örneğin, tanenler, fitatlar ve oksalatlar) azaltılmasına ve sindirim sırasında ortaya çıkan gaz üretiminin azaltılmasına yardımcı olabilir. Böylece KKF hem tarımsal yan ürünlerin değerlendirilmesini hem metan üretiminde azalmayı da sağlar. (Azalan ve ark., 2017)

Yapılan çalışmalar, geniş getiren ve geniş getirmeyen hayvanların rasyonlarına KKF ile fermente edilmiş yemlerin % 5-20 oranında katılmasının, büyümeyi, üretimi, hayvanların genel sağlık durumunu iyileştirirken metan üretimi ve besleme maliyetini azalttığını göstermektedir. (Parmar ve ark., 2019)

Bu nedenle, katı kültür fermantasyonu, hayvan besleme endüstrisinde yem kaynakları olarak kullanılan bazı tarım atıklarının daha verimli bir şekilde kullanılmasını sağlamak ve aynı zamanda hayvanların sağlığını da olumlu yönde etkileyebilmektedir.

Çizelge 5. Farklı Fermente Edilen Yemlerin Ruminantların Üzerindeki Etkileri

Kaynak	Hayvan	Mikroorganizma	Yem	Sonuçlar
Shahzad ve ark., 2016	Nili Ravi manda buzağuları		Toplam karışık rasyon içeren fermente buğday samanı	Daha yüksek günlük ağırlık kazanç ortalaması, besin sindirilebilirliği ve yemden yararlanma. Yem ekonomisi ve yem maliyetinin düşürülmesi
Zhu ve ark., 2017	Süt inekleri	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> ile fermente edilmiş ürünleri (SCFÜ)	Süt üretiminin artırılması İşkembe pH'ını ve Amonyak-N'yi etkilemeden N dönüşümünün artırılması Ruminal toplam uçucu yağ asitleri, asetat, propiyonat ve bütirat konsantrasyonlarının artırılması
Pan ve ark., 2018	Barbados Koyunları	<i>Trichoderma</i>	Pirinç samanı	KM, NDF ve ADF'ın sindirilebilirliği ve besin kullanımını artırması

Sonuç ve Öneriler

Biyoteknolojideki son gelişmeler, özellikle Katı kültür fermantasyonu, hayvansal üretimde çok sayıda potansiyel uygulamaya sahiptir. Sonuç olarak, Katı kültür fermantasyonu, yem hammaddeleri ile tarımsal sanayi yan ve atık ürünlerinin besleme değerini iyileştirmek için düşük maliyetli bir biyoisleme tekniği gibi görünmektedir.

KKF lignoselüloz miktarını azaltarak ve diğer besinlerin sindirilebilirliğini artırarak lifli mahsul artıklarının sindirilebilirliğini artırmak ve kalitesini iyileştirmek için kullanılan değerli bir yöntemdir.

Bununla birlikte, daha ekonomik bir şekilde büyük miktar üretmek için, metodolojik geliştirmeye ve araştırmaya ihtiyaç vardır. Bunu ortaya çıkarmak için detaylı araştırmalara gereksinim duyulmaktadır. Konu ile ilgili yapılacak detaylı çalışmalar fermente yemlerin karma yeme eklenmesinin potansiyelini ortaya koyacaktır.

Teşekkür Bilgi Notu

Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir. Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır. Yayında 1. Yazar %70 oranında ve 2. Yazar %30 oranında katkı sağlamıştır. Yazarlar arasında her hangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynakça

- Alshelmani, MI., Loh, TC., Foo, HL., Sazili, AQ. and Lau, WH.2016. Effect of feeding different levels of palm kernel cake fermented by *Paenibacilluspolymyxa* ATCC 842 on nutrient digestibility, intestinal morphology, and gut microflora in broiler chickens. *Anim Feed Sci Technol*; 216:216e24.
- Altop, A., Güngör, E. ve Erener, G. 2016. Katı Kültür Fermentasyonu Uygulanan Yem Hammaddelerinin Kanatlı Beslemede Kullanılabilirliği. Ulusal Kümes Hayvanları Kongresi-5-8 Ekim 2016 Samsun.Turkey.
- Amadou, I., Kamara, M.T. and Tidjani, A. 2010. Physicochemical and nutritional analysis of fermented soybean protein meal by *Lactobacillus plantarum* Lp6. *World J. Dairy Food Sci.* 5: 114-118.
- Asmare, B. 2014. Biotechnological Advances for Animal Nutrition and Feed Improvement. *World Journal of Agricultural Research*, 2014, Vol. 2, No. 3, 115-118 Available online at <http://pubs.sciepub.com/wjar/2/3/5> © Science and Education Publishing DOI:10.12691/wjar-2-3-5
- Azlan, PM., Jahromi, FM., Ariff, MO., Ebrahimi, M., Candyrine, SCL., Liang, JB. 2017. *Aspergillus terreus* treated rice straw suppresses methane production and enhanced feed digestibility in goats. *Tropical Animal Health Production*.
- Behera, SS. And Ray, RC. 2016. Solid state fermentation for production of microbial cellulases: Recent advances and improvement strategies. *International Journal of Biological Macromolecules*. Volume 86. Pages 656-669. ISSN 0141-8130. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2015.10.090>.

- Bonneau, M. and Laarveld, B. 1999. Biotechnology in animal nutrition, physiology and health. *Livestock Production Science* Volume 59, Issues 2–3, June 1999, Pages 223-241
- Canibe, N. and Jensen, BB. 2012. Fermented liquid feed-Microbial microbial and nutritional aspects and impact on enteric diseases in pigs. *Anim Feed Sci Technol*;173: 17e40.
- Canibe, N. and Jensen, BB. 2003. Fermented and nonfermented liquid feed to growing pigs: effect on aspects of gastrointestinal ecology and growth performance. *J Anim Sci*;81:2019e31.
- Chen, C.C., Shih, Y.C., Chiou, P.W.S. and Yu, B. 2010. Evaluating nutritional quality of single stage- and two stage-fermented soybean meal. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 23: 598- 606
- Couto, SR. and Sanroman, MA. 2006. Application of solid-state fermentation to food industry-a review. *J Food Eng*; 76:291e302.
- Elibol, M. and Moreira, AR. 2005. Optimizing some factors affecting alkaline protease production by a marine bacterium *Teredinobacter turnirae* under solid substrate fermentation. *Process Biochemistry*. Volume 40, Issue 5. Pages 1951-1956. ISSN 1359-5113. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2004.07.010>.
- Engberg, RM., Hammershøj, M., Johansen, NF., Abousekken, MS., Steinfeldt, S. and Jensen, BB. 2009. Fermented feed for laying hens: effects on egg production, egg quality, plumage condition and composition and activity of the intestinal microflora. *Br Poult Sci*;50:228e39.
- FAO. 2018. “The future of food and agriculture – Alternative pathways to 2050”, Summary version. Rome, 60 pp. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
- Ghorbel, R. and Malayoğlu, HB. 2021, Impact of Solid-State Fermentation in Animal Nutrition-a Review, 2-3-4 october,7th International Student Symposium, Samsun, Turkey. page 213.
<http://www.internationalstudentsymposium.com/dosya/7-uos-4.pdf>.
- HLPE. 2020. Impacts of COVID-19 on food security and nutrition: developing effective policy responses to address the hunger and malnutrition pandemic. Rome. <https://doi.org/10.4060/cb1000en>
- Hu, Y., Wang, Y., Li, A., Wang, Z., Zhang, X., Yun, T., Qiu, L., Yin, Y. 2016. Effects of fermented rapeseed meal on antioxidant functions, serum biochemical parameters and intestinal morphology in broilers. *Food Agric Immunol* 02016;27:182e93
- Karaçıl, MŞ. ve ACAR TEK N. 2013. Dünyada Üretilen Fermente Ürünler: Tarihsel Süreç ve Sağlık ile İlişkileri U. Ü. ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ, 2013, Cilt 27, Sayı 2, 163-173 (Journal of Agricultural Faculty of Uludag University).
- Missotten, JA., Michiels, J., Dierick, NL., Owyn, A., Akbarian, A. and De Smet S. 2013. Effect of fermented moist feed on performance, gut bacteria and gut histo-morphology in broilers. *Br Poult Sci*;54:627e34.
- Missotten, JAM., Michiels, J., Owyn, A., De Smet, S. and Dierick, NA. 2010. Fermented liquid feed for pigs. *Arch Anim Nutr*;64:437e66
- Mitchell, DA., Berovic, M., Krieger, N. 2006. *Solid-State Fermentation Bioreactors, Fundamentals of Design and Operation*, pp. 1-44. Germany: Springer.

- Niba, AT., Beal, JD., Kudi, AC. and Brooks, PH. 2009. Potential of bacterial fermentation as a biosafe method of improving feeds for pigs and poultry. *Afr J Biotechnol*;8: 1758e67.
- Özcan, BD. ve Ayaşan, T. 2009. Hayvan Beslemede Biyoteknoloji Uygulamaları. *Tavukçuluk Araştırma Dergisi*.
- Pan, YG., Lin, WC., Lo, TC., Chang, SC., Yu, B., Ta, T. 2018. Effects of substitution of Bermuda grass hay with *Trichoderma* fermented rice straw on growth, blood, and rumen fluid parameters in Barbados sheep. *Journal of Applied Animal Research*. 2018; 46(1):1162-1168.
- Pandey, A. 2003. Solid-state fermentation. *Biochem. Eng. J.* 13:81-84
- Parmar, AB., Patel, VR., Usadadia, SV., Rathwa, SD. and Prajapati, DR. 2019. A solid state fermentation, its role in animal nutrition: A review. *International Journal of Chemical Studies* 2019; 7(3): 4626-4633
- Renge, VC., Khedkar, SV. and Nandurkar, NR. 2012. Enzyme synthesis by fermentation method: a review. *Sci Rev Chem Comm* 2012;2:585e90
- Salgado, JM., Abrunhosa, L., Venâncio, A., Domínguez, JM. and Belo, I. 2015. Enhancing the Bioconversion of Winery and Olive Mill Waste Mixtures into Lignocellulolytic Enzymes and Animal Feed by *Aspergillus uvarum* Using a Packed-Bed Bioreactor. *J. Agric. Food Chem.* 2015, 63, 42, 9306–9314
- Sargin, S., 2003, Katı Kültür Fermantasyonu ile Ksilanaz Enzim Üretiminin Optimum Koşullarının Belirlenmesi, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Sfakianakis, V. 2011. Solid state fermentation of soybean residues. master thesis. School of Chemical Engineering and Analytical Science. University of Manchester.
- Shahzad, F., Abdullah, M., Chaudhry, AS., Bhatti, JA., Jabbar, MA., Ahmed, F. 2016. Effects of varying levels of fungal (*Arachniotus* sp.) treated wheat straw as an ingredient of total mixed ration on growth performance and nutrient digestibility in Nili Ravi buffalo calves. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 3(29), 359-364. <https://doi.org/10.5713/ajas.15.0429>
- Shim, YH., Shinde, PL., Choi, JY., Kim, JS., Seo, DK. and Pak, JI. 2010. Evaluation of multimicrobial probiotics produced by submerged liquid and solid substrate fermentation methods in broilers. *Asian Australias J Anim Sci*;23:521e9
- Socol, CR., da Costa, ESF., Letti, LAJ., Karp, SG., Woiciechowski, AL. and de Souza Vandenberghe, LP. 2017. Recent developments and innovations in solid state fermentation. *Biotechnol Res* 2017;1:52e71
- Subramaniyam, R., Vimala R. 2012. Solid state and submerged fermentation for the production of bioactive substances: a comparative study. *Int J Sci Nat* 2012;3:480e6.
- Sugiharto, S., Lauridsen, C. and Jensen, BB. 2015. Gastrointestinal ecosystem and immunological responses in *E. coli* challenged pigs after weaning fed liquid diets containing whey permeate fermented with different lactic acid bacteria. *Anim Feed Sci Technol* 2015;207:278e82.
- Sugiharto, S. and Samir, R. 2019. Recent advances in fermented feeds towards improved broiler chicken performance, gastrointestinal tract microecology and immune responses: A review. 2019, animal nutrition.

- Sugiharto, S., Endang, W., Isroli, I., Turrini, Y., Tri, AS. and Hanny, IW. 2019. Effect of feeding fermented mixture of cassava pulp and Moringa oleifera leaf meal on immune responses, antioxidative status, biochemistry indices, and intestinal ecology of broilers *Veterinary World*, EISSN: 2231-0916 Available at www.veterinaryworld.org/Vol.13/February-2020/23.pdf
- Sun, H., Tang, JW., Yao, XH., Wu, YF., Wang, X. and Feng, J. 2013. Effects of dietary inclusion of fermented cottonseed meal on growth, cecal microbial population, small intestinal morphology, and digestive enzyme activity of broilers. *Trop Anim Health Prod* 2013;45:987e93.
- Supriyati, HT., Susanti, T. and Susana, IWR. 2015. Nutritional value of rice bran fermented by *Bacillus amyloliquefaciens* and humic substances and its utilization as a feed ingredient for broiler chickens. *Asian Australas J Anim Sci* 2015;28: 231e8
- United Nations. 2019. "World urbanization prospects: the 2019 revision, highlights", Department of Economic and Social Affairs; 2019.
- Wang, J., Cao, F., Su, E., Wu, C., Zhao, L. and Ying, R. 2013. "Improving Flavonoid Extraction from Ginkgo Biloba Leaves by Prefermentation Processing." *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 61 (24): 5783–5791.
- Wang, JH., Cao, FL., Zhu, ZL., Zhang, XH., Sheng, QQ. and Qin, WS. 2018a. Improvement of quality and digestibility of Moringa oleifera leaves feed via solid-state fermentation by *Aspergillus Niger*. *Int J Chem React Eng.* (2018) 6:1–14. doi: 10.1515/ijcre-2018-0094
- Wang, J., Cao, F., Su, E., Zhao, L. and Qin, W. 2018b. "Improvement of Animal Feed Additives of Ginkgo Leaves through Solid-State Fermentation Using *Aspergillus Niger*." *International Journal of Biological Sciences* 14 (7): 736–747
- Yan, Q., Lin, M., Huang, Y., Datsomor, O., Wang, K., Zhao, G. 2022. Effects of Solid-State Fermentation Pretreatment with Single or Dual Culture White Rot Fungi on White Tea Residue Nutrients and In Vitro Rumen Fermentation Parameters. *Fermentation* 2022, 8, 557. <https://doi.org/10.3390/fermentation8100557>
- Yasar, S., Gok, MS., Gurbuz, Y. 2016. Performance of broilers fed raw or fermented and redried wheat, barley and oat grains. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science.* 2016; 40:313-322.
- Zhang, J., Zhu, J., Sun, J., Li, Y., Wang, P., Jiang, R. 2016. Effect of fermented feed on intestinal morphology, immune status, carcass and growth performance of Emei Black chickens. *FASEB J* 2016;30(Suppl):lb240.
- Zhu, W., Wei, Z., Xu, N., Yang, F., Yoon, L., Chung, Y. 2017. Effects of *Saccharomyces cerevisiae* fermentation products on performance and rumen fermentation and microbiota in dairy cows fed a diet containing low quality forage. *Journal of Animal Science and Biotechnology.* 2017; 8:36.



Holistik Beslenme Yaklaşımı: Ruhsal, Zihinsel ve Fiziksel Beslenme^A

Buket AYDENİZ-GÜNEŞER^{1*}, Azime Miray KAHRAMAN²

Öz: 2500 yıl önce ifade edilen "Besinler ilacımız, ilacınız besininiz olsun (Hipokrat)" ifadesi, beslenme ve sağlık arasındaki ilişkinin vurgulanmasında bir kilometre taşı olarak kabul edilirken, güncel beslenme yaklaşımları için de geçerliliğini sürdürmektedir. Kişiyeye özel beslenme alışkanlıkları; demografik değişkenlere bağlı olarak ivmelenebilen, uzman görüşü almaksızın trend önerilere göre revize edilebilen ve ne yazık ki uzun dönemdeki etkileri göz ardı edilerek mucizevi değişimlerden sorumlu tutulan bir etmendir. Bu nedenle, obezite, yüksek tansiyon, kardiyovasküler rahatsızlıklar, diyabet vb. tanılardaki küresel artışın majör sebeplerinden biri olarak kabul edilmektedir. Popüler söylemlerden ziyade bilimsel verilerden yola çıkan modern tıbbi disiplinlerde, gerek akut gerekse kronik birçok şikâyetin tedavisinde ve önlenmesinde, beslenmeyle ilişkili olası tüm faktörlerin birlikte değerlendirilmesi gerektiği üzerinde durulmaktadır. Çünkü beslenme sadece fiziksel değil, mental ve ruhsal olarak da iyileştirici etkilere sahiptir. Diğer bir ifadeyle, bir rahatsızlığın tedavisinde hastanın şikâyetine en uygun tedaviyi önermekten ziyade, bu şikâyeti tetikleyebilecek tüm faktörlerin göz önüne alınarak temelde yatan sorunun çözümlenebilmesi önem kazanmaktadır. Bu bağlamda hastalığı tedavi edebilecek veya önleyebilecek beslenme alışkanlıklarının yanı sıra bireyin ruhsal, zihinsel ve bedensel durumu da ele alınmalıdır. Bu derlemenin amacı, sürdürülebilir sağlıklı bir yaşam için ruhsal, zihinsel ve bedensel beslenmede holistik yaklaşımın rolünün irdelenmesidir.

Anahtar Kelimeler: Bütüncül beslenme, diyet, holistik yaklaşım, ruhsal beslenme.

^A Hazırlanan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir. Makale yayın ve araştırma etiğine uygun olarak hazırlanmıştır. Yazarlar bu çalışmaya ortak katkı sağlamış olup, yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** ¹ Uşak Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Uşak, Türkiye, buket.guneser@usak.edu.tr, [ORCID 0000-0003-2197-5504](https://orcid.org/0000-0003-2197-5504)

² Uşak Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Uşak, Türkiye, miray.kahraman64@gmail.com, [ORCID 0000-0002-9788-8602](https://orcid.org/0000-0002-9788-8602)

Holistic Nutrition Approach: Spiritual, Mental and Physical Nutrition

Abstract: The phrase "Let food be thy medicine and medicine be thy food (Hippocrates)", which was said 2500 years ago, is considered a milestone in emphasizing the relationship between nutrition and health, and is still valid for current nutritional approaches.

Personalized nutrition habits, it is a factor that can be accelerated depending on demographic variables, can be revised according to trend suggestions without taking specialist' opinion, and unfortunately, its long-term effects are ignored and held responsible for miraculous changes. And so, it is accepted as one of the major reasons for the increase in obesity, high blood pressure, cardiovascular diseases, diabetes, etc. diagnoses on a global scale.

In modern medical science based on scientific data rather than popular discourses, it is emphasized that all possible factors related to nutrition should be evaluated together in the treatment and prevention of many acute and chronic disorders. Because nutrition has not only physical, but also spiritual and mental healing effects. In other words, instead of recommending direct therapy according to the patient's complaint in the treatment of a disease, it is important to evaluate all the factors that may induced these complaints together and to be able to solve the underlying problem. In this context, in addition to the nutritional habits that can treat or prevent the disease, the individual's spiritual, mental and physical status should also be addressed. The purpose of this review is to examine the role of the holistic approach to spiritual, mental and physical nutrition for a sustainable healthy life.

Keywords: Holistic nutrition, diet, holistic approach, spiritual nutrition.

Giriş

Gıda ve Tarım Örgütü'ne göre sürdürülebilir beslenme, düşük çevresel etkiye sahip, besleyici olarak yeterli ve güvenli, kültürel olarak kabul edilebilir, ekonomik olarak karşılanabilir sağlıklı bir diyet olarak kabul edilmektedir (FAO, 2010).

Sürdürülebilir bir beslenme planının hazırlanmasında ve değerlendirilmesinde, besin çeşitliliği, besinlerin biyo-yararlılığı, işlenmiş gıdaların tüketimi, besin etkileşimleri, kişisel, kültürel ve geleneksel tercihlere bağlı tüketim alışkanlıkları, gıdaya erişim, enerjiye dönüşüm etkinliği gibi sağlıkla ilişkili, sosyo-kültürel, çevresel ve ekonomik faktörler her daim göz önünde bulundurulmalıdır (FAO, 2010; Dave ve ark., 2021; Yüksel ve Özkul, 2021).

Sağlıklı ve sürdürülebilir bir beslenme planının bireyin ruhsal, zihinsel ve fiziksel fonksiyonlarını direkt etkileyebileceği bilinirken, tam tersi de geçerlidir. Diğer bir ifadeyle, bireyin sağlıklı beslenmesinde bu faktörlerin her birinin ayrı ayrı veya birlikte kritik birer etken olabileceği unutulmamalıdır (Olatona ve ark., 2018; Branca ve ark., 2019).

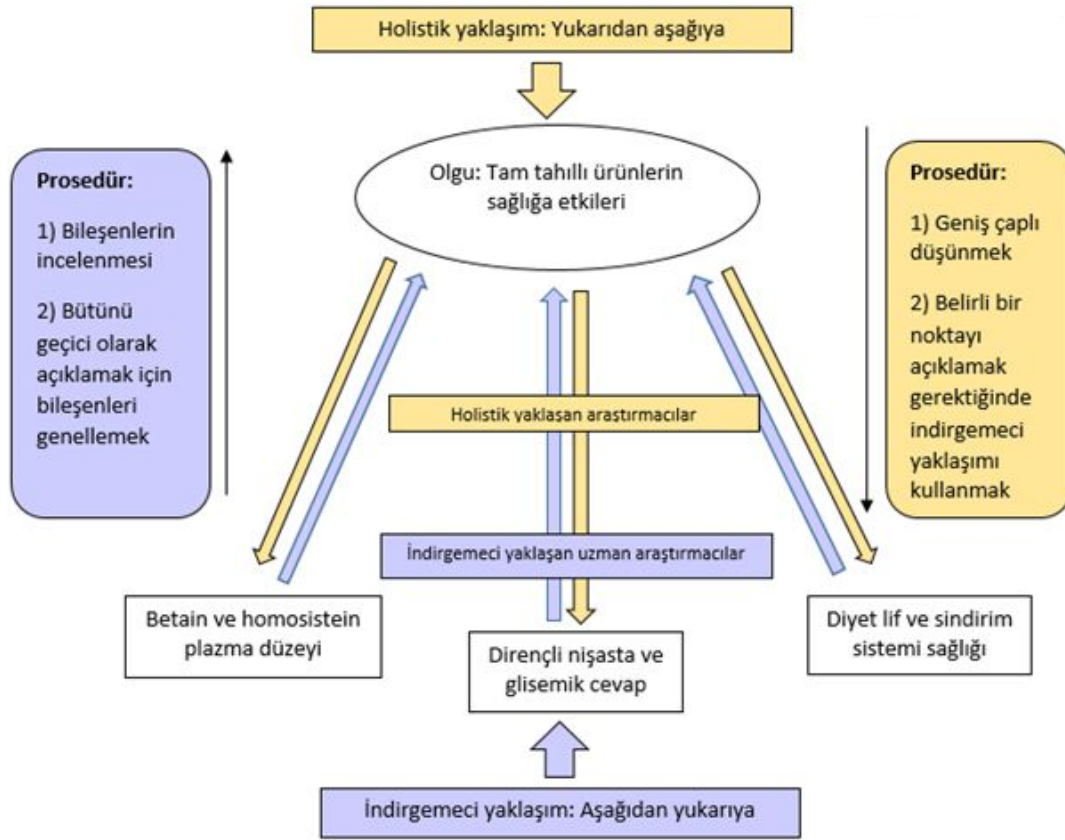
Bu durumda 'sağlıklı yaşam' teriminin, beslenmeyi esas alan ama bireyin içerisinde bulunduğu doğal ve sosyal çevresinde birbiriyle ilişki olabilecek tüm faktörleri de kapsayan bütüncül (holistik) bir bakış açısı ile değerlendirilmesi gerektiği ön plana çıkmaktadır. Günümüze kadar yürütülen beslenme araştırmalarında uygulanan birbirine tamamen zıt indirgemeci ve bütüncül yaklaşımların ve bunların sonucu olan farklı bakış açılarının, yalnızca kafa karışıklığına neden olmakla kalmayıp, bireyin sağlıklı yaşam algısını da doğrudan etkilediği düşünülmektedir.

Beslenme Yaklaşımları

Beslenme biliminin, indirgemeci bir yaklaşımla ele alınması ilk aşamada gıdayı oluşturan besinlere indirgenmesi, devamında bu besinlerin metabolizma üzerindeki etkilerinin tek tek veya birlikte araştırılmasını gerektirir. Fakat temel besin öğelerinin tek başına değil de kompleks bir gıda matrisi içerisinde diğer besinlerle birlikte tüketilmesi, genellikle besinlerin etkilerinin doğrusal bir model izlediğini ifade eden indirgemeci yaklaşımı (Şekil 1) kısıtlayan bir neden olarak kabul görmektedir (Moughan, 2020).

Araştırmacılar tam da bu noktada mevcut olguya holistik yaklaşımı tanımlamaktadır. Holizm; diğer ifadeyle holistik/bütüncül yaklaşım birbiriyle ilişkili fiziksel, biyolojik, kimyasal, sosyal, ekonomik, zihinsel ve dilsel etkenlerin bir bütün olarak görülmesi gerektiğini, çözüme ulaşılmasında her bir etkenin tek başına ele alınmasının etkili olmadığını öne sürmektedir (Fardet ve Rock, 2014).

Esas anlamda, bir öğün birey tarafından günün farklı zamanlarında tüketilen birçok farklı besinin karışımından oluşmaktadır. Bu bakımdan insanların 'besin öğelerini değil, bu öğeleri birlikte barındıran gıda matrislerini tükettiklerini kabul etmeleri sonucunda beslenmenin temel biriminin besin öğeleri yerine gıda olması gerektiği ortaya koyulmuştur. Bu vurgulamanın ardından, izole edilmiş gıda bileşenlerinden ziyade beslenme kalıplarını dikkate alan, çevresel, sosyal, ekonomik vb. diğer faktörleri de sağlıklı yaşam kavramına entegre edebilen holistik bir yaklaşım (Şekil 1) önerisi ön plana çıkmaktadır (Fardet ve Rock, 2014).

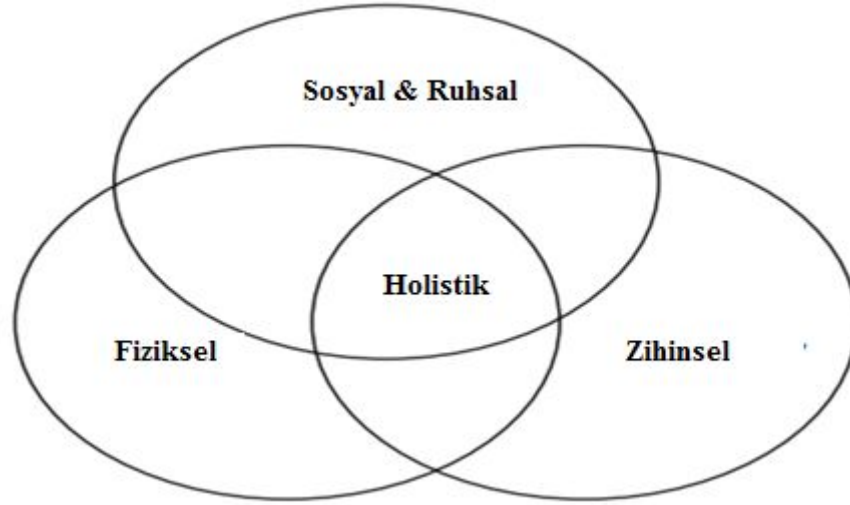


Şekil 1. Holistik (yukarıdan aşağıya) ve indirgemeci (aşağıdan yukarıya) beslenme yaklaşımları
(Fardet ve Rock, 2014'ten uyarlanmıştır)

Karmaşık bir olgu ile karşılaşıldığında, mevcut durumu önce bütüncül bir bakış açısıyla ele alıp, sonra indirgemeci bir yaklaşım uygulamak bir yaklaşım uygulamak daha mantıklıdır. Bu süreç daha spesifik konulara ve detaylara inilmesinde hem zaman kazandıracak hem de sadece belirli bir noktadan bakılmasını engelleyerek, geniş odaklı bir bakış açısı kazandıracaktır.

Holistik yaklaşımın küresel ölçekte giderek daha fazla tanındığı ve uygulandığı alanların başında da beslenme bilimi gelmektedir. 19. yüzyıldaki indirgeyici görüş hakimiyetinin aksine, 21. yüzyıl araştırmacıları beslenme modellerinin tasarlanmasında holistik bir yaklaşım sergileyerek, izole edilmiş temel besin bileşenlerinden ziyade, fiziksel aktivitenin ve bireyin refahını da göz önüne alarak, hatta bir diyetin metabolizma veya gen ekspresyonu üzerindeki etkisini ölçmek için metabolomik ve nutrigenomik gibi yüksek verimli yaklaşımları da artan şekilde kullanmaktadır (Zeisel, 2007; Rudkowska ve ark., 2013).

Robison ve ark. (2004)'e göre, holistik beslenme üç farklı bileşenin ortak bir noktada entegre olduğu bir modeldir (Şekil 2). Holistik beslenme yaklaşımında ruhu, zihni ve bedeni aynı anda besleyebilmek için çeşitliliği ve dengeyi barındıran mantıksal ve sezgisel bir reçete uygulanarak, yiyeceklerden maksimum fayda görme amaçlanmaktadır.



Şekil 2. Holistik (bütüncül) beslenmeyle ilişkili faktörler (Robison ve ark., 2004)

Bütüncül beslenme yaklaşımında geniş kapsamlıdan daha spesifik bir düzeye indirgenen örnek bir sıralama yapıldığında bireyin yaşadığı çevre \supset yaşam kalitesi (fiziksel aktivite+ ekran süresi vb.) \supset günlük diyet düzeni (Batı diyeti) \supset tüketmeyi tercih ettiği besin grubu (tam tahıllar) \supset tüketilen besin (tam buğday ekmeği) \supset besindeki spesifik bileşen (ruşeym, kepek, gluten vb.) gibi unsurların yer aldığı gözlenmiştir (Jacobs ve Steffen, 2003; Fardet ve Rock, 2014).

Sonuçları henüz rapor edilen bir çalışmada (Phelan ve ark., 2023), holistik beslenmeye etki edebilecek olası tüm faktörler rapor edilmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Holistik beslenmeyi etkileyen faktörler (Phelan ve ark., 2023)

Biyomedikal faktörler	Sosyal faktörler	Çevresel faktörler
Sağlık/hastalık durumu	Kültür	İklimler/mevsimler
Genetik	Sosyo-ekonomi	Hava kirliliği
Antropometrik ölçütler	Din	Arazi durumu
Enerji dengesi	Gıda hazırlama	Gıdaya erişim
Gelişim durumu	Gıda işleme	Gıda güvenliği ve mevzuatı
Kişisel özellikler	Öğün şablonu	Topografya

Tüm dünyadaki bilinirliği ve farkındalığı hızla artan vejetaryenlik hayvansal kökenli besinlerin tüketilmemesi iken, veganizm hayvanlardan elde edilen herhangi bir unsurun beslenmede ve sosyal yaşamda tercih edilmediği birer yaşam tarzıdır (Özcan ve Baysal, 2016; Vegan Topluluğu, 2021). Vejetaryenliğe kıyasla çok daha keskin sınırlara sahip olan veganlıkta yaşamsal ihtiyaçların her alanında hayvanlara yönelik sömürüyü reddeden, canlı yaşamına ve ekolojik dengeye saygı duyan bir yaşam felsefesi benimsenmektedir (Ablay ve ark., 2021).

Benzer biçimde, holistik beslenme çerçevesinde vejetaryenlik ve veganizm için değer taşıyan hayvanların refahının sağlanması, biyolojik çeşitliliğin korunması, doğal çevrenin korunması, hatta uluslararası beslenme politikalarının ve beslenme eşitsizliğinin dahi dikkate alınması gerektiği üzerinde durulmaktadır.

1992 yılında USDA tarafından yayınlanan ve tüm dünyada kısa sürede benimsenen besin rehberi piramidinde temel besin grupları tahıl, sebze, meyve, süt, kırmızı ve beyaz et, yağ ve şeker olarak hiyerarşik bir düzende sıralanmıştır (Nestle, 1998). Piramit zaman içerisinde farklı beslenme uzmanları tarafından incelenerek, eksikleri ve yanlış yönlendirmeleri olduğu yönünde değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeler sonucunda, tüketici sağlığını derinden etkileyebilecek sürdürülebilir bir beslenme planında örnek olabilecek, besin piramidine kıyasla anlaşılması çok daha kolay görsel bir rehber olan Myplate (sağlıklı beslenme tabağı) gündeme gelmiştir (USDA, 2011). Önerilen bu yeni rehberdeki asıl amaç, porsiyon miktarından ziyade beş temel besin grubunu (meyve, sebze, tam tahıllar, proteinler ve düşük yağlı/yağsız süt ürünleri) kapsayan dengeli bir beslenme tarzının benimsenmesidir. Bu doğrultuda, vitamin ve mineral alımını en üst düzeye çıkarmak için olabildiğince farklı renkteki meyve ve sebzelerin tüketilmesi, proteinlerin bitkisel ve hayvansal kaynaklardan temin edilmesi, tahıl grubunda tam tahıllara öncelik verilmesi gibi unsurlar göze çarpmaktadır (Herman, 2021; Cheney ve ark., 2023). Holistik beslenme yaklaşımında, Myplate'e uygun olarak günlük diyetimizin paketlenmiş/işlenmiş gıdalardan (ilave şeker, tuz ve katkı maddesi içeren ürünler) ziyade işlenmemiş veya minimal işlem görmüş gıdalardan (taze, kurutulmuş veya dondurulmuş meyve sebzeler, tahıllar, kırmızı ve beyaz et, süt) oluşması önerilmektedir (Datz, 2023).

Bireyin sağlıklı bir yaşam sürmesinde beslenmeye eşlik eden birçok faktörün olduğu, ilk kez 1990 yılında The Lancet'te yayınlanan bir makale ile dikkat çekmeyi başarmıştır. Ornish ve ark. (1990) tarafından yürütülen kontrollü bir çalışmanın bulgularına göre, düşük yağlı vejetaryen diyet ek olarak; sigarayı bırakmanın, stres yönetiminin ve orta seviyede egzersiz yapılmasının, koroner damarlardaki daralma çaplarında %8.7'lik bir indirgemeye neden olduğu, bu kontrol grubunda ölçülen damar çaplarında ise aynı süreçte %4.4'lik bir ilerleme olduğu rapor edilmiştir. Araştırma sonuçları, beslenmeye ek olarak yaşam tarzında dikkat çeken değişikliklerin lipit düşürücü ilaçlar kullanılmadan dahi bir yıl içerisinde damar sertliğinin gerilemesinde başarı sağladığını ortaya koymaktadır. Yaklaşık 30 yıl önce rapor edilen bu bulgular, holistik beslenmenin dikkat uyandırmasında önemli bir kilometre taşı olarak kabul edilmektedir.

Güncel bir çalışmada ise (Lee ve ark., 2020), Singapur'da 55 yaşın üzerindeki bireylerde holistik bir beslenme programının uygulanması amaçlanmıştır. Bu kapsamda; kontrol grubu, beslenme uzmanları ile haftalık düzenli görüşme yapan deneme grubu, beslenme uzmanları ile haftalık düzenli görüşme yapmayan deneme grubu olarak 3 farklı grup oluşturulmuştur. Deneme gruplarında yer alan, tüm bireylere kontrolden farklı olarak 8 hafta süresince sağlıklı menülerin planlanması hakkında bilgi verilmesi ve bireylerin sağlıklı yemekleri tüketmeleri amaçlanmış, sağlıklı ürün satan pazarları ziyaret etmelerine olanak sağlanmıştır. Süre sonunda, beslenme eğitimi alma (zihinsel faaliyet), sağlıklı menülerin hazırlanmasında aktif katılım (fiziksel aktivite) sergileme, sosyal etkileşimde (ruhsal-sosyal faaliyet) bulunma gibi birbirini tamamlayan etkenlerin, katılımcıların sağlıklı yaşam davranışlarında belirgin başarılar sağladığı gözlenmiştir.

İnsanlık tarihi boyunca süregelen göç hareketi, gerek göçmenleri gerekse göç edilen bölgedeki bireyleri çok boyutlu olarak etkileyebilen global bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Açlık, iklim değişikliği, sağlık problemleri, siyasal olaylar, savaşlar vb. nedenlerden kaynaklanan bireysel yada kitlesel göçlerin nedenlerinden ziyade sonuçlarına odaklanıldığında, göçmenlerin yaşam koşullarının iyileştirilmesinde beslenme temalı holistik bir yaklaşım ön plana çıkmaktadır.

Birkaç ay önce yayınlanan kapsamlı bir çalışmada (Elshahat ve ark., 2023), Batı toplumlarında göçmenlerin diyetleri ve ruh sağlıkları arasındaki ilişki bütüncül bir mercekten ele alınarak, buna etki eden olası biyolojik, psikolojik, sosyo-ekonomik ve kültürel noktalar aydınlatılmıştır. Çoğu epidemiyolojik çalışma, beslenme alışkanlıklarının yalnızca bireylerin fiziksel sağlığını etkilemekle kalmayıp aynı zamanda zihinsel sağlıklarını da şekillendirdiğini göstermektedir. Bu noktadan bakıldığında, düzensiz yaşam seyri göçmenlerin beslenmesi ve ruh sağlıkları için kritik olabilmektedir.

Dikkat çeken verilere ulaşılan bu çalışmada, meyve/sebze, esansiyel yağlar, D vitamini açısından zengin yiyeceklerin ruh sağlığını pozitif etkilediği ve bireyin benlik saygısını da geliştirdiği bildirilirken, gıda güvenliğinin sağlanamadığı durumlarda ise bireyin zihinsel olarak da yetersiz hissettiği rapor edilmiştir. Ek olarak, göçmenler arasında yaşanan yetersiz beslenme, aile çatışmaları, sosyal dışlanma, evlerine duyulan özlem vb. çaresizliklerin depresyon ve kaygıyı tetikleyerek de ruh sağlığını olumsuz etkilediği gözlenmiştir. Etnik köken ve kültürlerine uygun gıdaların tüketiminin ise birçok ruhsal ve fiziksel sorunu hafifleterek, göçmenlerin refahını artırdığı bildirilmiştir.

Her dakika yeni bir gelişmeye şahitlik eden bir çağda, unutulmaya yüz tutmuş etnik beslenme alışkanlıklarımızın dahi bireyin ruhsal, zihinsel ve fiziksel motivasyonundaki önemi apaçık ortadadır. İşte bu noktada holistik beslenme yaklaşımının önemi bir kez daha ortaya çıkmaktadır.

Holistik beslenme mevcut iyilik halinin sürdürülmesi için elzem olsa da, özel sağlık durumundaki bireylerde de değerlendirmeye alınmalıdır. Liposits ve ark. (2023) tarafından yayınlanan kapsamlı bir çalışmada, kanser tedavisi gören 70 yaş üstü bireylerin, yetersiz beslenmeleri durumunda tedavi etkinliklerinin azaldığı, toksisite risklerinin arttığı ve sonuç olarak yaşam kalitesinde ve süresinde belirgin indirgemeler gözlemlendiği bildirilmiştir. Sonuç olarak, kanserli hastalarda yapılacak tüm müdahalelerin bütüncül bir yaklaşımla acil olarak ele alınması gerektiği fark edilmiştir. Araştırmacılar; hastanın seçiminden, beslenme kılavuzlarına uygunluğa, disiplinler arası iş birliğine, fiziksel aktiviteyi ve özellikle de beslenmeyi kapsayan destekleyici bir bakımın doğru zamanda doğru müdahale için elzem olduğunu vurgulamaktadır.

Tüm bunlara ek olarak, özel sağlık durumu olan bireylerin holistik beslenme yaklaşımını benimsemelerinde bazı noktaların göz önünde bulundurulması gerekmektedir (Gray ve Cooper, 2001; McIlwaine, 2003; Acton, 2013).

- Bireyin gıdaya erişiminde gelir durumu, yetersiz egzersiz, el becerisi, görme azlığı iştah açıcı olmayan veya alışılmadık yiyeceklerin hastane menüsünde yer alması gibi faktörler risk oluşturabilir.
- Hastanın iştahı hastalığından, kullandığı ilaçlardan, ağızdaki yaralardan veya depresyon gibi ruhsal durumlardan ötürü zayıf olabilir.

- Kas ve sinir hastalıklarına bağlı olarak yutma refleksinin baskılanması, diyetin modifiye edilmesini gerektirebilir.
- Gastrointestinal bozukluklar, ameliyat, ishal veya kusma gibi rahatsızlıklarda besin emiliminde azalma meydana gelebilir.
- Yaralanma sonrası iyileşmede, ameliyat, travma ve enfeksiyon sonrası süreçlerde glikoz talebinin artabileceği de göz önünde bulundurulmalıdır.

Diyet kalitesinin değerlendirilmesine yönelik holistik bir yaklaşım, olumlu sağlık sonuçlarına yönelik engellerin üstesinden gelinmesinde, diyet çalışmalarında önerilen rehberlere bağlı kalınmaması gibi potansiyel engellerin aşılmasında da beslenme uzmanlarına eşsiz olanaklar sağlamaktadır (Phelan ve ark., 2023).

Bütüncül beslenmede tüketilen her besinin sadece fiziksel değil, ruhsal ve zihinsel olarak da refaha erişilmesindeki etkisi kabul edildiğinde, beslenme bilincinin çok küçük yaşlardan itibaren daha makul ve doğru bir perspektifle benimsenebileceği düşünülmektedir.

Sonuç ve Öneriler

Sağlıksız gıdaların alımını sınırlama ve sağlıklı gıdaların alımını teşvik etme şeklindeki geleneksel beslenme tanımının ötesinde yer alan, holistik bakış açısının beslenmeye dahil edilmesi, bireylerin farklı düzeylerdeki ihtiyaçlarını karşılamak için neyi ne kadar yemeleri gerektiği konusunda daha fazla şey öğrenmemizi sağlayabilir.

Holistik beslenme yaklaşımına ilgi duyan beslenme uzmanlarına, bireyin uzun vadede sağlıklı ve sürdürülebilir bir diyet düzeninin geliştirilmesinde ve benimsemesinde önemli rol düşmektedir. Bu bakış açısı, beslenmenin temel gereksinimlerini sağlanmasına destek olurken, bireyin içinde bulunduğu ekosistemi göz ardı etmemeyi teşvik eder. Gelecekte, gıdaların bütüncül özelliklerinin bilinmesinin ve hatta potansiyel olarak bir öğünün sonraki öğünle nasıl etkileşime girdiği bilgisinin, sağlıklı beslenmeyi anlamak ve tanımlamak için kritik önem taşıdığı düşünülmektedir.

Dünyanın diğer ucunda anlık paylaşılan bir sosyal medya içeriğinin kelebek etkisi yaratabildiği günümüzde, hangi yiyecek ve/veya içeceklerin tüketilmesi gerektiği konusunda sürekli değişen ve konunun uzmanlarınca onaylanmayan görüşlere maruz kalan bireylerdeki kafa karışıklığının ve endişenin giderilmesinde holistik beslenme yaklaşımı uzun bir yol kat edebilir.

Bilgi Notu

Hazırlanan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir. Makale yayın ve araştırma etiğine uygun olarak hazırlanmıştır. Yazarlar bu çalışmaya ortak katkı sağlamış olup, yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynakça

- Ablay, M., Çay, K. ve Aydeniz-Güneşer, B. 2021. Popüler Beslenme Trendleri: Vejetaryenizm ve Veganizm. 7. Uluslararası Mühendislik Mimarlık ve Tasarım Kongresi, 21-22 Mayıs, Türkiye, p:963.
- Acton, C. 2013. The importance of nutrition in wound healing. *Wounds UK*, 9(3).
- Branca, F., Anna, L., Stineke, O., Victor, A., Gunhild, A. S., Ruth, R., Mario, A. and Ashkan, A. 2019. Transforming the food system to fight non-communicable diseases. *Bmj*, 364.
- Cheney, A. M., McCarthy, W. J., Pozar, M., Reaves, C., Ortiz, G., Lopez, D., Saldivar, P. A. and Gelberg, L. 2023. Ancestral recipes: a mixed-methods analysis of MyPlate-based recipe dissemination for Latinos in rural communities. *BMC Public Health*, 23(1): 1-15.
- Datz, T. 2023. Harvard researchers launch Healthy Eating Plate. <https://www.hsph.harvard.edu/news/press-releases/healthy-eating-plate/> (Erişim tarihi: 06.07.2023).
- Dave, L. A., Hodgkinson, S. M., Roy, N. C., Smith, N. W. and McNabb, W. C. 2021. The role of holistic nutritional properties of diets in the assessment of food system and dietary sustainability. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 1-21.
- Elshahat, S., Moffat, T., Gagnon, O., Charkatli, L. and Gomes-Szoke, E. D. 2023. The relationship between diet/nutrition and the mental health of immigrants in Western societies through a holistic bio-psycho-socio-cultural lens: A scoping review. *Appetite*, 106463.
- FAO 2010. Sustainable diets and biodiversity: Directions and solutions for policy, research, and action. Proceedings of the International Scientific Symposium Biodiversity and Sustainable Diets United Against Hunger, 3–5 Nov 2010, Rome, Italy, p:7. <http://www.fao.org/3/a-i3004e.pdf> (Erişim tarihi: 12.06.2023).
- Fardet, A. and Rock, E. 2014. Toward a new philosophy of preventive nutrition: from a reductionist to a holistic paradigm to improve nutritional recommendations. *Advances in Nutrition*, 5(4): 430-446.
- Gray, D. and Cooper, P. 2001. Nutrition and wound healing: what is the link? *Journal of Wound Care*, 10(3): 86-89.
- Hermann, J. 2021. *USDA myplate plan*. Oklahoma Cooperative Extension Service.
- Jacobs Jr, D. R. and Steffen, L. M. 2003. Nutrients, foods, and dietary patterns as exposures in research: a framework for food synergy. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 78(3): 508S-513S.
- Lee, J. C. B., Robert, C., Naharudin, N. B., Erdt, M., Vijayakumar, H. and Theng, Y. L. 2020. Examining the effectiveness of a holistic nutrition programme among community-dwelling elderly in Singapore. *Proceedings of Singapore Healthcare*, 29(1): 10-18.
- Liposits, G., Singhal, S. and Krok-Schoen, J. L. 2023. Interventions to improve nutritional status for older patients with cancer—a holistic approach is needed. *Current Opinion in Supportive and Palliative Care*, 17(1): 15-21.

- McIlwaine, C. 2003. Importance of holistic nutritional assessment in wound healing. *Journal of Wound Care*, 12(8): 285-288.
- Moughan, P. J. 2020. Holistic properties of foods: a changing paradigm in human nutrition. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 100(14): 5056-5063.
- Nestle, M. 1998. In defense of the USDA food guide pyramid. *Nutrition Today*, 33: 189-197.
- Olatona, F. A., Onabanjo, O. O., Ugbaja, R. N., Nnoaham, K. E. and Adelekan, D. A. 2018. Dietary habits and metabolic risk factors for non-communicable diseases in a university undergraduate population. *Journal of Health, Population and Nutrition*, 37: 1-9.
- Ornish, D., Brown, S. E., Billings, J. H., Scherwitz, L. W., Armstrong, W. T., Ports, T. A...and Brand, R. J. 1990. Can lifestyle changes reverse coronary heart disease? The Lifestyle Heart Trial. *The Lancet*, 336(8708): 129-133.
- Özcan, T. ve Baysal, S. 2016. Vejetaryen beslenme ve sağlık üzerine etkileri. *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 30(2): 101-116.
- Phelan, J. M., Rosenkranz, R. R., Phelan, C. J. and Rosenkranz, S. K. 2023. Holistic Framework to Contextualize Dietary Quality Assessment: A Critical Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(5): 3986.
- Robison, J. I., Wolfe, K. I. and Edwards, L. 2004. Holistic nutrition: nourishing the body, mind, and spirit. *Complementary Health Practice Review*, 9(1): 11-20.
- Rudkowska, I., Paradis, A. M., Thifault, E., Julien, P., Barbier, O., Couture, P., Lemieux, S. and Vohl, M. C. 2013. Differences in metabolomic and transcriptomic profiles between responders and non-responders to an n-3 polyunsaturated fatty acids (PUFAs) supplementation. *Genes & Nutrition*, 8: 411-23.
- USDA 2011. U.S. Department of Agriculture. <https://www.usda.gov/media/press-releases/2012/05/30/usdas-myplate-celebrates-its-first-anniversary> (Erişim tarihi: 06.07.2023).
- Vegan Topluluğu (Vegan Society) 2021. Definition of veganism. <https://www.vegansociety.com/go-vegan/definition-veganism> (Erişim tarihi: 14.05.2023).
- Yüksel, A. ve Özkul, E. 2021. Sürdürülebilir diyet modellerinin değerlendirilmesi. *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 35(2): 467-481.
- Zeisel, S. H. 2007. Nutrigenomics and metabolomics will change clinical nutrition and public health practice: insights from studies on dietary requirements for choline. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 86: 542-8.



İnsan Bağırsak Mikrobiyomu Covid-19 İçin Tedavi Stratejileriyle İlişkilendiren Mekanizmalar^A

Nihat AKIN^{1*}, Damla ÖZİŞİK²

Öz: Son zamanlardaki COVID-19 salgını, dünya çapında biyoloji, sosyal etkileşim ve halk sağlığının çehresini değiştirmiştir. Dünyada milyonlarca insan üzerinde yıkıcı bir etkisi ve bunun sonucunda 2020-2021 periyodunda yaklaşık 18 milyonun üzerinde ölüm vakası olduğu tahmin edilmektedir. Ülkemizde bu rakam 100000'in üzerinde olarak belirtilmiştir. Ortaya çıkan kanıtlar, enfeksiyon ile bağırsak mikrobiyom durumu arasında bir bağlantı olduğunu öne sürmektedir. Bu etki, enfeksiyonun şiddetine katkıda bulunabilecek birkaç faktörden biri olarak sayılabilmektedir. Bağırsakların bağırsaklık, iltihaplanma durumu ve patojenlerle mücadele etme yeteneği ile yoğun bir şekilde bağlantılı olduğu gerçeği göz önüne alındığında, viral sonuca potansiyel olarak reddetmenin bir yolu olarak bağırsak mikrobiyotasına diyet müdahalesini düşünmek faydalı olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Bağırsak mikrobiyomu, COVID-19, Prebiyotikler, Probiyotikler, Sinbiyotikler.

^A Hazırlanan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir. Makale yayın ve araştırma etiğine uygun olarak hazırlanmıştır. Yazarlar bu çalışmaya ortak katkı sağlamış olup, yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** ¹ Nihat AKIN 1 Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü nakin@selcuk.edu.tr [OrcID 0000-0002-0966-1126](https://orcid.org/0000-0002-0966-1126)

² Yazar 2 Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü damlaozisik29@gmail.com [OrcID 0009-0006-9406-1518](https://orcid.org/0009-0006-9406-1518)

Mechanisms Linking The Human Gut Microbiome To Treatment Strategies For Covid-19

Abstract: The recent COVID-19 pandemic has changed the face of biology, social interaction and public health worldwide. It has had a devastating impact on millions of people around the world, with an estimated over 18 million deaths in the 2020-2021 period. In our country, this figure is over 100000. Emerging evidence has suggested a link between the infection and gut microbiome status. This is one of the many different factors that may contribute towards intensity of infection. Given the fact that the gut is heavily linked to immunity, inflammatory status and the ability to challenge pathogens, it is worthwhile to consider dietary intervention of the gut microbiota as means of potentially challenging the viral outcome. In this context, probiotics and prebiotics have been used to reduce similar respiratory infections. Here, we summarise links between the gut microbiome and COVID-19 infection, as well as propose mechanisms whereby probiotic and prebiotic interventions may act.

Keywords: COVID-19, Gut microbiome, Probiotics, Prebiotics, Synbiotics.

Giriş

2019'un sonunda, Çin'in Hubei Eyaletinde ortaya çıkan bir viral hastalık tespit edilmiştir. 7 Ocak 2020'de bir hastanın solunum örneğinden yeni bir koronavirüs SARS-CoV-2 izole edilmiş, DSÖ (Dünya Sağlık Örgütü), 11 Şubat 2020'de bu yeni hastalığın adını 'COVID-19' olarak duyurmuştur.

COVID-19'un etkisi, dünya çapında arttı ve 12 Mart 2020'de kadar DSÖ bir COVID-19 pandemisi ilan etti. O zamandan beri, küresel sağlığı tehdit eden ve dünya ekonomisine saldıran bir virüsün epidemiyolojik bir açıklaması ortaya çıktı.

Bugüne kadar (5 Nisan 2022), dünya çapında 495 milyondan fazla insanın COVID-19'a yakalandığı ve yıkıcı bir şekilde 6.17 milyondan fazla kişinin hayatını kaybettiği bilinmektedir (Worldometers, 2020). Virüsün bulaşması hızlı olmuştur ve bazı kişiler hafif ila orta şiddette üst solunum yolu hastalığına yakalanırken, diğerleri çoklu organ yetmezliği ve ölüm dahil çok daha ciddi belirtilerle karşı karşıya kalmıştır. Virüsten en çok etkilenenlerin profiline bakılarak, dersler çıkarılabilir ve önerilen yükü azaltmak için potansiyel stratejiler önerilebilir. Bu derlemede, bağırsak mikrobiyotasının SARS-CoV-2'ye yakalanma riskini nasıl etkileyebileceği ve bunun hastalık gelişimini şiddet ve süre açısından nasıl değiştirebileceği değerlendirilmektedir. Bu etkileşim içindeki olası mekanizmalar, potansiyel bir profilaktik strateji olarak bağırsak mikrobiyotasının kullanımını destekleyen kanıtlarla birlikte değerlendirilmektedir.

Bağırsak mikrobiyomu, genetik bileşenler, mikrobiyal biyoçeşitlilik ve bunların sonucunda ortaya çıkan işlevsellik dahil olmak üzere karışık mikroorganizma topluluğunun toplamıdır. Metagenomik yaklaşımları

kullanan son çalışmalar, yerleşik bağırsak organizmaları ile memeli metabolizması arasındaki karmaşık ilişkiyi vurgulamış ve bağırsak mikrobiyotasının sadece beslenmemizden enerji elde etme şeklimizde değil, aynı zamanda bu enerjiyi depolama şeklimizde de önemli bir rol oynadığını göstermiştir. Bu tür çalışmalar ayrıca bağırsak mikrobiyotasının etiyojisinde ve/veya bağırsak bozukluklarının sürdürülmesindeki rollerini de tanımlamıştır. MetaHit (Qin ve ark., 2010) ve Human Microbiome projesi (Turnbaugh ve ark., 2007) gibi büyük dizileme projeleri, farklı klinik durumlarda mikrobiyotanın bileşimini anlamının yanı sıra yeni çeşitliliği ortaya çıkarmaya yardımcı olmaktadır. COVID-19 ve mikrobiyota hakkında biriken kanıtlarla, bu derleme, bağırsak mikrobiyotası ve COVID-19 enfeksiyonuna karşı mücadelede nasıl yardımcı olabileceği hakkında bilgilerle karşılaştırıldığında, son çalışmalardan elde edilen kanıtları bir araya getirmektedir.

Bağırsak mikrobiyotasının viral iletimi ve hastalık ilerlemesini etkileyebileceği çeşitli mekanizmalar bulunmaktadır. Zuo ve ark., (2020); ilk enfeksiyonla ilgili olarak on beş COVID-19 hastasının dışkı mikrobiyotasını sağlıklı kontrollerle karşılaştırdı. Bu sonuçlara göre, hastaneye kabul edilen yedi antibiyotik kullanmamış COVID-19 hastasının mikrobiyotasına odaklanıldığında, mikrobiyal dizileme yüksek *Coprobacillus* spp seviyeleri ortaya çıkardığını rapor etmiştir.

Clostridium ramosum ve *Clostridium hathewayi*, *Alistipes* spp ve *Faecalibacterium prausnitzii* ile ilişkili anti-inflamatuar düzeylerinde azalmanın yanı sıra, COVID-19 semptomlarının ciddiyeti ile ilişkilendirildi. COVID-19'un hücrelere anjiyotensin dönüştürücü enzim 2 (ACE2) reseptörleri yoluyla giriş yaptığı gözlemlenmiştir (Hoffmann ve ark., 2020).

COVID-19'un anjiyotensin dönüştürücü enzim 2 (ACE-2) reseptörleri aracılığıyla hücrelere giriş kazandığı gözlemlenmiştir (Weber ve ark., 2020). ACE-2, ACE'ye karşı koyan bir transmembran proteindir ve reseptörleri, bağırsağın epitel hücrelerinde bulunmaktadır (Hamming ve ark., 2004). *Coprobacillus* spp'nin murin bağırsağında ACE-2'yi yukarı regüle ettiği gözlemlenmiştir (Geva-Zatorsky ve ark., 2017). Bu nedenle, bağırsak mikrobiyotasındaki değişiklikler, virüsün bağırsağa hücrel giriş kazanma yeteneğini değiştirebileceğini belirtmiştir. Gerçekten de, bağırsak ACE-2 viral konak hücrelerinde pozitif virüs boyanması gözlemlenmiştir (Xiao ve ark., 2020). Ayrıca COVID-19 RNA'sının dışkıda bulunmuş olması da dikkat çekici olduğu belirtilmiştir (Zheng ve ark., 2020). Bu nedenle bu, viral replikasyonun bağırsak içinde muhtemel olduğunu gösterir. Bununla birlikte, viral RNA bugüne kadar dışkıda bulunurken, bulaşıcı viral partiküllerin geri kazanıldığı herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır (Wölfel ve ark., 2020). Bu kısmen, virüsü emülsifiye eden ve onu etkisiz hale getiren enterik sekresyonların bir sonucu olabilir (Zang ve ark., 2020). Bu, virüsün kalın bağırsakta çoğalabilmesine rağmen fekal-oral bulaşma olasılığının düşük olduğu anlamına gelir. Dahili olarak bu, viral transferden kaçınmak için bağırsak duvarının bütünlüğünü önemli hale getirebilir. Gu ve ark. (2020) yapmış olduğu çalışmada, hastaneye yatırılan otuz COVID-19 hastasının bağırsak mikrobiyotasında sağlıklı kontrollere kıyasla daha fazla potansiyel patojenin varlığını bildirmiştir. Ayrıca Zuo ve ark. (2020), hastanede yatan on beş COVID-19 hastasında yüksek ve düşük SARS-CoV-2 enfektivitesine sahip olanları belirlemek için fekal viral ekstraksiyonlarda RNA shotgun metagenomik analiz tekniğini kullanmıştır. Enfektivitesi yüksek olan hastaların dışkılarında düşük seviyede olanlara göre daha fazla potansiyel patojen bakteri olduğu gözlemlendi. Bunun, ortaya çıkan hastalıkla ilişkisini göz önünde bulundurmak önemlidir. Gastrointestinal sistemin mukozal

yüzeyle bulunan mikrobiyal topluluk, konakçı bağışıklık sistemi üzerinde hem doğrudan hem de dolaylı etkilere sahiptir (bağışıklık sisteminin %70'inin gastrointestinal sistem içinde yer aldığı tahmin edilmektedir) (Vighi ve ark., 2008) ve bu nedenle mikrobiyal enfeksiyona karşı savunmada kilit bir oyuncudur. Yaron ve ark. (2020) yapmış olduğu çalışmada, mikrobiyotayı modüle etmek için antibiyotikler ve peptitler kullanan araştırma sonucu, gammaherpes virüsü-68'e murin bağışıklık tepkisinde mikrobiyotanın önemini göstermiştir. Gerçekten de, bağırsak mikrobiyotasının vücudun bağışıklık fonksiyonu üzerindeki etkisi hem sağlıklı hem de patolojik koşullarda iyi bir şekilde kanıtlanmıştır (Lomax ve Calder, 2009). COVID-19 ilerlemesinin, TNF, IL-6 ve IL-1β dahil olmak üzere yüksek seviyelerde proinflatuar sitokinlerin gözlemlendiği hiper-inflamasyonu destekleyen bir sitokin fırtınası ile ilişkili gibi görüldüğünü belirtmekte fayda vardır (Jose ve Manuel, 2020). Bununla mücadeleyle yönelik yaklaşımlar, semptom şiddetinin azaltılmasına yardımcı olabilir.

Diyet Yoluyla Bağırsak Mikrobiyomunun Modülasyonu

Genel olarak, kalın bağırsak mikrobiyotasının çeşitli bileşenlerinin patojenik veya potansiyel sağlığı geliştirici etkiler gösterdiği düşünülebilir. Kolondaki bakteriler, büyük ölçüde diyetle sağlanan mevcut fermente edilebilir substrata tepki verir. Fermantasyon süreci boyunca, bağırsak bakterileri, kısa zincirli yağ asitleri ve gazlar gibi son ürünler oluşturmak için çeşitli substratları (esas olarak diyet bileşenleri) metabolize eder. Bu anaerobik metabolizmanın, ev sahibi günlük enerji gereksinimlerine olumlu katkıda bulunduğu düşünülmektedir. Bağırsak bakterileri tarafından fermantasyon, solunum zincirlerinde oksijen kullanmayan bir dizi enerji veren reaksiyondan oluşur. Elektron alıcıları organik (örneğin fermantasyonun bazı ürünleri) veya inorganik (örneğin sülfat, nitrat) olabilir. Karbonhidratlar fermantasyon için temel öncülerini oluşturduğundan, ATP genellikle sakarolitik mikroorganizmalar tarafından substrat düzeyinde fosforilasyon yoluyla oluşturulur. Nihai ürünler açısından, çeşitli farklı metabolitler ortaya çıkar. Bunların baskın olanları kısa zincirli yağ asitleri asetat, propiyonat ve bütiratır. Bağırsakta, esneklik fonksiyonel çekirdek mikrobiyotaya bağlıdır (Dethlefsen ve Relman, 2011).

Genellikle insan konakçı, karmaşık bağırsak mikrobiyotasıyla uyum içinde yaşar. Bununla birlikte, antimikrobiyal alım, stres, kötü beslenme ve yaşam koşulları gibi belirli koşullar altında ilişki tehlikeye girebilir. Bağırsak mikrobiyotası, normal topluluk yapısını daha da bozan geçici patojenlerden kaynaklanan kontaminasyona da duyarlıdır. Bu faktörlerin, hem akut hem de kronik yollarla ortaya çıkabilen bağırsak bozukluğunun başlamasıyla sonuçlanabilecek sonuçları olabilir (Hatton ve ark., 2018; John ve ark., 2018; Yoshida ve ark., 2018). Bağırsak mikrobiyotasının diyetsetel modülasyonu, bunu azaltmak için kullanılan fonksiyonel bir gıda konseptidir.

Probiyotikler

İnsanlar tarafından canlı bakteri tüketildiğine dair ilk kayıtlar 2000 yıldan daha eskidir (Fuller, 1992). Ancak geçen yüzyılın başında, probiyotikler ilk olarak Metchnikoff'un Paris'teki Pasteur Enstitüsü'ndeki çalışmalarıyla

bilimsel bir temele oturtuldu. Metchnikoff, (1907) normal bağırsak mikrobiyotasının konak üzerinde olumsuz etkiler yaratabileceğini ve "ekşi süt" tüketiminin yardımcı olabileceğini varsaymıştır. Bu, şimdi bildiğimiz şekliyle probiyotik kavramının doğuşuydu. Resmi bir probiyotik tanımı Çizelge-1'de gösterilmektedir. Bu, sağlık sonuçlarının tanımlanması ve kanıtlanması gerektiği anlamına gelir ki bu kolay bir iş değildir. Çoğu araştırma, probiyotik olarak bakterilerin bağırsak izolatlarının kullanımına yöneliktir. Yıllar boyunca, birçok mikroorganizma türü kullanılmıştır. Bunlar sadece laktik asit bakterilerinden (laktobasil, streptokok, enterokok, laktokok ve bifidobakteri) değil aynı zamanda *Bacillus* spp., *E. coli* ve *Saccharomyces* spp. gibi mayalardan oluşur (Hill ve ark., 2014). Probiyotiklerin etkileri genellikle türe özgüdür ve genel olarak konuşursak, ana olumlu etkiler gastroenterite karşı koruma, gelişmiş laktoz toleransı, patojenik olmayan yollarla bağışıklık sisteminin uyarılması, atopik koşulları etkileme ve kan lipidlerinde azalma ile ilişkilidir (Gareau ve ark., 2010; Aureli ve ark., 2011; Quigley, 2012). Hayvanlarda probiyotik kullanımı tozlar, tabletler, spreyler ve kremimsi yapılar şeklinde olabilir. İnsanlarda en yaygın olarak kullanılan vektör, fermente süt ürünlerini ve kapsüllerde laktik asit bakterilerinin 'reçetesiz satılan' dondurularak kurutulmuş preparatlarını içerir. Son zamanlarda pazar, aromalı içecekler gibi diğer gıdaları ve tabletler gibi farmasötik preparatları içerecek şekilde genişlemiştir (Değirmencioğlu, 2020).

Prebiyotikler

Prebiyotikler, belirli bir ekosistemde belirli yerli mikroorganizmaların seçici gelişmesine izin verir (Çizelge 1). Bağırsakta etkili bir prebiyotik bileşen şunları yapmalıdır:

- i. Gastrointestinal sistemin üst kısmında ne hidrolize ne de emilebilir.
- ii. Öyle ki kalın bağırsak mikrobiyotasının bileşimini seçici bir fermentasyonun daha sağlıklı bir bileşime doğru değiştirilmesini sağlar.

Prebiyotik konsept, insan kolonunda halihazırda bulunan bifidobakteriler ve laktobasiller gibi birçok pozitif mikroorganizmayı spesifik olarak arttırmak için türetilmiştir (Walton ve ark., 2013). Bununla birlikte, bağırsak mikrobiyota çeşitliliği bilgisi genişledikçe Satokari, (2019) ve Chang ve ark. (2019), tarafından tartışıldığı gibi *Roseburia*, *Eubacterium*, *Faecalibacterium*, *Akkermansia*, *Christensenella* ve *Propionibacteria* gibi başka hedef mikroorganizma cinsleri olabilir. Bununla birlikte, bu grupların daha fizyolojik olarak anlaşılmasının gerekli olduğu ve prebiyotik yanıt verenler olarak savunulmadan önce kesin sağlık teşviklerinin daha iyi anlaşılması gerektiği belirtilmiştir (Rastall ve Gibson, 2015).

Frukto-oligosakkaritler ve galakto-oligosakkaritler en çok araştırılan prebiyotiklerdir (Kaplan ve Hutkins, 2000). Bazı prebiyotikler (inülin tipi fruktanlar) pırasa, kuşkonmaz, hindiba, Kudüs enginarı, sarımsak, enginar, soğan ve muz gibi çeşitli gıdalarda doğal olarak bulunur. Bununla birlikte, normal özellikle Batı tipi bir diyetle bu kaynaklardan yararlanma az olabilmektedir (Depeint ve ark., 2008).

Sağlığı geliştirici bir biyoyararlılık elde etmenin etkili bir yolu, daha sık yenen gıda maddelerinin prebiyotik bileşenlerle takviye edilmesidir. Prebiyotikler bu nedenle fonksiyonel gıda bileşenlerinin bir alt kategorisidir. Yoğurtlar, tahıllar, ekmekler, bisküviler, sütlü tatlılar, dondurmalar, ezmeler, içecekler, hayvan yemleri ve

takviyeleri dahil olmak üzere birçok gıdaya eklenebilirler. Galaktooligosakkaritler, Japonya'nın yanı sıra Avrupa'da da üretilen ve pazarlanan başka bir prebiyotik sınıfıdır. Bunlar laktozdan sentezlenen başarılı prebiyotiklerdir (Depeint ve ark., 2008). *İn vivo* denemeler, hedefin insan veya hayvanlar (hayvancılık, evcil hayvanlar) olup olmadığına bakılmaksızın prebiyotik etkinin kesin değerlendirmesidir. Yeni aday prebiyotikler için yapılan arayış, sıklıkla farklı kaynaklardan gelen, pektin ve selüloz dahil; nişasta ve bunların parçalanma ürünü maltoz; buğday kepeğinden ksilan; meyve ve sebzelerden elde edilen mannoz; ve sentetik olarak oluşturulmuş polidekstroz, palatinoz ve laktuloz gibi oligosakkaritleri araştırır (Gibson ve ark., 2017).

Çizelge 1. Probiyotikler, prebiyotikler ve sinbiyotiklerle ilgili tanımlar ve ana noktalar

Yaklaşım	Tanım	Ana noktalar	Kaynaklar
Probiyotik	Yeterli miktarda uygulandığında konakçıya sağlık yararı sağlayan canlı mikroorganizmalardır	-Probiyotiklerin sağlığa fayda sağlaması için iyi kontrollü çalışmalarda gösterilmiş olması gerekir. -Yeterli kanıtla sahip insan örneklerinden alınan kommensaller prebiyotik olabilir -Fermente gıdalarla ilişkilendirilen ancak sağlığa yararlı olduğuna dair hiçbir kanıt bulunmayan canlı kültürler prebiyotik değildir. -Tanımlanmamış dışkı nakilleri prebiyotik değildir	(Hill ve ark., 2014)
Prebiyotik	Sağlık yararı sağlayan konakçı mikroorganizmalar tarafından seçici olarak kullanılan bir substrattır	-Çoğu prebiyotik ağızdan verilir ve vajina yolu, ağız boşluğu ve deri gibi diğer bölgeler araştırılmakta olsa da bağırsak mikrobiyotasını hedef alır. -Sağlık yararları arasında kardiyometabolizma, ruh sağlığı ve kemik bulunur. - Halihazırda belirlenmiş prebiyotikler karbonhidrat bazlıdır, ancak polifenoller ve PUFA gibi diğer maddelerde geliştirilebilir. -Bir prebiyotikğin sağlık üzerindeki faydalı etkisi/etkileri, kullanım amacı için konakçıda doğrulanmalıdır.	(Gibson ve ark.,2017)
Sinbiyotik	Konakçıya sağlık yararı sağlayan, canlı mikroorganizmalar ve konakçı mikroorganizmalar tarafından seçici olarak kullanılan substrat(lar)dan oluşan bir karışım	-Konakçı mikroorganizmalar, hem yerli hem de yabancı mikroorganizmaları (probiyotikler gibi) içerir. -Tamamlayıcı bir sinbiyotik, bir prebiyotik artı prebiyotik karışımıdır. -Sinerjik bir sinbiyotik, canlı bir mikroorganizma(lar) ve seçici olarak kullanılan bir substrat(lar)dan oluşur, ancak ikisinin de daha önce probiyotikler ve prebiyotikler için şart koşulan minimum kriterleri karşılaması gerekmez.	(Swanson ve ark., 2020)

Sinbiyotikler

Bir sinbiyotik, probiyotik ve prebiyotik kavramlarının bir kombinasyonudur ve canlı bir mikrobiyal gıda katkı maddesi ile bir prebiyotik oligosakaritten oluşur (Çizelge 1). Avantajları, bilinen faydaları olan bir probiyotikğin

kullanılabilmesi ve prebiyotiklerin organizmanın karmaşık kolonik ortamda yerleşmesine yardımcı olmasıdır. Bu sinerjik bir sinbiyotik olacaktır. Öte yandan, kullanılan kombinasyonlar tamamlayıcı bir sinbiyotik olarak birbirinden bağımsız hareket edebilir. Bu nedenle, belirli bir istenen sonuç için en iyi kombinasyonun belirlendiği canlı mikroorganizmalar ve substrat seçiminde esneklik vardır (Swanson ve ark., 2020)

Solunum Yolu Enfeksiyonu ve COVID-19 ile İlgili Bağırsak Mikrobiyota

Modülasyonunun Yönleri

Bağırsak mikrobiyotasının neden olduğu bağışıklık değişiklikleri solunum koşullarını etkileyebilir (Budden ve ark., 2016). Örneğin, grip dahil çok sayıda viral enfeksiyona karşı oldukça duyarlı olan mikropsuz farelerin kullanıldığı çalışmalardan elde edilen kanıtlar, yerleşik bağırsak mikrobiyotasının anti-viral savunmaları şekillendirdiğini ve belirli viral enfeksiyonların sonucunu modüle ettiğini göstermektedir (Pang ve Iwasaki, 2018). Gerçekten de, bağırsak mikrobiyal topluluğundaki farklılıklar, grip ve pnömoni gibi diğer viral enfeksiyonlarda gösterilmiştir (Hanada ve ark., 2018).

Mikrobiyal değişiklikleri değiştirmeye yönelik stratejilerin müteakip araştırmalarının, hastalık sonuçları üzerinde olumlu bir etkisi olduğu görülmüştür. Bu tür bazı araştırmalar aşağıda özetlenmiştir. Çok sayıda çalışma bağırsak mikrobiyotasının modülasyonuna ve bunun üst solunum yolu enfeksiyonları (ÜSYE) üzerindeki etkisine odaklanmış ve bunun sonucunda probiyotiklerin hastalığın şiddetini ve süresini azaltabildiğini (Hao ve ark., 2011; King ve ark., 2014; Wang ve ark., 2016) bildiren üç meta-analiz ortaya çıkmıştır; sinbiyotikler için de benzer bulgular mevcuttur (Chan ve ark., 2020). Mekanik olarak, bağırsak mikrobiyotasının modülasyonunun, sitotoksik T hücrelerinin ve T baskılayıcı hücrelerin (de Vrese ve ark., 2005; Ahanchian ve Jafari 2016; Pu ve ark., 2017) aktivitelerini artırırken veya doğal öldürücü hücre aktivitesini destekleyerek (Shida ve ark., 2017) pozitif bakterileri arttırdığı gösterilmiştir. Bunu göstermek için de Vrese ve ark., (2005) 18-67 yaş arası sağlıklı yetişkinlerde probiyotik kullanımını araştırdılar. Dört yüz yetmiş iki gönüllü, *Lactobacillus gasseri* PA 16/8, *Bifidobacterium longum* SP 07/3, *Bifidobacterium bifidum* MF 20/5 artı vitamin ve mineraller veya sadece vitamin ve minerallerden oluşan bir plaseboda oluşan bir probiyotik karışımı tüketerek iki kış dönemi boyunca test edildi. Bu çalışmada, probiyotiği kullanan gönüllülerin solunum yolu enfeksiyonuna yakalanma olasılığının plaseboya eşit olduğunu belirtirken, probiyotik işlemi uygulanan grupta viral kaynaklı ÜSYE vakası %13.6 daha az olduğu belirlenmiştir (Winkler ve ark., 2005). Ayrıca, probiyotik kullanan ve ÜSYE gelişen kişilerde semptomların süresi ortalama %21,5 oranında kısaldığı (iyileşme ortalama 2 gün arttı), semptomlar daha az şiddetli olduğu ve gönüllülerde yüksek CD4+ ve CD8+ düzeyleriyle birlikte ateş gelişme olasılığı da daha düşük olduğu rapor edilmiştir. Semptomlarda böyle bir azalma ve bağışıklık tepkilerinin düzenlenmesi, viral yükün etkisini azaltabilir (Arslanoglu ve ark., 2008).

Prebiyotikler için, bebek formülasyonlarında fruktanlar ve glukanların kullanımı, prebiyotik içermeyen kontrollere (n=68) kıyasla daha az (P < 0.01) genel olarak doktor teşhisi ve üst solunum yolu enfeksiyonu (n=66) olayları ile sonuçlandırıldığı rapor edilmiştir (Arslanoglu ve ark., 2008).

Başka bir çalışmada, Shahramian ve ark. (2018) 1 yıl boyunca mamayla beslenen bebeklerde (n = 60) solunum yolu enfeksiyonlarını azaltmak için galaktanlar ve polidekstroz kullanmışlardır (çalışmada, prebiyotik içermeyen örnekler kontrollerle karşılaştırıldığında sonucun önemsiz olduğu rapor edilmiştir). Etkiler anne sütüyle beslenen bebeklerinkilerle karşılaştırılabilir düzeyde olduğu belirlenmiştir. SARS-CoV-2 en yaygın olarak üst solunum yolu enfeksiyonu olarak kendini gösterir, ancak daha ciddi vakalarda akciğerlerin derinliklerinde çoğalarak alt solunum yolu enfeksiyonuna dönüşebilir. Kanıtlar hala derlenirken, randomize kontrollü çalışmaların yakın tarihli meta-analizleri, probiyotiklerin solunumla ilişkili pnömoni insidansını ve şiddetini azaltabileceğini göstermiştir (Weng ve ark., 2017; Su ve ark., 2020). Örneğin Mahmoodpoor ve ark. (2019) yaptığı bir çalışmada, probiyotik takviyesi kritik hastalarda ventilatör kullanım süresini kısaltmıştır. Ayrıca Shimizu ve ark. (2018), sepsis hastalarında mekanik ventilasyonun kullanıldığı hastaneye kabulden sonraki 3 gün içinde sinbiyotikleri dışkı ile atmaya başlamışlardır. Bu müdahale, dışkıda *Bifidobacterium* ve *Lactobacillus* türlerinin sayısı artış gösterirken, ventilatörle ilişkili pnömoninin azalmasıyla sonuçlanmıştır (Bu olayda vakaların %48.6 sinbiyotik veya %14.3'ünde sinbiyotik içermeyen hastalar olduğu belirtilmiştir).

Benzer bulgular, diğer probiyotik ventilatörle ilişkili pnömoni çalışmalarında gözlemlenmiştir (Zeng ve ark., 2016) ve bağırsak mikrobiyotasının modülasyonunun da alt solunum yolu enfeksiyonunda rol oynayabileceğini göstermektedir. Bağırsak mikrobiyotasının etkisi, en güçlü COVID-19 risk faktörlerinden en azından kısmen sorumlu olabilir. İlerleyen yaş, COVID-19 için bir risk faktördür ve Dünya çapındaki veriler, COVID-19'a yakalanan 80 yaş üstü bireylerin %14,8'inde ölümleri rapor etmekte, 70-79 yaşındakiler için %8 ve 60-69 yaşındakiler için %3.6'ya karşılık gelir (Worldometers, 2020). Bağırsak bakteri popülasyonları yaşla birlikte değişir (Claesson ve ark., 2011), örneğin daha düşük bifidobakteri seviyeleri daha yaşlı popülasyonlarla ilişkili olduğu belirtilmiştir (Biagi ve ark., 2016).

Bağırsak mikrobiyotasının bileşimindeki bu değişiklikler, azalmış bağırsak epitel bariyer fonksiyonu, daha zayıf bağışıklık fonksiyonu ve artan inflamatuvar durum (gevşek bir şekilde "iltihaplanma" olarak adlandırılır) gibi yaşa bağlı diğer fizyolojik değişikliklere katkıda bulunan bir faktör olabilir (Toward ve ark., 2012). Bu durum, yaşlılarda gözlenen enfeksiyon riskinin artmasında etkili olabileceği gösterilmiştir.

Bağırsak mikrobiyotasının değiştirilmesi, yaşlılarda inflamatuvar durumu da azaltabilir. Örneğin, daha yaşlı popülasyonlarda prebiyotik galakto-oligosakkaritlerin, artan anti-inflamatuvar IL-10 ve IL-6, IL-1 β ve TNF- α dahil olmak üzere azalmış pro-inflamatuvar sitokinlerle eş zamanlı olarak yaşlı popülasyonlarda gelişmiş bifidobakteriyel seviyelere yol açabileceğini göstermiştir (Vulevic ve ark., 2013; Vulevic ve ark., 2015). Artmış bir inflamatuvar durum, gelişmiş COVID-19 vakasının ortaya çıkmasının merkezinde görüldüğünden, genel inflamasyonun profilaktik olarak azaltılması, genel bağışıklık fonksiyonunun desteklenmesine yardımcı olabilir (Muscogiuri ve ark., 2020).

Aşırı kilonun, COVID-19 için başka bir risk faktörü gibi görüldüğü üzerinde durulmuştur. Yoğun Bakım Ulusal Denetim ve Araştırma Merkezi'nin Birleşik Krallık'ta Yoğun Bakımda COVID-19 hakkındaki raporuna göre, 775 hastanın %72.1'i aşırı kilolu veya obez; ayrıca, ölen yoğun bakım hastalarının %60.9'u obez olduğu rapor edilmiştir. Bu verilere bakarak Muscogiuri ve ark. (2020), kardiyometabolik rahatsızlıkları olanların daha kötü COVID-19 prognozu riski altında olma ihtimalinin daha yüksek olduğunu öne sürmektedir.

Obezite aynı zamanda yüksek proinflatuar sitokin seviyeleri ile karakterize edilen düşük dereceli kronik inflamasyonla da ilişkilidir (Cox ve ark., 2015). Bu değişiklikler, normalde epitel bariyeri nedeniyle kan sisteminden ayrı kalan Gram negatif bakteri hücre duvarlarının bir bileşeni olan artan dolaşımdaki endotoksin seviyeleriyle bağlantılıdır. Enflamatuar durum üzerindeki bu etkiye ek olarak, yaşlanmanın bir yönü olabilecek daha zayıf bir bağırsak bariyeri de bakteri ve virüslerin bağırsak lümeninden kana geçişini sağlayabilir ve bu da COVID-19 hastalarında ikincil enfeksiyonların artmasına neden olabilir (König ve ark., 2016). Bu bağlamda probiyotik kullanımının bağırsaktaki bariyer bütünlüğünü iyileştirmeye yardımcı olabileceği bildirilmiştir (Bron ve ark., 2017; Hiippala ve ark., 2018). Ayrıca, Luo ve ark. (2020), bağırsak mikrobiyotasının modülasyonunun bağırsaklara mikroorganizma transferini azaltarak ikincil enfeksiyonlardan kaçınmaya yardımcı olabileceğini düşünmüştür. Bu, COVID-19 ve ikincil enfeksiyonlar hakkındaki bulgular nedeniyle önemlidir. Wuhan'daki Zhou ve ark. (2020), COVID-19'lu bir gönüllü kohortunda, ölenlerin %50'sinin ikincil bakteriyel enfeksiyonlara sahip olduğunu belirtmektedir.

Metabolik sendromlu bireylerde, prebiyotik galakto-oligosakkaritler ile tedavi, bifidobakteriler de dahil olmak üzere mikrobiyal topluluğun faydalı üyelerini geliştirirken, metabolik hastalık belirteçlerini ve fekal kalprotektin seviyeleri tarafından belirlenen inflamasyon seviyelerini azalttığı belirlenmiştir (Vulevic ve ark., 2013). Ayrıca, murin çalışmaları, bu etkilere kısmen bağırsak bakterilerinin aracılık ettiği epitelyal duvar bütünlüğündeki gelişmeler aracılığıyla aracılık edildiğini ileri sürmektedir (Cani ve ark., 2007; Hayes ve ark., 2018). Bu nedenle, bağırsak mikrobiyota modülasyon çalışmalarında gözlemlenen değişiklikler, iltihaplanma durumunu azaltmak için hareket eder ve bağırsak epiteli boyunca taşınmayı azaltabilir. Bu tür değişiklikler hiperenflamasyona ve ikincil enfeksiyonlara karşı etkili olabilir.

COVID-19 Tedavisinde Bağırsak Mikrobiyomu ve Probiyotikler/Prebiyotiklerin

Rolü Var Mı?

Mevcut iklimde, hastalık şiddetinde ve süresinde bir azalma, yalnızca Ulusal Sağlık Hizmetleri için değil, aynı zamanda COVID-19'dan muzdarip olanlar için de bir değer olabilir. Belirtildiği gibi, üst solunum yolu enfeksiyonu ile ilgili semptomların azaltılmasında probiyotiklerin, prebiyotiklerin ve sinbiyotiklerin profilaktik rolünü destekleyen çok sayıda kanıt vardır.

COVID-19 öncesi dönemde probiyotik tüketiminin solunum yolu enfeksiyonları üzerindeki etkisini modelleyen çalışmalar, genel popülasyonda probiyotik tüketiminin getirebileceği ekonomik tasarrufları vurgulamaktadır (Lenoir-Wijnkoop ve ark., 2015; Lenoir-Wijnkoop ve ark., 2016). COVID-19'un potansiyel olarak yaşamı tehdit eden doğası göz önüne alındığında, bu tür çalışmalar şimdi daha ilişkilidir. Probiyotiklerin çoğu durumda güvenli kabul edildiğini ve hassas bireylerle yapılan birçok denemede yan etki olmaksızın kullanıldığını belirtmekte fayda olduğu bildirilmiştir (Fuller, 1992; Qin ve ark., 2010; Weber ve ark., 2020). Bu pozitif bağırsak modüle edici etkileri açıklayabilecek mekanizmalar, bağırsak immün ve epitel hücreleri ile doğrudan etkileşim veya bağırsak mikrobiyomu tarafından dolaylı modülasyon yoluyla. Faydalı etkiler,

bağırsak epitel bariyerinin güçlendirilmesini, besinler için patojenlerle rekabeti ve bağırsak epiteline yapışmayı, antimikrobiyal maddelerin üretimini ve konakçı bağışıklık sisteminin modülasyonunu (hem doğal hem de adaptif) içerir (Bermudez-Brito ve ark., 2012).

Epitel bütünlüğünün korunmasının ve bağışıklık sisteminin modülasyonunun merkezinde kısa zincirli yağ asitleri bulunur. Bunlar, özellikle kolonda karbonhidratların parçalanmasıyla ilişkili mikrobiyal fermantasyonun son ürünleridir. Asetat, propiyonat ve bütirat dahil kısa zincirli yağ asitleri, vücutta etkiler gösterir (den Besten ve ark., 2013).

Kısa zincirli yağ asitlerinin bağışıklık fonksiyonu hücreler tarafından yüksek oranda ifade edilen serbest yağ asidi reseptörlerine bağlandığı gözlemlenmiştir. Daha sonra, kısa zincirli yağ asitlerinin naif CD4⁺ T hücrelerinin düzenleyici T hücrelerine dönüşmesini teşvik ettiği (Arpaia ve ark., 2013) ve sitotoksik T-hücresi, T-baskılayıcı hücre, CD8⁺ T-hücresi ve doğal öldürücü hücre aktivitelerini arttırdığı gözlemlenmiştir (Ahanchian ve Jafari, 2016; Shida ve ark., 2017; Trompette ve ark., 2018). Ayrıca kısa zincirli yağ asitleri, IL-18, hücre yaşama boyunca sistein açısından zengin küçük katyonik proteinler ve Toll benzeri (doğuştan gelen bağışıklık sisteminde önemli bir rol oynayan bir protein sınıfı) reseptörler yoluyla patojenlere karşı bağışıklık tepkisinin artırılmasında rol oynar (Kalina ve ark., 2002; Schaubert ve ark., 2003). Bu nedenle enfeksiyonlara karşı savaşmak için bağışıklık sistemini güçlendirmek, COVID-19'a ve buna bağlı ikincil enfeksiyonlara karşı iyi bir silah olabilir.

Liflerin immünomodülatör özelliklere sahip olduğu gösterilmiştir (Meijerink ve ark., 2018). Bebek bağırsak mikrobiyotası durumunda, prebiyotik inülinin *in vitro* proinflatuar yanıtları zayıflattığı gözlemlenirken (Logtenberg ve ark., 2020), Vogt ve ark., (2017) hepatit B aşılması ile birlikte inülin takviyesinin, kontrol müdahalesi ile karşılaştırıldığında daha yüksek *in vitro* antikör titrelerine yol açtığını belirlemişlerdir. Trompette ve ark., (2014) tarafından yapılan araştırma, farelerin diyetindeki yüksek lif seviyelerinin bağırsak mikrobiyotasını ve kısa zincirli yağ asitleri seviyelerini etkilediğini göstermiştir. Düşük lifle beslenen hayvanlarda alerjik hava yolu ile oluşan hastalık semptomlarının daha fazla olduğu, ancak kısa zincirli yağ asitleri'ni diyetle dahil edilmesinin bu farkı ortadan kaldırdığı görülmüştür. Hava yolu ile oluşan alerjik hastalığın iltihaplanma ile ilişkili olduğu belirtilmiştir. Bu çalışmada, bağırsak mikrobiyotası yoluyla kısa zincirli yağ asitleri üretimi, serbest yağ asidi reseptörleri yoluyla inflamasyonun azalmasına yol açtığı, dolayısıyla bağırsak-akciğer ekseninin nasıl çalışabileceğini göstermiştir. Alt solunum yolu enfeksiyonunun önemli bir nedeni olan bebeklerin solunum sinsityal virüsüne ilişkin yapılan araştırmayla, değişen mikrobiyal topluluğun ciddi hastalık semptomlarıyla ilişkili olduğunu gösterilmiştir (Harding ve ark., 2020).

Enaud ve ark. (2020), yakın tarihli bir incelemesi, bağırsak-akciğer eksenini hakkında mevcut bilgileri belgelemiştir. He ve ark. (2020), enfeksiyon sırasında SARS hastalarında ACE-2 ekspresyonunun nasıl aşağıya regüle edildiğini tartışmışlardır. ACE-2, triptofanın bağırsak alımını kontrol eden amino asit taşıyıcılarının ekspresyonunu düzenlediğinden, bu bağırsak mikrobiyotası açısından ilgi çekicidir. Triptofan, bağırsak mikrobiyotasında değişikliklere neden olabilecek antimikrobiyal peptitleri düzenler. Bağırsakların bağışıklık durumunun vücudun diğer bölgelerini etkilediğinin kanıtlandığı ortak bir mukozal bağışıklığı destekleyen kanıtlar vardır (Marsland ve ark., 2015).

Bu nedenle, COVID-19 sırasında gözlemlenen bağırsak mikrobiyotasındaki farklılıklar, bağırsak-akciğer karışmasında da rol oynayabilir (Ma ve ark., 2020). Enaud ve ark. (2020), probiyotiklerin solunum bağırsıklığını nasıl etkileyebileceğini detaylandırmıştır. Probiyotiklerin tip I interferon seviyelerini iyileştirdiği, antijen sunan hücrelerin, NK hücrelerinin ve T hücrelerinin sayısını ve aktivitesini ve ayrıca akciğerlerdeki sistemik ve mukozal spesifik antikorları arttırdığı gösterilmiştir.

Probiyotikler ayrıca akciğerlerde immün yanıtın aracılık ettiği hasarı en aza indirirken viral temizliğe izin veren proinflatuar ve immün düzenleyici sitokinler arasındaki dengeyi de etkileyebilir. Bağırsak-akciğer eksen kavramı, kolonize muadillerine kıyasla antibiyotik mikrobiyal-bozulmuş farelerde semptomların daha kötü olduğu akciğer viral enfeksiyonları sırasında da gösterilmiştir. Bu farklılıklar antibiyotikle tedavi edilen hayvanlarda probiyotik tedavisi ile hafifletilmiştir (Wu ve ark., 2013). Gözlenen etkiler, bağırsak tepkisini destekleyen, Toll benzeri reseptör 7 influenza ile enfekte makrofajların ifadesi yukarı doğru düzenleyen bağırsak mikrobiyotasının bir sonucuydu. Haak ve ark. (2018), araştırmasında, bağırsak-akciğer ekseninin hareket halinde olduğuna dair daha fazla kanıt gösterilmiştir.

360 allojenik hematopoietik kök hücre nakli hastasından (bu hastalarda sıklıkla solunum yolu enfeksiyonları gelişir) dışkı örnekleri alınmıştır. Nakil sonrası hastaların %41'inde viral solunum yolu enfeksiyonları ve %31.5'inde alt solunum yolu enfeksiyonu geliştiği belirtilmiştir. Mikrobiyota ile ilişkilendirildiğinde, daha yüksek seviyelerde bütirat üreten bakterilere sahip olanların alt solunum yolu enfeksiyonu geliştirme olasılığının beş kat daha az olduğu gözlemlendi. Bir uyarı olarak, yoğun bakımdakilerde probiyotik alımı, mevcut probiyotikler ve yoğun bakım gerektiren farklı patolojik koşullar arasında güvenlik protokolleri oluşturmak için daha fazla araştırma gerektirir. Şu anda probiyotiklerin COVID-19 üzerindeki etkisini araştıran dokuz araştırmayı ortaya koyuyor; bunlar arasında COVID-19 hastalarının hane halkı temaslarında *Lactobacillus rhamnosus* GG'ye profilaktik bir odaklanma ve sağlık personeli/profesyonelleri üzerine iki çalışma (İspanya ve Brüksel) bulunmaktadır. Diğer çalışmalar, semptomlardaki değişiklikleri değerlendirmek için halihazırda semptomatik COVID-19'lu (YBÜ dışı) olanlara odaklanmaktadır (Anonim, 2020).

Heyecan verici bir gelişmede, d'Etterre ve ark. (2020), tarafından yayınlanan yeni tamamlanmış bir çalışmada, antibiyotikler ve tocilizumab ile birlikte hidrosiklorokin tedavisi sağlanan, non-invaziv oksijen tedavisi gerektiren COVID-19 pozitif yetmiş hasta incelenmiş ve bunların yirmi sekizinde oral probiyotik karışım da uygulanmıştır.

Bağırsak semptomlarının iyileşmesiyle birlikte, probiyotik grubun solunum yetmezliği geliştirme riskinde sekiz kat azalma oldu. Bu, solunum güçlükleriyle mücadele etmek için probiyotiklerin kullanımı çok fazla umut ve veri kanıtı göstermektedir. Klinik kanıtlar toplandıkça, COVID-19 enfeksiyonuna karşı basit ve güvenli bir prebiyotik veya probiyotik müdahalenin rolü daha önemli hale gelebilir. Ayrıca, Cao ve ark. (2020), akciğer temizleme karışımı içindeki polisakkaritlerin hafif COVID-19 semptomlarını yönetmek için etkili bir yaklaşım olabileceğini öne sürdüler ve bunun, bu bileşenlerin bağırsak mikrobiyota modülasyonu ve bağırsaklık fonksiyonunu destekleyen rollerinden kaynaklandığı düşünülmekte olduğu belirtilmektedir (Cao ve ark., 2020). Bu, prebiyotiklerin bağırsak mikrobiyota bileşimini desteklemek ve bu hastalarda ikincil bakteriyel enfeksiyona karşı yardımcı olmak için kullanılabileceğini düşündürmektedir. Bağırsak mikrobiyomlarındaki farklılıkların,

bağırsak yolunun kronik iltihaplanmasının bir sonucu olarak aşı antijenlerinin etkinliğini tehlikeye atabileceğini de belirtmekte fayda var (Vitetta ve ark., 2017). Gerçekten de, ön ve probiyotik çalışmaların meta-analizi, grip aşısının yanı sıra müdahalenin, aşılanmış kişilerin serokonversiyonunu artırarak yüksek immünojenisiteye yol açabileceği sonucuna varmıştır (Lei ve ark., 2017; Yeh ve ark., 2018; Zimmermann ve Curtis 2018). Bu nedenle diyet müdahalesi, özellikle metabolik bozukluğu olan kişiler ve yaşlılar gibi değişmiş bağırsak mikrobiyotası riski taşıyanlarda COVID-19'a karşı aşılama öncesi önemli bir ön koşul olabilir. Çin'de, şiddetli COVID-19 semptomları olan hastalarda sonuçları iyileştirmek için bağırsak mikrobiyotasını değiştirmeye ilişkin öneriler yapılmıştır (Anonim, 2020). Bu öneriler, virüsün çoğalabileceğini ve sindirim sisteminde var olabileceğini öne süren sağlıklı kontrollerle karşılaştırıldığında COVID-19'lularda dışkı mikrobiyotasında gözlemlenen farklılıklara dayanmaktadır (Xu ve ark., 2020). Ek olarak, Pan ve ark. (2020), hastanede yatan Çinli hastalardan oluşan bir grup COVID-19 hastalarının yarısında, bağırsak semptomlarının şiddeti ile ilişkili hastalık şiddeti olan gastrointestinal semptomların varlığını bildirmiştir. Bu, en azından Çin'de bağırsak mikrobiyotasının COVID-19 sonucu üzerinde önemli bir etken olarak kabul edildiğinin açık bir göstergesidir.

Sonuç

Sonuç olarak, Bağırsak mikrobiyotası, COVID-19 sürecinde dinamik değişiklikler sergiliyor. SARS-CoV-2 enfeksiyonunun bağırsak mikrobiyota kompozisyonu üzerindeki kesin etkisi belirlenmelidir. Terapötik ilaçlar bağırsak mikrobiyota bileşiminde değişikliklere neden olabileceğinden, daha önce tedavi görmemiş hastalarda bağırsak mikrobiyota konfigürasyonunun araştırılması önemlidir. Bağırsak mikrobiyota disbiyozunun altında yatan mekanizma büyük ölçüde bilinmemektedir. Belirli bağırsak mikroorganizmalarının zenginleşmesinin hassas bir şekilde koordine edilip edilmediğini veya diğer bakteriyel komensallerin azalması nedeniyle ara sıra meydana gelip gelmediğini tespit etmek için sürekli araştırma çabalarına ihtiyaç vardır.

Değişen bağırsak mikrobiyotasının süresi ileriki çalışmalarda belirlenmeyi beklemektedir. İyileşen hastalarda bağırsak mikrobiyomu üzerine derinlemesine bir araştırma, iyileşme aşamasında COVID-19 hastaları için uygun beslenme müdahalelerinin ortaya çıkarılmasına yardımcı olacaktır. Ayrıca, bağırsak mikrobiyotasındaki disbiyozun, iyileşmiş kişileri gelecekteki sağlık sorunlarına yatkın hale getirip getirmediğinin ele alınması kritik öneme sahiptir.

Bağırsak mikrobiyomu işaretleri, COVID-19 hastalarında risk değerlendirmesi ve prognostik tahmin için ileriye dönük biyobelirteçler olarak hizmet eder. Ancak farklı tedaviler bağırsak mikrobiyotasının konfigürasyonunu etkileyebilir. Bağırsak komensallerinin klinik değerini doğrulamak için, klinik yönetimler arasında minimum varyasyona sahip, farklı ciddiyet gruplarındaki COVID-19 hastalarını içeren uygun şekilde kontrol edilen çalışmalara ihtiyaç vardır. Bağırsak mikrobiyotasındaki bozukluklar COVID-19'un ilerlemesine katkıda bulunabilir. Bununla birlikte, bağırsak disbiyozu ile COVID-19'daki hastalık şiddeti arasındaki nedensel bağlantı, ek çalışmalar gerektirmektedir. Bağırsak mikrobiyotasının COVID-19 ilerlemesindeki kafa karıştırıcı rolü henüz tam olarak anlaşılmamıştır. Sitokin profilinin COVID-19'da hiperinflamasyon ile ilişkisi göz önüne

alındığında, bağırsak mikrobiyotası ile konakçı sitokin yanıtları arasındaki etkileşimi karakterize etmek için çaba gösterilmelidir. Hangi bakteri türlerinin COVID-19 ile ilişkili patolojilere dahil olduğu hala merak konusudur. Bazı mikroorganizmalar SARS-CoV-2 enfeksiyonuna karşı koruyucu bağışıklık tepkisini tetiklerken, patojenik bakteriler konakçının savunma mekanizmalarını antagonize edecek şekilde hareket eder. Bağırsak mikrobiyotasının konak antiviral bağışıklığı üzerindeki genel etkisi, derinlemesine araştırmaya değerdir. Bağırsak bariyerinin bozulması nedeniyle kommensal mikroplar ve bunların metabolitleri dolaşıma girebilir ve inflamasyonun neden olduğu hasarları artırabilir. COVID-19 patogenezi sırasında bağırsak mikrobiyotası ile konakçı bağışıklık sistemi arasındaki karmaşık ilişkiye dikkat edilmelidir. Bağırsak mikrobiyotası ile COVID-19 fizyopatolojisi arasındaki yakın ilişki göz önüne alındığında, bağırsak mikrobiyotasının manipülasyonu, COVID-19 tedavisi için alternatif bir stratejiyi temsil edebilir. Ön klinik çalışmalar, fekal mikrobiyota transplantasyonu'nun, canlı biyoterapötik ürünlerin ve probiyotiklerin COVID-19 tedavisinde terapötik etkinliğini kanıtlamıştır. Bu çalışmaların çoğunluğu retrospektif olduğundan, nihai sonuca varırken dikkatli olunmalıdır. Mikrobiyotayı destekleyen bu müdahalelerin terapötik potansiyelinin altında yatan mekanik bağlantıları ortaya çıkarmak için acilen daha ileri klinik çalışmalara ihtiyaç vardır. Bağırsak mikrobiyomu, metabolomik ve viral immünolojiye ilişkin genişleyen bilgimiz, mikrobiyota ile ilgili keşiflerin klinik uygulamalara doğru yönlendirilmesi için önemli bir fırsat sağlayacaktır.

Bilgi Notu

Hazırlanan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir. Makale yayın ve araştırma etiğine uygun olarak hazırlanmıştır. Yazarlar bu çalışmaya ortak katkı sağlamış olup, yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynakça

- Ahanchian, H., ve Jafari, S.A. 2016. Probiotics and prebiotics for prevention of viral respiratory tract infections. *Probiotics, Prebiotics and Synbiotics Bioactive Foods in Health Promotion*, Academic press. 575–583 s.
- Anonim 2020. Protocol on Prevention and Control of Novel Coronavirus Pneumonia (Edition <https://www.chinadaily.com.cn/pdf/2020/2.COVID-19.Prevention.ve.Control.Protocol.V6.pdf>).
- Arpaia, N., Campbell, C., Fan, X., Dikiy, S., van der Veeken, J., deRoss, P., Liu, H., Cross, J.R., Pfeffer, K., Coffey, P.J., Rudensky A.Y. 2013. Metabolites produced by commensal bacteria promote peripheral regulatory T-cell generation. *Nature*, 504(7480):451–5.
- Arslanoglu, S., Moro, G.E., Schmitt, J., Tandoi, L., Rizzardi, S., Boehm, G. 2008. Early dietary intervention with a mixture of prebiotic oligosaccharides reduces the incidence of allergic manifestations and infections during the first two years of life. *J. Nutr.*, 138(6):1091–5.

- Aureli, P., Capurso, L., Castellazzi, A.M., Clerici, M., Giovannini, M., Morelli, L., Poli, A., Pregliasco F., Salvini, F., Zuccotti, G.V. 2011. Probiotics and health: an evidence-based review. *Pharmacol Res.*, 63(5):366-76.
- Baud, D., Dimopoulou, A., Gibson, G.R., Reid, G., Giannoni, E. 2020. Using probiotics to flatten the curve of Coronavirus disease COVID-2019 pveemic. *Front Public Health*, 8:186.
- Bermudez-Brito, M., Plaza-Díaz, J., Munoz-Quezada, S., Gómez-Llorrente, C., Gil, A. 2012. Probiotic mechanisms of action. *Ann Nutr Metab.*, 61(2):160–74.
- Biagi, E., Franceschi, C., Rampelli, S., Severgnini, M., Ostan, R., Turrioni, S., Consolandi, C., Quercia, S., Scurti, M., Monti, D., Capri, M., Brigidi, P., Candela, M. 2016. Gut microbiota and extreme longevity. *Curr. Biol.*, 26(11):1480–5.
- Bron, P.A., Kleerebezem, M., Brummer, R.J., Cani, P.D., Mercenier, A., MacDonald T.T., Garcia Rodenas C.L., Wells J.M. 2017. Can probiotics modulate human disease by impacting intestinal barrier function? *Br. J. Nutr.*, 117(1):93–107.
- Budden, K.F., Gellatly, S.L., Wood, D.L., Cooper, M.A., Morrison, M., Hugenholtz, P., Hansbro, P.M. 2016. Emerging pathogenic links between microbiota and the gut–lung axis. *Nat. Rev. Microbiol.*, 15(1):55–63.
- Cani, P.D., Amar, J., Iglesias, M.A. Cani, P.D., Amar, J., Iglesias, M.A., Poggi, M., Knauf, C., Bastelica, D., Neyrinck, A.M., Fava, F., Tuohy, K.M., Chabo, C., Waget, A., Delmée, E., Cousin, B., Sulpice, T., Chamontin, B., Ferrières, J., Tanti, J.F., Gibson, G.R., Casteilla, L., Delzenne, N.M. Alessi, M.C., Burcelin, R. 2007. Metabolic endotoxemia initiates obesity and insulin resistance. *Diabetes*, 56(7):1761–72.
- Cao, P., Wu, S., Wu, T., Deng, Y., Zhang, Q., Wang, K., Zhang, Y. 2020. The important role of polysaccharides from a traditional Chinese medicine- Lung Cleansing ve Detoxifying Decoction against the COVID-19 pveemic. *Carbohydr. Polym.*, 240:116346.
- Chai, W., Burwinkel, M., Wang, Z., Palissa, C., Esch, B., Twardziok, S., Rieger, J., Wrede, P., Schmidt, M.F.G. 2013. Antiviral effects of a probiotic *Enterococcus faecium* strain against transmissible gastroenteritis coronavirus. *Arch. Virol.*, 158(4):799–807.
- Chan, C.K.Y., Tao, J., Chan, O.S., Lí, H.B., Pang, H. 2020. Preventing respiratory tract infections by synbiotic interventions: a systematic review and meta-analysis of rveomized controlled trials. *Adv. Nutr.*, 11(4):979–988.
- Claesson, M.J., Cusack, S., O’Sullivan, O., Greene-Diniz, R., de Weerd, H., Flannery, E., Marchesi, J.R. Falush, D., Dinan, T., Fitzgerald, G., Stanton, C., van Sinderen, D., O’Connor, M., Harnedy, N., O’Connor, K., Henry, C., O’Mahony, D., Fitzgerald, A.P., Shanahan F., Twomey, C., Hill, C., Ross, R.P., O’Toole P.W. 2011. Composition, variability, and temporal stability of the intestinal microbiota of the elderly. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, 108 Suppl 1(Suppl 1):4586–91.
- Cox, A.J., West, N.P. ve Cripps A.W. 2015. Obesity, inflammation, and the gut microbiota. *Lancet Diabetes Endocrinol*, 3(3):207–15.

- Değirmencioğlu, N. 2020. SU KEFİRİ: Kimyasal Bileşimi ve Sağlık Üzerindeki Etkileri. *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 34(2):443-459.
- d’Ettorre, G., Ceccarelli, G., Marazzato, M., Campagna, G., Pinacchio, C., Alessandri, F., Ruberto, F., Rossi, G., Celani, L., Scagnolari, C., Mastropietro, C., Trinchieri, V., Recchia, G.E., Mauro, V., Antonelli, G., Pugliese, F., Mastroianni, C.M. 2020. Challenges in the management of SARS-CoV-2 infection: the role of oral bacteriotherapy as complementary therapeutic strategy to avoid the progression of COVID-19. *Front. Med.*, 7:389.
- de Vrese, M., Winkler, P., Rautenberg, P., Harder, T., Noah, C., Laue, C., Ott, S., Hampe, J., Schreiber, S., Heller, K., Schrezenmeir, J. 2005. Effect of *Lactobacillus gasseri* PA 16/8, *Bifidobacterium longum* SP 07/3, *B. bifidum* MF 20/5 on common cold episodes: a double blind, rveomized, controlled trial. *Clin. Nutr.*, 24(4):481-91.
- den Besten, G., van Eunen, K., Groen, A.K. Venema, K., Reijngoud, D.J., Bakker, B.M. 2013. The role of short-chain fatty acids in the interplay between diet, gut microbiota, and host energy metabolism. *Lipid. Res.*, 54(9): 2325–40.
- Depeint, F., Tzortzis, G., Vulevic, J., I'anson, K., Gibson, G.R. 2008. Prebiotic evaluation of a novel galactooligosaccharide mixture produced by the enzymatic activity of *Bifidobacterium bifidum* NCIMB 41171, in healthy humans: a rveomized, double-blind, crossover, placebo-controlled intervention study. *Am. J. Clin. Nutr.*, 87(3):785–91.
- Dethlefsen, L. ve Relman, D.A. 2011. Incomplete recovery and individualized responses of the human distal gut microbiota to repeated antibiotic perturbation. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, 108 Suppl 1(Suppl 1):4554-61.
- Dhar, D. ve Mohanty, A. 2020. A gut microbiota and Covid-19 – possible link and implications. *Virus Res.*, 285:198018.
- Enaud, R., Prevel, R., Ciarlo, E. Beauflis, F., Wieërs, G., Guery, B., Delhaes, L. 2020. The gut–lung axis in health and respiratory diseases: a place for interorgan and inter-kingdom crosstalks. *Front. Cell. Infect. Microbiol.*, 10:9.
- Fuller, R. (editor) 1992. Probiotics: The Scientific Basis. London: Chapman and Hall.
- Gao, Q.Y., Chen, Y.X. ve Fang, F.Y. 2020. Novel coronavirus infection and gastrointestinal tract. *J. Dig. Dis.*, 21(3):125–126.
- Gareau, M.G., Sherman, P.M. ve Walker, W.A. 2010. Probiotics and the gut microbiota in intestinal health ve disease. *Nat. Rev. Gastroenterol Hepatol.*, 7(9):503–14.
- Geva-Zatorsky, N., Sefik, E., Kua, L., Pasman, L., Tan, T.G., Ortiz-Lopez, A., Yanortsang, T.B., Yang, L., Jupp, R., Mathis, D., Benoist, C., Kasper, D.L. 2017. Mining the human gut microbiota for immunomodulatory organisms. *Cell*, 168(5):928–943.
- Gibson, G.R., Hutkins, R., Sanders, M.E., Prescott, S.L. 2017. Expert consensus document: the International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics. *Nat. Rev. Gastroenterol Hepatol.*, 14(8):491–502.

- Gu, S., Chen, Y., Wu, Z., Chen, Y., Gao, H., Lv, L., Guo, F., Zhang, X., Luo, R., Huang, C., Lu, H., Zheng, B., Zhang, J., Yan, Ren., Zhang, H., Jiang, H., Xu, Q., Guo, J., Gong, Y., Tang, L., Li, L. 2020. Alterations of the gut microbiota in patients with COVID-19 or H1N1 influenza. *Clin. Infect. Dis.*, 71(10):2669-2678.
- Haak, B.W., Littmann, E.R., Chaubard, J.L., Pickard, A.J., Fontana, E., Adhi, F., Gyaltshen, Y., Ling, L., Morjaria, S.M., Peled, J.U., van den Brink, M.R., Geyer, A.I., Cross, J.R., Pamer, E.G., Taur, Y. 2018. Impact of gut colonization with butyrate-producing microbiota on respiratory viral infection following allo-HCT. *Blood*, 131(26):2978–2986.
- Hamming, I., Timens, W., Bulthuis, M.L., Lely, A.T., Navis, G.J., van Goor, H. 2004. Tissue distribution of ACE2 protein, the functional receptor for SARS coronavirus. A first step in understanding SARS pathogenesis. *J. Pathol.*, 203(2):631–7.
- Hanada, S., Pirzadeh, M., Carver, K.Y., Deng, J.C. 2018. Respiratory viral infection-induced microbiome alterations and secondary bacterial pneumonia. *Front Immunol.*, 9:2640.
- Hao, Q., Lu, Z., Dong, B.R., Huang, C.Q., Wu, T. 2011. Probiotics for preventing acute upper respiratory tract infections. *Cochrane Database Syst Rev*, issue, (9):CD006895.
- Harding, J.N., Siefker, D., Vu, L., You, D., DeVincenzo, J., Pierre, J.F., Cormier, S.A. 2020. Altered gut microbiota in infants is associated with respiratory syncytial virus disease severity. *B.M.C. Microbiol.*, 20(1):140.
- Hatton, G.B., Madla, C.M., Rabbie, S.C., Basit, A.W. 2018. All disease begins in the gut: influence of gastrointestinal disorders and surgery on oral drug performance. *Int. J. Pharm.*, 548(1):408–422.
- Hayes, C.L., Dong, J., Galipeau, H.J., Jury, J., McCarville, J., Huang, X., Wang, X.Y., Naidoo, A., Anbazhagan, A.N., Libertucci, J., Sheridan, C., Dudeja, P.K., Bowdish, D.M.E., Surette, M., Verdu, E.F. 2018. Commensal microbiota induces colonic barrier structure and functions that contribute to homeostasis. *Sci. Rep.*, 8(1):14184.
- He, Y., Wang, J., Li, F., Shi, Y. 2020. Main clinical features of COVID-19 ve potential prognostic and therapeutic value of the microbiota in SARS-CoV-2 infections. *Front. Microbiol.*, 11:1302.
- Hiippala, K., Jouhten, H., Ronkainen, A., Hartikainen, A., Kainulainen, V., Jalanka J., Satokari, R. 2018. The potential of gut commensals in reinforcing intestinal barrier function and alleviating inflammation. *Nutrients*, 10(8):988.
- Hill, C., Guarner, F., Reid, G., Gibson, G.R., Merenstein, D.J., Pot, B., Morelli, L., Canani, R.B., Flint, H.J., Salminen, S., Calder, P.C., Sanders, M.E. 2014. Expert consensus document: the International Scientific Association for Probiotics ve Prebiotics consensus statement on the scope ve appropriate use of the term probiotic. *Nat. Rev. Gastroenterol Hepatol.*, 11(8):506–14.
- Hoffmann, M., Kleine-Weber, H., Schroeder, S., Krüger, N., Herrler, T., Erichsen, S., Schiergens, T.S., Herrler, G., Wu, N.H., Nitsche, A., Müller, M.A., Drosten, C. ve Pöhlmann, S. 2020. SARS-CoV-2 Cell Entry Depends on ACE2 and TMPRSS2 and Is Blocked by a Clinically Proven Protease Inhibitor. *Cell*, 181, 271–280.

- John, G.K., Wang, L., Nanavati, J., Twose, C., Singh, R., Mullin, G. 2018. Dietary alteration of the gut microbiome and its impact on weight and fat mass: a systematic review and meta-analysis. *Genes.*, 9(3):167.
- Jose, R.J. ve Manuel, A., 2020 COVID-19 cytokine storm: the interplay between inflammation and coagulation. *The Lancet Respiratory Med.*, 8(6): E46–E47.
- Kalina, U., Koyama, N., Hosoda, T., Nuernberger, H., Sato, K., Hoelzer, D., Herweck, F., Manigold, T., Singer, M.V., Rossol, S., Böcker, U. 2002. Enhanced production of IL-18 in butyrate-treated intestinal epithelium by stimulation of the proximal promoter region. *Eur. J. Immunol.*, 32(9):2635–43.
- Kaplan, H. ve Hutkins, R.W. 2000. Fermentation of fructooligosaccharides by lactic acid bacteria and bifidobacteria. *Appl. Environ. Microbiol.*, 66(6):2682-4.
- King, S., Glanville, J., Sanders, M.E., Fitzgerald, A., Varley, D. 2014. The effectiveness of probiotics on length of illness in healthy children and adults who develop common acute respiratory infectious conditions: a systematic review and meta-analysis. *Br. J. Nutr.*, 112(1):41–54.
- König, J., Wells, J., Cani, P.D., Garcia-Rodenas, C.L., MacDonald, T., Mercenier, A., Whyte, J., Troost, F., Brummer, R.J. 2016. Human intestinal barrier function in health and disease. *Gastroenterology*, 7(10):196.
- Lei, W.T., Shih, P.C., Liu, S.J. ve ark., 2017. Effect of probiotics and prebiotics on Immune response to influenza vaccination in adults: a systematic review and meta-analysis of rveomized controlled trials. *Nutrients*, 9(11):1175.
- Lenoir-Wijnkoop, I., Gerlier, L., Bresson, J.L., Le Pen, C., Berdeaux, G. 2015. Public health and budget impact of probiotics on common respiratory tract infections: a modelling study. *PLOS ONE*, 10(4): 0122765.
- Lenoir-Wijnkoop, I., Gerlier, L., Roy, D., Reid, G. 2016. The clinical and economic impact of probiotics consumption on respiratory tract infections: projections for Canada. *PLOS ONE*, 11(11): 0166232.
- Logtenberg, M.J., Akkerman, R., An, R., Hermes, G.D.A., de Haan, B.J., Fass, M.M., Zoetendal, E.G., Schols, H.A., de Vos, P. 2020. Fermentation of chicory fructo-oligosaccharides and native inulin by infant fecal microbiota attenuates pro-inflammatory responses in immature dendritic cells in an infant-age-dependent and fructan-specific way. *Mol. Nutr. Food Res.*, 64(13): 2000068.
- Lomax, A.R. ve Calder, P.C. 2009. Probiotics, immune function, infection and inflammation: a review of the evidence from studies conducted in humans. *Curr. Pharm. Des.*, 15(13):1428–518.
- Luo, E., Zhang, D., Luo, H., Liu B., Zhao, K., Zhao, Y., Bian, Y., Wang, Y. 2020. Treatment efficacy analysis of traditional Chinese medicine for novel coronavirus pneumonia (COVID-19): an empirical study from Wuhan, Hubei Province, China. *Chin. Med.*, 15:34.
- Mahmoodpoor, A., Hamishehkar, H., Asghari, R., Abri, R., Shadvar, K., Sanaie, S. 2019. Effect of a probiotic preparation on ventilator-associated pneumonia in critically ill patients admitted to the intensive care unit: a prospective double-blind rveomized controlled trial. *Nutr. Clin. Pract.*, 34(1):156–162.
- Marsland, B.J., Trompette, A. ve Gollwitzer, E.S. 2015. The Gut–Lung Axis in Respiratory Disease. *Annals of the American Thoracic Society* 12, S150 – S156.
- Ma C, Cong Y ve Zhang H 2020. COVID-19 and the digestive system. *Am. J. Gastroenterol*, 115(7):1003–1006.

- Muthukrishnan, P.T., ve Faillace, R., 2020. Compassionate use of others' immunity — understanding gut microbiome in Covid-19. *Critical Care*, 24(1):358.
- Meijerink, M., Rösch, C., Taverne, N., Venema, K., Gruppen, H., Schols, H.A., Wells, J.M. 2018. Structure dependent-immunomodulation by sugar beet arabinans via a SYK tyrosine kinase-dependent signalling pathway. *Front Immunol.*, 9:1972.
- Metchnikoff, E. 1907. The prolongation of life. *Nature*, 77:289–290.
- Pan, L., Mu, M., Yang, P., Sun, Y., Wang, R., Yan, J., Li, P., Hu, B., Wang, J. Hu, C., Jin, Y., Niu, X., Ping, R., Du, Y., Li, T., Xu, G., Hu, Q., Tu, L. 2020. Clinical characteristics of COVID-19 patients with digestive symptoms in Hubei, China: a descriptive, cross-sectional, multicenter study. *Am. J. Gastroenterol.*, 115(5):766–773.
- Muscogiuri, G. Pugliese, G. Barrea, L., Savastano, S., Colao, A. 2020 Obesity: the “Achilles heel” for COVID-19? *Metab.*, 108:154251.
- Pang, I.K. ve Iwasaki, A. 2018. Control of antiviral immunity by pattern recognition and the microbiome. *Immunol. Rev.*, 245(1):209–226.
- Pu, F., Guo, Y., Li, M., Zhu, H., Wang, S., Shen, X., He, M., Huang, C., He, F. 2017. Yogurt supplemented with probiotics can protect the healthy elderly from respiratory infections: a randomized controlled open-label trial. *Clin. Interv Aging*, 12:1223–1231.
- Qin, J., Li, R., Raes, J., Arumugam, M., Burgdorf, K.S., Manichanh, C., Nielsen, T., Pons, N., Levenez, F., Yamada, T., Mende, D.R., Li, J., Xu, J., Li, S., Li, D., Cao, J., Wang, B., Liang, H., Zheng, H., Xie, Y., Tap, J., Lepage, P., Bertalan, M., Batto, J.M., Hansen, T., Le Paslier, D., Linneberg, A., Nielsen, H.B., Pelletier, E., Renault, P., Sicheritz-Ponten, T., Turner, K., Zhu, H., Yu, C., Li, S., Jian, M., Zhou, Y., Li, Y., Zhang, X., Li, S., Qin, N., Yang, H., Wang, J., Brunak, S., Doré, J., Guarner, F., Kristiansen, K., Pedersen, O., Parkhill, J., Weissenbach, J., Consortium M., Bork, P., Ehrlich, S.D., Wang J. 2010. A human gut microbial gene catalogue established by metagenomic sequencing. *Nature*, 464(7285):59–65.
- Quigley, E.M. 2012. Prebiotics and probiotics: their role in the management of gastrointestinal disorders in adults. *Nutr. Clin. Pract.*, 27(2):195–200.
- Rastall, R.A. ve Gibson, G.R. 2015. Recent developments in prebiotics to selectively impact beneficial microbes and promote intestinal health. *Curr. Opin. Biotechnol.*, 32:42–46.
- Rowland, I.R., Gibson, G.R., Heinken, A., Scott, K., Swann, j., Thiele, I., Tuohy, K. 2018. Gut microbiota functions: metabolism of nutrients and other food components. *Eur. J. Nutr.*, 57(1):1–24.
- Satokari, R. 2019 Modulation of gut microbiota for health by current ve next-generation probiotics. *Nutrients* 11(8), 1921, (2-4).
- Chang CJ, Lin TL, Tsai YL, ve ark., 2019. Next generation probiotics in disease amelioration. *J. Food Drug Anal.*, 27(3):615–622.
- Schauber, J., Svanholm, C., Termén, S. Iffland, K., Menzel, T., Scheppach, W., Melcher, R., Agerberth, B., Lührs, H., Gudmundsson, G.H. 2003. Expression of the cathelicidin LL-37 is modulated by short chain fatty acids in colonocytes: relevance of signalling pathways. *Gut*, 52(5):735–41.

- Shahramian, I., Kalvvei, G., Javaherizadeh, H., Khalili, M., Noori, N.M., Delaramnasab, M., Bazi, A. 2018. The effects of prebiotic supplementation on weight gain, diarrhoea, constipation, fever and respiratory tract infections in the first year of life. *J. Paediatr. Child Health*, 54(8):875–880.
- Shida, K., Sato, T., Iizuka, R., Hoshi, R., Watanabe, O., Igarashi, T., Miyazaki, K., Nanno, M., Ishikawa, F. 2017. Daily intake of fermented milk with *Lactobacillus casei* strain Shirota reduces the incidence and duration of upper respiratory tract infections in healthy middle-aged office workers. *Eur. J. Nutr.*, 56(1):45–53.
- Shimizu, K., Yamada, T., Ogura, H., Mohri, T., Kiguchi, T., Fujimi, S., Asahara, T., Yamada, T., Ojima, M., Ikeda, M., Shimazu, T. 2018. Synbiotics modulate gut microbiota and reduce enteritis and ventilator-associated pneumonia in patients with sepsis: a randomized controlled trial. *Crit. Care*, 22(1):239.
- Su, M., Jia, Y., Li, Y., Zhou, D., Jia, J. 2020. Probiotics for the prevention of ventilator-associated pneumonia: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Respir. Care*, 65(5):673–685.
- Swanson K.S., Gibson G.R., Hutkins R., Reimer, R.A., Reid, G., Verbeke, K., Scott, K.P., Holscher, H.D., Azad, M.B., Delzenne, N.M., ve Sanders, M.E. 2020. Expert consensus document: the International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of synbiotics. *Nature Reviews Gastroenterology ve Hepatology*, 17, 687–701.
- Toward, R., Montandon, S., Walton, G., Gibson, G.R. 2012. Effect of prebiotics on the human gut microbiota of elderly persons. *Gut Microbes.*, 3(1):57–60.
- Trompette, A., Gollwitzer, E.S., Pattaroni, C., Lopez-Mejia, I.C., Riva, E., Pernot, J., Ubags, N., Fajas, L., Nicod, L.P., Marsland, B.J. 2018. Dietary fiber confers protection against flu by shaping Ly6c⁺ patrolling monocyte hematopoiesis and CD8⁺T cell metabolism. *Immunity*, 48(5):992–1005.
- Trompette, A., Gollwitzer, E.S., Yadava, K., Sichelstiel, A.K., Sprenger, N., Ngom-Bru, C., Blanchard, C., Jun, T., Nicod, L.P., Harris, N.L., Marsland, B.J. 2014. Gut microbiota metabolism of dietary fiber influences allergic airway disease and hematopoiesis. *J. Nat. Med.*, 20(2):159–66.
- Turnbaugh, P.J., Ley, R.E., Hamady, M., Fraser-Liggett, C.M., Knight, R., Gordon, J.I. 2007. The human microbiome project. *Nature*, 449(7164):804–10.
- Vighi, G., Marcucci, F., Sensi, L., Di Cara, G., Frati, F. 2008. Allergy and the gastrointestinal system. *Clin. Exp. Immunol.* 153, Suppl., 1:3–6.
- Vitetta, L., Saltzman, E.T., Thomsen, M., Nikov, T., Hall, S. 2017. Adjuvant probiotics and the intestinal microbiome: enhancing vaccines and immunotherapy outcomes. *Vaccines*, 5(4):50.
- Vogt, L.M., Elderman, M.E., Borghuis, T., de Haan, B.J., Faas, M.M., de Vos, P. 2017. Chain-length dependent effects of inulin-type fructan dietary fiber on human systemic immune responses against hepatitis -B. *Mol. Nutr. Food, Res* 61(10).
- Vulevic, J., Juric, A., Tzortzis, G., Gibson, G.R. 2013. A mixture of transgalactooligosaccharides reduces markers of metabolic syndrome and modulates the fecal microbiota and immune function of overweight adults. *J. Nutr.*, 143(3):324–331.

- Vulevic, J., Juric, A., Walton, G.E., Claus, S.P., Tzortzis, G., Toward, R.E., Gibson, G.R. 2015. Influence of galactooligosaccharide mixture (B-GOS) on gut microbiota, immune parameters and metabonomics in elderly persons. *Br. J. Nutr.*, 114(4):586–595.
- Walton, G.E., Swann, J.R. ve Gibson, G.R. 2013. Prebiotics. In “*The Prokaryotes – Human Microbiology*, pp. 25–43 [E Rosenberg, EF DeLon, S Lory, E Stackebrvet ve F Thompson, editors].” Berlin Heidelberg: Springer.
- Wang, Y., Li, X., Ge, T. ve ark., 2016. Probiotics for prevention and treatment of respiratory tract infections in children: a systematic review and meta-analysis of rveomized controlled trials. *Medicine*, 95:4509.
- Weber, H.K., Schroeder, S.S. ve Krüger, N. 2020. SARS-CoV-2 cell entry depends on ACE2 and TMPRSS2 and is blocked by a clinically proven protease inhibitor. *Cell*, 181(2):271–280.
- Weng, H., Li, J.G., Mao, Z., Feng, Y., Wang, C.Y., Ren, X.Q., Zeng, X.T. 2017. Probiotics for preventing ventilator-associated pneumonia in mechanically ventilated patients: a meta-analysis with trial sequential analysis. *Front Pharmacol.*, 8:717.
- Winkler, P., de Vrese, M., Laue, Ch., Schrezenmeir, J. 2005. Effect of a dietary supplement containing probiotic bacteria plus vitamins and minerals on common cold infections and cellular immune parameters. *Int. J. Clin. Pharmacol. Ther.*, 43(7):318–26.
- Wölfel, R., Corman, V.M., Guggemos, W., Seilmaier, M., Zange, S., Müller, M.A., Niemeyer, D., Jones, T.C., Vollmar, P., Rothe, C., Hoelscher, M., Bleicker, T., Brünink, S., Schneider, J., Ehmann, R., Zwirgmaier, K., Drosten, C., Wendtner, C. 2020. Virological assessment of hospitalized patients with COVID-2019. *Nature*, 581(7809):465–469.
- Worldometers 2020. Coronavirus cases. <https://www.worldometers.info/coronavirus/coronavirusases/?fbclid=IwAR1rXCB1NYf48HuNqhHZDPNSUySwz8PpWwqaGR E3Pijh Qfc03axd2FPcI>
- Wu, S., Jiang, Z.Y., Sun, Y.F. Yu, B., Chen, J., Dai, C.Q., Wu, X.L., Tang, X.L., Chen, X.Y. 2013. Microbiota regulates the TLR7 signalling pathway against respiratory tract influenza A virus infection. *Curr. Microbiol.*, 67(4):414–22.
- Xiao, F., Tang, M., Zheng, X., Liu, Y., Li, X., Shan, H. 2020. Evidence for gastrointestinal infection of SARS-CoV-2. *Gastroenterol*, 158(6):1831–1833.
- Xu, K., Cai, H., Shen, Y., Ni, Q., Chen, Y., Hu, S., Li, J., Wang, H., Yu, L., Huang, H., Qiu, Y., Wei, G., Fang, Q., Zhou, J., Sheng, J., Liang, T., Li, L. 2020. Translation: management of Coronavirus disease 2019 (COVID-19): experience in Zhejiang Province, China. *Infect. Mic. Dis.*, 49(2):147-157.
- Yaron, J.R., Ambadapadi, S., Zhang, L., Chavan, R.N., Tibbetts, S.A., Keinan, S., Varsani, A., Maldonado, J., Kraberger, S., Tafoya, A.M., Bullard, W.L., Kilbourne, J., Stern-Harbutte, A., Krajmalnik-Brown, R., Munk, B.H., Koppang, E.O., Lim, E.S., Lucas, A.R. 2020. Immune protection is dependent on the gut microbiome in a lethal mouse gammaherpesviral infection. *Sci. Rep.*, 10(1):2371.
- Yeh, T.L., Shih, P.C., Liu, S.J., Lin, C.H., Liu, J.M., Lei, W.T., Lin, C.Y. 2018. The influence of prebiotic or probiotic supplementation on antibody titers after influenza vaccination: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Drug Des. Devel. Ther.*, 12:217–230.

- Yoshida, N., Yamashita, T. ve Hirata, K.I. 2018. Gut microbiome and cardiovascular diseases. *Diseases*, 6(3):56.
- Zang, R., Gomez Castro, M.F., McCune, B.T., Zeng, Q., Rothlauf, P.W., Sonnek, N.M., Liu, Z., Brulois, K.F., Wang, X., Greenberg, H.B., Diamond, M.S., Ciorba, M.A., Whelan, S.P., Ding, S. 2020. TMPRSS2 and TMPRSS4 promote SARS-CoV-2 infection of human small intestinal enterocytes. *Sci. Immunol.*, 13:5(47): eabc3582.
- Zeng, J., Wang, C.T., Zhang, F.S., Qi, F., Wang, S.F., Ma, S., Wu, T.J., Tian, H., Tian, Z.T., Zhang, S.L., Qu, Y., Liu, L.Y., Li Y.Z., Cui, S., Zhao, H.L., Du, Q.S., Ma, Z., Li, C.H., Li, Y., Si, M., Chu, Y.F., Meng, M., Ren, H.S., Zhang, J.C., Jiang, J.J., Ding, M., Wang, Y.P. 2016. Effect of probiotics on the incidence of ventilator-associated pneumonia in critically ill patients: a randomized controlled multicenter trial. *Intens. Care Med*, 42(6):1018–1028.
- Zheng, S., Fan, J., Yu, F., Feng, B., Lou, B., Zou, Q., Xie, G., Lin, S., Wang, R., Yang, X., Chen, W., Wang, Q., Zhang, D., Liu, Y., Gong, R., Ma, Z., Lu, S., Xiao, Y., Gu, Y., Zhang, J., Yao, H., Xu, K., Lu, X., Zhou, J., Fang, Q., Cai, H., Qui, Y., Sheng, J., Chen, Yu., ve Liang, T. 2020. Viral load dynamics and disease severity in patients infected with SARS-CoV-2 in Zhejiang province, China, January–March 2020: retrospective cohort study. *BMJ* 369:m1443.
- Zhou, F., Yu, T., Du, R., Fan, G., Liu, Y., Liu, Z., Xiang, J., Wang, Y., Song, B., Gu, X., Guan, L., Wei, Y., Li, H., Wu, X., Xu, J., Tu, S., Zhang, Y., Chen, H., Cao, B. 2020. Clinical course and risk factors for mortality of adult inpatients with COVID-19 in Wuhan, China: a retrospective cohort study. *Lancet*, 395(10229): 1054–1062.
- Zimmermann, P. ve Curtis, N. 2018. The influence of probiotics on vaccine responses – a systematic review. *Vaccine*, 36(2):207–213.
- Zuo, T., Liu, Q., Zhang, F., Lui, G.C.Y., Tso, E.Y.K., Yeoh, Y.K., Chen, Z., Boon, S.S., Chan, F.K.L., Chan, P.K.S., Ng, S.C. 2021. Depicting SARS-CoV-2 faecal viral activity in association with gut microbiota composition in patients with COVID-19. *Gut*. 70:276–284.
- Zuo, T., Zhang, F., Lui, G.C.Y., Yeoh, Y.K., Li, A.Y.L., Zhan, H., Wan, Y., Chung, A.C.K., Cheung, C.P., Chen, N., Lai, C.K.C., Chen, Z., Tso, E.Y.K., Fung, K.S.C., Chan, V., Ling, L., Joynt, G., Hui, D.S.C., Chan, F.K.L., Chan, P.K.S., Ng, S.C. 2020. Alterations in gut microbiota of patients with COVID-19 during time of hospitalization. *Gastroenterol*, 159(3):944–955.



BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ

Journal of Agricultural Faculty of Bursa Uludağ University

Görükle Kampüsü 16059 Bursa/Türkiye

e-ISSN 2651-4044

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/bursauludagziraat>

<http://www.uludag.edu.tr/ziraatdergi>

Amaç

Tarım ve yaşam bilimleri ile ilgili alanlardaki araştırma ve derlemelerin Türkçe ve İngilizce dillerinde yayımlanarak bilginin ulusal ve uluslararası düzeyde paylaşımı amaçlanmaktadır.

Kapsam

Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi eski adıyla Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi Haziran ve Aralık olmak üzere yılda iki sayı olarak basılan hakemli, akademik, bilimsel, uluslararası bir dergidir. Dergi; bahçe bitkileri, bitki koruma, biyoenerji, biyosistem mühendisliği, doğal kaynaklar, genetik, gıda mühendisliği, gıda bilimi ve teknolojisi, peyzaj, süs bitkileri ve doğa koruma, su ürünleri ve balıkçılık, süt teknolojisi, tarım ekonomisi, tarım makinaları, tarımsal biyoteknoloji, tarımsal yapılar ve sulama, tarla bitkileri, toprak bilimi ve bitki besleme, topraksız yetiştiricilik ve zootekni gibi tüm ziraat alanları ile ilgili özgün araştırma makalelerini ve sınırlı sayıda derlemeleri kabul etmektedir. Sunulan makaleler özgün olmalı ve Türkçe ya da İngilizce yazılmalıdır. Sunulan makaleler başka hiçbir yerde yayımlanmamış olmalıdır. Ancak, bir kongre ya da sempozyumda sadece özeti yayımlanan makaleler dergiye sunulabilir.

Yayın Politikası

Dergiye Türkçe ve İngilizce araştırma makaleleri ve sınırlı sayıda derleme makaleleri kabul edilmektedir. Makale başvuruları DergiPark sistemi (<https://dergipark.org.tr/tr/pub/bursauludagziraat>) üzerinden sorumlu yazar tarafından yapılmalıdır. Dergiye yayımlanması talebi ile gönderilen makalelerin diğer dergilerde yayımlanmamış ve/veya yayımlanması amacıyla gönderilmemiş olması gerekmektedir. Makale başvurusunda; (1) tam metin makale, (2) tam metin makalenin taratıldığını gösteren benzerlik raporu (Ithenticate) (% 20'nin altında olmalıdır), (3) imzalanmış ve taratılmış başvuru formu, (4) tüm yazarlar tarafından imzalanmış çıkar çatışması, yazarlık katkı beyan formu, Etik kurul onay raporu vb. (5) tüm yazarlar tarafından imzalanmış telif hakkı devir formunun taranmış kopyasının elektronik formatta DergiPark sistemine <http://dergipark.org.tr/login> adresinden kayıt olunarak yüklenmesi gerekmektedir. Makalenin dergide basılabilmesi için her hangi bir ücret talebi yoktur. Yayımlanan makalelerin tüm hakları Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisine aittir. Makalenin bilimsel sorumlulukları yazarlarına aittir. Yazarlara telif ücreti ödenmez. Bir yazarın aynı sayıda ilk isim olarak en fazla iki makalesine yer verilir. Dergimizde yayımlanan makalelerin bir kısmı veya tamamı dergimiz kaynak gösterilmeden kullanılamaz.

Dergiye gönderilen makalelerde; konu ile ilgili olarak derginin daha önceki sayılarında yayımlanan en az bir yayına atıf yapılması önem arz etmektedir. Dergiye yapılan atıflarda “**Bursa Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Derg.**” kısaltması kullanılmalıdır.

Değerlendirme Süreci

Yayımlanması için gönderilen eser, yayın ilkeleri doğrultusunda önce sekreteryaya daha sonrasında editör tarafından ön incelemeye alınır. Editör, dergide yayımlanabilecek nitelikte bulmadığı makaleleri hakemlere göndermeden yazara/yazarlara iade kararı verme hakkına sahiptir. Ayrıca yazım kurallarına uymayan veya anlatım dili yetersiz olan makaleler, düzeltilmek üzere yazara/yazarlara iade edilir. Değerlendirmeye alınan makaleler, incelenmek üzere en az 2 hakeme gönderilir. Değerlendirmede çift yönlü kör hakemlik uygulaması esastır. Hakem değerlendirmesinden geçen makalelere ait düzeltmeler, düzeltme raporu ile birlikte en kısa sürede sisteme yüklenmelidir. Editör, hakem raporlarını ve/veya istenilen düzeltmelerin yeterli olup olmamasını dikkate alarak makalenin yayımlanıp yayımlanmamasına yönelik nihai karar vericidir. Makalenin yayımlanmasından önce makalede sayfa düzeni yapılarak son kontrol için yazarına gönderilir. Yazar makalenin son kontrolünü yaptıktan sonra basım öncesi düzeltme istek ve onay formunu imzalayarak sisteme yükler. Kontrolün düzgün yapılmaması sonucunda oluşabilecek baskı hataları yazarların sorumluluğundadır. Makalenin değerlendirme süreci yaklaşık 3-4 ay kadar sürmektedir. Sürecin süresi; hakem değerlendirmelerine, yazarların hakemlere verdikleri cevaplara ve cevaplama süreleri ile hakemlerin düzeltmeleri yeniden görme isteklerine göre değişiklik gösterebilmektedir. İşlemi tamamlanan eserler kabul tarihi dikkate alınarak derginin yayınlanacak sayısında bulunması gereken makale limitleri dahilinde yayımlanır.

Alıntılanma Yüzdesi

Dergiye başvurusu yapılan makalelerin, hakemlik sürecine alınmadan önce intihal programı ile (iThenticate Plagiarism Detection Software) (<http://www.ithenticate.com>) taratılmış olması gerekmektedir. Tarama sonucunda Kaynaklar bölümü haricinde, benzerlik oranı %20 ve aşağı değeri taşıyan makaleler başvuruya kabul edilmektedir. Makale başvurusu ile beraber iThenticate raporunun da sisteme yüklenmesi süreç için gereklidir. Sisteme yüklenecek raporun tüm sorumluluğu yazarına aittir. Yapılacak kontrollerde raporlarda uyumsuzluk görülmesi ve kriterlere uymaması durumunda makale yazarına iade edilecektir.

Yayın Etiği İlkeleri

Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi'nde uygulanan yayım süreçleri, bilginin tarafsız ve saygın bir şekilde gelişimine ve dağıtımına temel teşkil etmektedir. Bu doğrultuda uygulanan süreçler, yazarların ve yazarları destekleyen kurumların çalışmalarının kalitesine doğrudan yansımaktadır. Hakemli çalışmalar bilimsel yöntemi somutlaştıran ve destekleyen çalışmalardır. Bu noktada sürecin bütün paydaşlarının (yazarlar, okuyucular ve araştırmacılar, yayıncı, hakemler ve editörler) etik ilkelere yönelik standartlara uyması önem taşımaktadır. Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, tüm paydaşların yayım etiği kapsamında aşağıda belirtilen etik sorumlulukları taşımasını beklemektedir.

Aşağıda yer alan etik görev ve sorumluluklar, açık erişim olarak Committee on Publication Ethics (COPE) tarafından yayınlanan rehberler ve politikalar ile YÖK bilimsel araştırma ve yayım etiği yönergesi dikkate alınarak hazırlanmıştır.

Hakemli dergide yayım ilkeleri ile ilgili tüm taraflardan (yazar, dergi editörü, hakem ve yayımcı kuruluşlar) beklenen genel etik davranışlar ve sorumluluklara ilişkin tanımlamalar aşağıda belirtilmektedir.

Yazar(lar)ın Sorumlulukları

Kaynakça listesi eksiksiz olmalıdır.

İntihal ve sahte veriye yer verilmemelidir.

Aynı araştırmanın birden fazla dergide yayımlanmasına teşebbüs edilmemeli,

Bilim araştırma ve yayın etiğine uymalıdır.

Tüm yazarların araştırmaya katkısı bulunmalıdır.

Makalede geçen tüm veriler gerçek ve orijinal olmalıdır.

Tüm yazarlar hatalı makalenin geri çekilmesini ve hataların düzeltilmesini sağlamak zorundadır.

Bilim araştırma ve yayın etiğine aykırı eylemler şunlardır:

a) İntihal: Başkalarının fikirlerini, metotlarını, verilerini, uygulamalarını, yazılarını, şekillerini veya eserlerini sahiplerine bilimsel kurallara uygun biçimde atıf yapmadan kısmen veya tamamen kendi eseriymiş gibi sunmak,

b) Sahtecilik: Araştırmaya dayanmayan veriler üretmek, sunulan veya yayımlanan eseri gerçek olmayan verilere dayandırarak düzenlemek veya değiştirmek, bunları rapor etmek veya yayımlamak, yapılmamış bir araştırmayı yapılmış gibi göstermek,

c) Çarpıtma: Araştırma kayıtları ve elde edilen verileri tahrif etmek, araştırmada kullanılmayan yöntem, cihaz ve materyalleri kullanılmış gibi göstermek, ilgili teori veya varsayımlara uydurmak için veriler ve/veya sonuçlarla oynamak, destek alınan kişi ve kuruluşların çıkarları doğrultusunda araştırma sonuçlarını tahrif etmek veya şekillendirmek,

ç) Tekrar yayım: Bir araştırmanın aynı sonuçlarını içeren birden fazla eseri ayrı eserler olarak sunmak,

d) Dilimleme: Bir araştırmanın sonuçlarını araştırmanın bütünlüğünü bozacak şekilde, uygun olmayan biçimde parçalara ayırarak ve birbirine atıf yapmadan çok sayıda yayın yaparak ayrı eserler olarak sunmak,

e) Haksız yazarlık: Aktif katkısı olmayan kişileri yazarlar arasına dâhil etmek, aktif katkısı olan kişileri yazarlar arasına dâhil etmemek, yazar sıralamasını gerekçesiz ve uygun olmayan bir biçimde değiştirmek, aktif katkısı olanların isimlerini yayım sırasında veya sonraki baskılarda eserden çıkarmak, aktif katkısı olmadığı halde nüfuzunu kullanarak ismini yazarlar arasına dâhil ettirmek,

f) Diğer etik ihlali türleri: Destek alınarak yürütülen araştırmaların yayınlarında destek veren kişi, kurum veya kuruluşlar ile onların araştırmadaki katkılarını açık bir biçimde belirtmemek, insan ve hayvanlar üzerinde yapılan araştırmalarda etik kurallara uymamak, yayınlarında hasta haklarına saygı göstermemek, hakem olarak incelemek üzere görevlendirildiği bir eserde yer alan bilgileri yayınlanmadan önce başkalarıyla paylaşmak, bilimsel araştırma için sağlanan veya ayrılan kaynakları, mekânları, imkânları ve cihazları amaç dışı kullanmak, tamamen dayanaksız, yersiz ve kasıtlı etik ihlali suçlamasında bulunmak (YÖK Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi, Madde 8).

Hakemlerin Sorumlulukları

Hakemlik süreci, bilimsel akademik yayıncılığın başarısında önemli bir konumda bulunmaktadır. Hakemler bu sürecin sağlıklı yürütülebilmesi ve iyileştirilmesine gayret göstermelidir.

Hakemler araştırmayla, yazarlarla ve/veya araştırma fon sağlayıcılar ile çıkar çatışması/çakışması içerisinde olmamalıdır.

Değerlendirmeleri tarafsız olmalıdır.

Değerlendirilen makaleler hakem tarafından gizli tutulmalıdır.

Editörün Sorumlulukları

Editörler bir makaleyi kabul etmek ya da reddetmek için tüm sorumluluğa ve yetkiye sahiptir.

Editörler kabul ettiği ya da reddettiği makaleler ile ilgili çıkar çatışması/çakışması içerisinde olmamalıdır.

Sadece alana katkı sağlayacak makaleler kabul edilmelidir.

Hakemlerin ismini değerlendirme tamamlanana kadar saklı tutmalıdır.

Makalenin yayımlanmasından sonra herhangi bir araştırmacı tarafından bilimsel hata tespit edildiğinde ilgili düzeltme/düzeltilmelerin yayımlanmasını ya da geri çekilmesini desteklemelidir.

Yayıncının Sorumlulukları

Yayıncılık etiğinin yayın kurulu tarafından izlenmesi/korunması,

Akademik kaydın bütünlüğünü korumak,

Etik standartlardan ödün vermemek,

Gerektiğinde düzeltmeleri, açıklamaları ve özürleri yayımlamak,

Okuyucunun dergide yayımlanan bir makalede önemli bir bilimsel hata ya da intihal, yinelenen makaleler gibi konularda herhangi bir uyarısı olduğu zaman zfdergisi@uludag.edu.tr adresine mail atarak editör kuruluna bildirebilir. Derginin bilimsel ve teknik yönden gelişmesi için bir fırsat olacağı bilinci ile, yapacağınız uyarılar/eleştiriler, editör kurulu tarafından memnuniyetle karşılanarak hızlı ve yapıcı bir şekilde iyileştirmelerimiz gerçekleştirilmektedir.

Etik Kurul Onayı

Yazarlar yayımlamak istedikleri makale ile ilgili olarak gerekli olan etik kurul onayını aldıkları kurumu ve onay numarasını **Materyal ve Yöntem** bölümünde mutlaka belirtmelidirler. Yayın kurulu gerekli gördüğünde “Etik Kurul Onay Belgesini” ayrıca isteyebilir. Makalenin etik kurul onayı gerektirip gerektirmediği aşağıda bildirilen kısımdan yazarlar ve alan editörleri tarafından mutlaka sorgulanması gerekmektedir.

Etik Kurul izni gerektiren araştırmalar aşağıdaki gibidir.

- Anket, mülakat, odak grup çalışması, gözlem, deney, görüşme teknikleri kullanılarak katılımcılardan veri toplanmasını gerektiren nitel ya da nicel yaklaşımlarla yürütülen her türlü araştırmalar
- İnsan ve hayvanların (materyal/veriler dahil) deneysel ya da diğer bilimsel amaçlarla kullanılması,
- İnsanlar üzerinde yapılan klinik araştırmalar,
- Hayvanlar üzerinde yapılan araştırmalar,
- Kişisel verilerin korunması kanunu gereğince retrospektif çalışmalar,

Ayrıca;

- Olgu sunumlarında “Aydınlatılmış onam formu”nun alındığının belirtilmesi,
- Başkalarına ait ölçek, anket, fotoğrafların kullanımı için sahiplerinden izin alınması ve belirtilmesi,
- Kullanılan fikir ve sanat eserleri için telif hakları düzenlemelerine uyulduğunun belirtilmesi.

Makale Yazım Kuralları

TR Dizin kriterleri gereği dergimize gönderilecek olan makalelerin mutlaka aşağıda belirtilen hususlara uyması gerekmektedir.

Tüm bilim dallarında yapılan ve etik kurul kararı gerektiren klinik ve deneysel insan ve hayvanlar üzerindeki çalışmalar için ayrı ayrı etik kurul onayı alınmış olmalı, **bu onay makalede belirtilmeli ve belgelendirilmelidir.**

Makalelerde Araştırma ve Yayın Etiğine uyulduğuna dair ifadeye yer verilmelidir. Etik kurul izni gerektiren çalışmalarda, izinle ilgili bilgiler (kurul adı, tarih ve sayı no) yöntem bölümünde ve ayrıca makale ilk/son sayfasında yer verilmelidir.

Kullanılan fikir ve sanat eserleri için telif hakları düzenlemelerine riayet edilmesi gerekmektedir.

Makale sonunda; Araştırmacıların Katkı Oranı beyanı, varsa Destek ve Teşekkür Beyanı, Çatışma Beyanı verilmesi gerekmektedir.

Makaleler; Ana Başlık, Öz, İngilizce Başlık, Abstract, Giriş, Materyal ve Yöntem, Bulgular ve Tartışma (ayrı olabilir) Sonuç, Teşekkür veya Bilgi Notu (Gerekli ise) ile Kaynaklar bölümlerinden oluşmalıdır.

Makale içinde metin A4 (210 x 297 mm) formunda beyaz kağıda, Microsoft Word formatında, üst ve alttan, 2 cm; sağ ve soldan 2.5 cm boşluk bırakılarak 1.5 satır aralığı ile 10 punto Times New Roman yazı karakterinde yazılmalı ve metin iki yandan hizalanmış olmalıdır.

Ana Başlık haricinde tüm bölüm başlıkları sadece ilk harfleri büyük olacak şekilde küçük harflerle, koyulaştırılmış, 12 punto yazı karakterinde, sola yaslı ve üstten birer boşluk kalacak şekilde yerleştirilecektir. Ana başlıklardan sonra metin ile arasında birer satır boşluk bırakılmalı. İlk paragrafta paragraf başı kullanılmamalı izleyen paragraflara ise 0.5 cm içerden başlayarak devam edilmelidir.

Aşağıdaki yazım kurallarına uygun hazırlanmış olan makale 25 sayfayı aşmamalıdır.

Makalenin hazırlanması aşamasında örnek makaleye buradan ulaşabilirsiniz. **Örnek Makale Word formatı**

Ana Başlık: 14 punto, koyulaştırılmış (bold) olarak ve başlıktaki her kelimenin ilk harfi büyük olacak şekilde 1.5 satır aralığı ile yazılmalı ve sayfaya ortalanmalıdır. Başlığın bittiği en son karakterine yayın bir tezdin ya da bir projeden yapılmış ise üssel atıf verilmeli ve sayfa sonunda dip not olarak eklenmelidir. Başlık 20 kelimeyi aşmamalıdır.

Yazar Adları: Yazarların açık adları unvan belirtilmeden adlarının ilk harfi büyük, soyadların tümü büyük harf olacak şekilde koyulaştırılmış, başlıktan sonra bir satır boşluk bırakılarak ve sayfaya ortalanarak 12 punto yazılmalıdır. Soyadların bittiği en son karakter üzerine üssel olarak rakam ile yazar adresine atıfta bulunulmalı ve sayfa sonunda dip not olarak eklenmelidir.

Yazarlara ilişkin dipnot olarak verilen bilgilerde sırasıyla öncelikle sorumlu yazara ait bilgiler (adres bilgileri, e-posta ve OrcID) “Sorumlu yazar/Corresponding author” ifadesi ile yer almalıdır. Alt satırında sorumlu yazar dışında kalan yazarların makaledeki üssel atıf sıralamalarına göre adres bilgileri, e-posta ve OrcID bilgilerine yer verilmelidir.

Bir sonraki alt satırda ise makaleye yapılacak atıf bilgilerine; “(Atıf/Citation)” ifadesi ile yazarların Soyadı ve Adının ilk harfi, Makalenin yılı, Makalenin Başlığı, Derginin Adı, Cilt, Sayı, sayfa numarası şeklinde yer verilmelidir.

Öz: Yazar adlarının ardından iki satır boşluk bırakılarak, 10 punto olarak yazılmalı ve 300 kelimeyi geçmemelidir. Paragrafın bitiminde bir satır boşluk bırakılarak anahtar kelimeler 10 punto olacak şekilde alfabetik sıra ile yazılmalı, sayısı 6’yı aşmamalıdır.

İngilizce Başlık: Anahtar kelimeleri takiben iki satır boşluk kalacak şekilde 12 punto koyulaştırılmış olarak sayfayı ortalayacak şekilde makalenin İngilizce başlığı konulmalıdır.

Abstract: İngilizce başlığın ardından bir satır boşluğu bırakılarak 10 punto olarak yazılmalıdır. Paragrafın bitiminde bir satır boşluk bırakılarak 10 punto olacak şekilde Keywords yazılmalı sayısı 6'yı aşmamalıdır.

Makalenin İngilizce olması durumunda Sıralama İngilizce başlık, yazar adları, Abstract, Türkçe başlık, Öz sırasını izlemelidir.

Giriş: Bu bölümde çalışmanın bilimsel hipotezi açıklanmalı, konu ile ilgili yapılmış diğer araştırmalar hakkında bilgiler verilmelidir. Çalışmanın amacı açıkça bu bölümde belirtilmelidir. Giriş bölümü ve metinler "Keywords" den bir satır boşluk bırakılarak 10 punto olacak şekilde yazılmalıdır.

Materyal ve Yöntem: Bu bölümde çalışmada kullanılan tüm materyaller, analitik ve istatistiksel yöntemler açıklanmalıdır.

Bulgular ve Tartışma: Bu bölümde elde edilen bulgular verilmeli, gerekirse şekil ve çizelgelerle desteklenerek açıklanmalıdır. Daha önceki literatür dikkate alınarak elde edilen veriler tartışılmalıdır. Şekil ve Çizelgelere mutlaka metin içerisinde atıfta bulunulmalıdır. Çizelge ve Şekiller atıftan sonra gelecek en uygun yere konulmalıdır.

Sonuç: Elde edilen sonuçların bilime ve uygulamaya katkısı önerilerle birlikte vurgulanmalıdır.

Teşekkür (Bilgi Notu): Çalışmaya katkısı olan kişiler, araştırmacıların katkı oranı, varsa Destek ve Teşekkür beyanı, çatışma beyanı, fon, bağışlar vb. makalenin bu bölümünde belirtilmelidir.

Şekiller ve Çizelgeler: Tüm şekil ve çizelgeler numara verilmiş şekilde, makalenin içinde bulunmalıdırlar. Şekil, çizelge ve resimlerin numaralandırması ise Şekil 1, Şekil 2. vb. şeklinde 10 punto ile koyulaştırılarak verilmelidir. Şekil açıklamalarının ardından bir boşluk bırakılarak paragraflar arasında bir boşluk kalacak şekilde ana metin yazılmalıdır. Metin içerisinde yer alan çizelgelerde çizelge numaraları Çizelge 1, Çizelge 2. şeklinde çizelgenin üzerine yazılmalı açıklamaları ise koyulaştırılmamış şekilde olmalı ve çizelge üst sınırı ile açıklama yazısı arasında boşluk bırakılmamalıdır. Şekiller en az 300 dpi çözünürlükte olmalıdır.

Tüm makalelerde **SI (International System of Units)** ölçü birimleri ve ondalık kesir olarak nokta kullanılmalıdır (1,25 yerine 1.25 gibi). Birimlerde " / " kullanılmamalı ve birimler arasında bir boşluk verilmelidir (4 m/s yerine 4 m s⁻¹, 5 kg N ha⁻¹ gibi).

Formüller numaralandırılmalı ve formül numarası formülün yanına sağa dayalı olarak parantez içinde gösterilmelidir. Formüller 10 punto olacak şekilde ana karakterler ve değişkenler italik, rakamlar ve matematiksel ifadeler düz olarak verilmelidir. Metin içerisinde atıf yapılacaksa "Eşitlik 1" şeklinde verilmelidir (ilişkin model, Eşitlik 1'de verilmiştir).

Kaynakça: Makale içindeki tüm atıflar, yazar soyadına göre alfabetik sıra ile kaynakça bölümünde verilmelidir. Makale içindeki atıflarda "yazar, yıl" sistemi kullanılmalıdır, Smith (2007), cümle sonunda ise (Smith, 2007). İki yazarlı ise Smith ve Cash (2007). Üç ve daha fazla yazarlı ise "ilk yazar ve ark." (Smith ve ark., 2007) şeklinde belirtilmelidir.

Kaynakçada bildirilen atıflar ilk yazarın soyadına göre alfabetik sıra ile yazılmalıdır. İki ya da daha fazla yazarlı atıflarda yazarlar Türkçe kaynaklarda "ve" İngilizce kaynaklarda "and" ile ayrılmalıdır. Ör.1: Şeker, M., Yücel, Z. ve Nurdan, E. 2004. Ör.2: Smith, M., Hill, Z. and Nelson E. 2000.

Aynı yazarın aynı yıla ait makalelerini kaynakça bölümünde gösterirken a, b, c, vs. harfleri yılın sonuna eklenerek gösterilmelidir.

Atıflar kaynakçada alıntılanan kaynağa göre **Harvard referans sistemi** çerçevesinde aşağıdaki gibi gösterilmeli, karakter büyüklüğü olarak 10 punto kullanılmalıdır.

Makaleler:

Soyadı, Adının ilk harfi. ve Soyadı, Adının ilk harfi. Yayın yılı. Makale başlığı. Yayınlandığı Dergi (italik), Cilt(Sayı): Başlangıç ve bitiş sayfası. Şeklinde olmalı

Buragohain, P., Sreedeeep, S., Lin, P., Ni, J. and Garg, A. 2019. Influence of soil variability on single and competitive interaction of ammonium and potassium: experimental study on seven different soils. *Journal of Soils and Sediments*, 19(1): 186-197.

Ferraro, A. and Scremin-Dias, E. 2018. Structural features of species of Asteraceae that arouse discussions about adaptation to seasonally dry environments of the Neotropics. *Acta Botanica Brasılica*, 32(1): 113-127.

Kitap:

Soyadı, Adının ilk harfi. ve Soyadı, Adının ilk harfi. Yayın yılı. Kitabın başlığı(italik). Yayınlayan, Şehir veya Ülke, Sayfa Sayısı. Şeklinde olmalıdır.

Gardner, F.P., Pearce, R.B. and Mitchell, R.L. 2017. Physiology of crop plants (No. Ed. 2). Scientific Publishers, Jodhpur, India. 327p.

Ensminger, M.E., Oldfield, J.E. and Heinemann, W.W. 1990. *Feeds and nutrition digest: formerly, Feeds and nutrition—abridged*, The Ensminger Publishing Company, Clovis, CA (1990), 110p.

Kitabın bir bölümü:

Soyadı, Adının ilk harfi. ve Soyadı, Adının ilk harfi. Yayın yılı. Bölümün başlığı: Kitabın başlığı, Editör(ler): Editör(ler)in soyadı, ilk ad(lar)ının baş harf(ler)i., Yayınlayan, Şehir veya Ülke, Bölümün başlangıç ve bitiş sayfası. Şeklinde olmalıdır.

Primmer, C. 2006. Genetic characterization of populations and its use in conservation decision-making in fish: *The role of biotechnology in exploring and protecting agricultural genetic resources*, Ed.: Ruane, J., Sonnino, A., FAO, Rome, Italy, pp: 97-104.

Bildiri kitabı:

Soyadı, Adının ilk harfi. ve Soyadı, Adının ilk harfi. Yayın Yılı. Bildirinin başlığı. Kongre, sempozyum vb'nin adı, varsa tarihi, Yapıldığı yer, yapıldığı il, sayfası. Şeklinde olmalıdır.

Susurluk, A., S. Hollmer, U.K. Mehta, R. Han, E. Tarasco, O. Triggian, A. Peters and R.-U. Ehlers. 2003. Molecular identification of entomopathogenic nematodes from Turkey, India, China, Italy, Norway, Albania and Germany by PCR-RFLP. 9th European Meeting of the IOBC/WPRS Working Group, 23-29 May 2003, Schloss Salzau, Germany, p:101-103.

Tez: Soyadı, Adının ilk harfi., Yıl, Tezin başlığı, Tezin çeşidi, Üniversite ve Bölüm adı. Şeklinde olmalıdır.

Scheffe, H. 1973. Symptotic Theory of Sequential Fixed- Width Confidence Intervals. Unpublished Ph.D. dissertation, Florida State University, Dept. of Statistics.

Yazarı belirtilmeyen kurum yayınları:

Anonim 2005. Tarımsal Yapı. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enst. Yayın No: 1579, Ankara. <http://www.agri.ankara.edu.tr/tarimbilimleri> (Erişim tarihi: 12.07.2005).

İnternet:

TÜBİTAK 2008. Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu, Türkiye Veri Servisi. <http://www.tubitak.gov.tr/tubives> (Erişim tarihi: 11.05.2008).



BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ

Journal of Agricultural Faculty of Bursa Uludag University

Görükle Kampüsü 16059 Bursa/Türkiye

e-ISSN 2651-4044

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/bursauludagziraat>

<http://www.uludag.edu.tr/ziraatdergi>

Aim

It is aimed to publish the research and reviews in the fields of agriculture and life sciences in Turkish and English, and to share the knowledge at national and international level.

Scope

Journal of Agricultural Faculty of Bursa Uludag University, formerly known as Journal of Agricultural Faculty of Uludag University, is a **refereed, academic, scientific, international journal** published twice a year, in June and December. Garden plants, plant protection, bioenergy, bio system engineering, genetics, natural resources, food science and technology, animal husbandry, landscaping, ornamental plants and nature conservation, aquaculture, agricultural economics, agricultural machinery, agricultural biotechnology, agricultural structures and irrigation, field crops, soil science and plant nutrition, soilless culture, are the general topics of the journal. Research articles are primarily included in the journal and a limited number of reviews are accepted. Articles submitted must be original and written in Turkish or English. The submitted articles should be unpublished elsewhere. The submitted articles should not be published anywhere else. However, abstract only articles previously published in a congress or symposium may be submitted as full text.

Publication Policy

Turkish and English research articles and a limited number of review articles are accepted to the journal. Manuscript submissions should be made from the **DergiPark system** (<https://dergipark.org.tr/tr/pub/bursauludagziraat>) by the corresponding author. The submitted articles should be neither published nor be under consideration elsewhere. During the submission process, besides (1) the full text articles with the author names and (2) similarity report (Ithenticate) indicating that the full text article has been scanned (must be below 20%), (3) signed and scanned application form, and (4) Conflict of interest, authorship contribution form, Ethics committee approval report, etc. signed by all authors. (5) scanned copy of the copyright transfer form which was signed by all authors must be uploaded to the **DergiPark system** (<http://dergipark.org.tr/login>) via applying the registration procedure. There is no charge for the article to be published in the journal. All rights of the published articles belong to the Journal of Agricultural Faculty of Bursa Uludag University. Authors are responsible for the scientific content of the article to be published. No royalty is paid to the authors. Only two manuscripts of the same first author are allowed to be published in the same issue. Articles cannot be published or presented somewhere else without our journal permission. Some or all of the articles cannot be used without cited to our journal.

In the articles to be published in our journal; **it is important to refer to at least one publication** published in the previous issues of the journal. The title of the journal should be cited as “**Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.**”

Evaluation Process

The submitted manuscript for publication is taken into consideration by the editor in accordance with the principles of publication. In case of finding not qualified to publish it in the journal, the editor has the right to make a decision to return the articles to the author / authors without sending to the referees. Papers should be written with fluent English without any grammatical and typographical errors. Manuscripts with any of those errors will be rejected and sent to the authors for corrections before submission and review. The journal uses double-blind system for peer-review; both reviewers and authors' identities remain anonymous. The paper will be peer-reviewed at least by two reviewers and one editor from the journal. The authors should upload the corrected manuscript with correction form and answers to the reviewers' comments immediately after receiving the comments. The Editor is the ultimate decision-maker for the publication of the manuscript, taking into account the referee reports and / or the adequacy of the requested corrections. Before the publication of the manuscript, the manuscript is edited and sent to the author for the final check. After the final check of the article, the author signs the request for pre-printing by signing the request and confirmation form. Print errors as a result of incorrect control are the responsibility of the authors. The evaluation process of the article takes approximately 3-4 months. The duration of the process; It may vary according to the referee evaluations, the responses of the authors to the referees and the response time and the referees' request to see the corrections again. The completed works are published within the article limits that should be in the issue of the journal, considering the date of acceptance.

Plagiarism Percentage

Articles that have been submitted to the journal must have been scanned with the plagiarism program (iThenticate Plagiarism Detection Software) (<http://www.ithenticate.com>) before being included in the review process. As a result of the screening, except for the References section, articles with a similarity rate of 20% and below are accepted to the application. It is necessary to upload the iThenticate report to the system along with the article application for the evaluation process. All responsibility of the report to be uploaded to the system belongs to the author. In case of inconsistency in the reports and in case of non-compliance with the criteria, the article will be returned to the author.

Ethical Guidelines

The publication process at **Journal of Agricultural Faculty of Bursa Uludag University** is the basis of the improvement and dissemination of information objectively and respectfully. Therefore, the procedures in this process improve the quality of the studies. Peer-reviewed studies are the ones that support and materialize the scientific method. At this point, it is of utmost importance that all parties included in the publication process (authors, readers and researchers, publisher, reviewers and editors) comply with the standards of ethical considerations. **Journal of Agricultural Faculty of Bursa Uludag University** expects all parties to hold the following ethical responsibilities.

The following ethical duties and responsibilities are written in the light of the guide and policies made by Committee on Publication Ethics (COPE) and directives of YÖK on scientific research and publication ethics. The general ethical behaviors and responsibilities that are expected from all parties (authors, journal editors, referees and publishers) regarding the principles of publication in the peer-reviewed journal are stated below.

Author's responsibilities:

The references list should be complete;

No plagiarism, no fraudulent data is allowed;

It is forbidden to publish same research in more than one journal;

Authors obliged to participate in peer review process;

All authors have significantly contributed to the research;

Statement that all data in article are real and authentic;

All authors are obliged to provide retractions or corrections of mistakes,

Authors should ensure that any studies involving human or animal subjects conform to national, local and institutional laws and requirements.

The actions against science research and publication ethics include;

a) **Plagiarism:** Presenting others' ideas, methods, data, applications, writings, figures or works as if they were their own works, partly or completely, without referring to the scientific rules.

b) **Fraud:** to produce data that is not based on research, to organize or modify the work submitted or published on the basis of unreal data, to report or to publish them, to make a research that has not been done.

c) **Distorting:** Dealing with the records of research and the data obtained, showing the unused methods, devices and materials used in the research, playing with data and / or results to fit the relevant theory or assumptions, or falsifying or shaping the results of the research in the interests of the people and organizations supported.

d) **Slicing:** Presenting the results of a research as separate works by disrupting the uniqueness of the research, by dissecting it inappropriately and making a large number of publications without reference to each other.

e) **Unfair writer:** To include people who do not have active contribution among the authors, not to include the people who have active contribution among the writers, to change the ranking of the authors without any justification and in an inappropriate way, to remove the names of those who have active contributions from the work during publication or in later editions, and to use their influence even if there is no active contribution.

f) **Other types of ethical violations:** Not expressing the contributions of the persons, institutions or organizations that support them in the research, and their contributions in the research,

Not to obey the ethical rules in human and animal research, to respect the rights of patients in their publications,

To share the information contained in a work that he is commissioned to examine as an arbitrator with others,

To use the sources, facilities and devices provided for scientific research out of their use purposes.

To blame for a completely irrelevant, unwarranted and intentional violation of ethics (YÖK Scientific Research and Publication Ethics Directive, Article 8).

Peer review/responsibility for the reviewers:

To contribute to the decision-making process, and to assist in improving the quality of the published paper by reviewing the manuscript objectively.

Reviewers should have no conflict of interest with respect to the research, the authors and/or the research funders;

Judgments should be objective;

Reviewed articles should be treated confidentially.

Editorial responsibilities:

Editors have complete responsibility and authority to reject/accept an article;

Editors should have no conflict of interest with respect to articles they reject/accept;

Only accept a paper when reasonably certain;

Preserve anonymity of reviewers.

No plagiarism, no fraudulent data.

When errors are found, promote publication of correction or retraction;

To act in a balanced, objective and fair way while carrying out their expected duties, without discrimination on grounds of gender, sexual orientation, religious or political beliefs, ethnic or geographical origin of the authors.

Duties of the Publisher

Monitoring/safeguarding publishing ethics by editorial board;

Guidelines for retracting articles;

Maintain the integrity of the academic record;

Preclude business needs from compromising intellectual and ethical standards;

Always be willing to publish corrections, clarifications, retractions, and apologies when needed.

In an article published in the journal, the reader can send an e-mail to zfdergisi@uludag.edu.tr when he has any warnings about important scientific error or plagiarism, recurring articles. With the awareness that the journal will be an opportunity for the scientific and technical development of the journal, your warnings / criticisms are welcomed by the editorial board and our improvements are made quickly and constructively.

Journal of Agricultural Faculty of Bursa Uludag University is committed to ensuring that commercial revenue has no impact or influence on editorial decisions. In addition, **Journal of Agricultural Faculty of Bursa Uludag University** will assist in communications with other journals and/or publishers where this is useful to editors. Finally, we are working closely with other publishers and industry associations to set standards for best practices on ethical matters, errors, and retractions—and are prepared to provide specialized legal review and counsel if necessary.

Ethics Committee Approval

Authors should indicate the name of institute approves the necessary ethical commission report and the serial number of the approval in the **Material and Methods** section. If necessary, editorial board may also request the

official document of the ethical commission report. Whether the article requires approval from the ethical committee should be questioned by the authors and editors from the section below.

Researches requiring the Ethics Committee's permission are as follows

- Any research carried out with qualitative or quantitative approaches that require data collection from participants using survey, interview, focus group work, observation, experiment, interview techniques.
- Use of humans and animals (including material / data) for experimental or other scientific purposes,
- Clinical researches on humans,
- Researches on animals,
- Retrospective studies in accordance with the law of protection of personal data,

Also;

- In the case reports, it is stated that the “informed consent form” was taken,
- Obtaining and specifying the permission of the owners for the use of scales, surveys and photographs belonging to others,
- Stating that the copyright regulations are complied with for the ideas and works of art used.

Article Writing Rules

In accordance with TR Index criteria, the articles to be sent to our journal must absolutely comply with the following points.

Ethics committee approval must be obtained separately for clinical and experimental studies on humans and animals that are conducted in all disciplines and require ethical committee decision, **this approval must be stated and documented in the article.**

Articles should include a statement that the Research and Publication Ethics are complied with.

In studies requiring ethics committee approval, information about the permission (name of the board, date and number) should be included in the method section and also on the first / last page of the article.

It is necessary to comply with copyright regulations for the intellectual and artistic works used.

At the end of the article; Researchers' Contribution Rate statement, Support and Appreciation Statement if available, Conflict Statement must be submitted.

Articles should be composed of such sections; Main Title, Abstract, main title in Turkish, Abstract in Turkish, Introduction, Material and Method, Results and Discussion (may be separate), Conclusion, Acknowledgment or Information Note (if necessary) and Resources.

Manuscript should be written in white paper A4 (210 x 297 mm) form, in 10 point, **Times New Roman** font with 1.5 line space with the margins of 2 cm from top and 2 cm from bottom, 2.5 cm from right and left and justified. The file type/format of the manuscript must be in the Microsoft Word format.

All headings, except for the main Title, should be written in small letters except the first letters, bold in 12-font, left-justified and a blank space at the top. After the headings, one line should be left between the headings and the text. The first paragraph should be started at the left-justified and the following paragraphs should be started from 0.5 cm inside.

The manuscript prepared in accordance with the following rules should not exceed 25 pages.

During the preparation of the article; **authors can use the manuscript template word doc format.**

Main Title: Title must be typewritten in **bold 14-point** font Times New Roman, centred, with 1.5 line space and title case. If manuscript is prepared from a thesis or a project, it should be referenced by using a superscript number at the last character of title and should be added as a footnote at the end of the page. **Title should not exceed 20 words.**

Name(s) of the author(s): The first letters of the name(s) of the author(s) without a title should be capital in **12-point** font Times New Roman, centered, with one line space with the title. Address(es) of the author(s) should be indicated with a superscript(s) number(s) and added as a footnote at the end of the page.

In the information given as a footnote to the authors, firstly, the information of the corresponding author (address information, e-mail and orcid) should be included with the statement "Corresponding author / sorumlu yazar". The sub-line should include address information, e-mail and OrcID information of the authors other than the corresponding author in the order.

In the next sub-line, citation information of the article should be given with the statement "Atif / Citation". This information should include the surnames and the first letter of the authors, the year of the article, title of the article, Journal Name, Volume, Number, page number.

Abstract: Abstract should be written with two line space between author(s) reference(s) in **10-point font Times New Roman** and must not exceed **300** words. Below the abstract "**keywords**" should be written with one line space in **10-point font Times New Roman** and must not exceed **6**.

Turkish Title: Turkish title should be written with two line space between key words, in **bold 12-point** font Times New Roman, centered.

Abstract (in Turkish): Abstract (in Turkish) should be written with two line space between author(s) reference(s) in **12-point font Times New Roman**. Below the abstract Keywords (Anahtar Kelimeler) should be written with one line space in **10-point font Times New Roman**.

Introduction: In this section, the problem should be explained and information about previous studies and publications should be given. The purpose of the study should be clearly stated in this section. The introduction section should be written below key words with **10-point font** one line space.

Materials and Methods: All materials, analytical and statistical methods should be explained in this section.

Results and Discussion: The findings obtained in this section should be given and, if necessary, supported by figures and tables. The obtained data from the research should be discussed according to the results of previous literatures. Figures and tables must be cited in the text. Tables and Figures should be placed in the most appropriate place after the referral.

Conclusion: The contribution of the results to science and practice should be emphasized with the suggestions.

Acknowledgments (Information Note): The person who contributed to the study, fund and donations should be mentioned in this part of the article.

Figures and photographs: All Figures and photographs should be numbered, and adjusted by taking into consideration page margins. The description of the figures should be written in **10-point font Times New Roman** under the figures. Enumerating of figures and photographs should be in format of **Figure 1, Figure 2** etc. in **10-point font Times New Roman bold**. Main text should be written in **10-point font Times New**

Roman with one line space between figure descriptions. Enumerating of tables should be in format of **Table 1**, **Table 2** etc. in **10-point font Times New Roman bold**. Table description should be written in normal font with no space between table and description. Figures should be at least 300 dpi resolution.

SI (International System of Units) units of measure and decimal point must be used in all manuscripts. (Ex.1.25 not 1,25). While giving the units, “4g/kg” should not be used. The right description should be as “4 g kg⁻¹” and a space should be given between units.

The formulas should be numbered and the formula number should be shown in brackets to the right next to the formula. The main characters and variables should be in italics, figures and mathematical expressions should be given in plain form as 10-point. If a citation is to be made in the text, it should be given as it “Equality 1” (related model, Equality 1).

References: Citations and references should be listed as described below and all citations and references should be in alphabetical order.

Citations in the text should be indicated using “author, year” format; Smith (2007), moreover, (Smith, 2007) if it is placed at the end of the sentence. For two authors, they are indicated as Smith and Cash (2007). Where three or more authors exist for a cited reference, the citation should be formatted as “first author et al. year”; Smith et al. (2007).

References should be listed in alphabetical order according to the last name of the first author. Use “and” in listing two or more than two authors. Example: Smith, M., Hill, Z. and Nelson E. 2000.

In the references section, the same author's articles in the same year, should be indicated as adding the letters a, b, c, etc. to the end of the year.

Citations and references should be written in 10-point font Times New Roman, and the quoted sources should be shown as indicated below according to Harvard reference system.

Journal:

Buragohain, P., Sreedeeep, S., Lin, P., Ni, J. and Garg, A. 2019. Influence of soil variability on single and competitive interaction of ammonium and potassium: experimental study on seven different soils. *Journal of Soils and Sediments*, 19(1):186-197.

Ferraro, A. and Scremin-Dias, E., 2018. Structural features of species of Asteraceae that arouse discussions about adaptation to seasonally dry environments of the Neotropics. *Acta Botanica Brasilica*, 32(1): 113-127.

Book:

Gardner, F.P., Pearce, R.B. and Mitchell, R.L. 2017. *Physiology of crop plants* (No. Ed. 2). Scientific Publishers.

Ensminger, M.E., Oldfield, J.E. and Heinemann, W.W. 1990. *Feeds and nutrition digest: formerly, Feeds and nutrition—abridged*, The Ensminger Publishing Company, Clovis, CA (1990), 110p.

Book Chapter:

Primmer, C. 2006. Genetic characterization of populations and its use in conservation decision-making in fish: The role of biotechnology in exploring and protecting agricultural genetic resources, Ed.: Ruane, J., Sonnino, A., FAO, Rome, Italy, pp: 97-104.

Proceedings:

Susurluk, A., S. Hollmer, U.K. Mehta, R. Han, E. Tarasco, O. Triggian, A. Peters and R.-U. Ehlers. 2003. Molecular identification of entomopathogenic nematodes from Turkey, India, China, Italy, Norway, Albania and Germany by PCR-RFLP. *9th European Meeting of the IOBC/WPRS Working Group*, p:101-103, 23-29 May 2003, Schloss Salzau, Germany.

Thesis:

Scheffe, H. 1973. Symptotic Theory of Sequential Fixed- Width Confidence Intervals. Unpublished Ph.D. dissertation, Florida State University, Dept. of Statistics.

Anonymous:

Anonymous 2005. Tarımsal Yapı. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enst. Yayın No: 1579, Ankara. <http://www.agri.ankara.edu.tr/tarimbilimleri> (Date of access: 11.05.2008).

Internet:

TÜBİTAK 2008. Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu, Türkiye Veri Servisi. <http://www.tubitak.gov.tr/tubives> (Date of access: 11.05.2008).