



**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 36  
Volume**

**Sayı 2  
Number**

**2022**

---

**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: 36**

**Sayı / Number: 2**

**Yıl/Year: 2022**

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

**Sekreteryası/Secretary**

Dr. Gökhan UZEL

**İletişim/Contact**

Tel: 0224 294 14 07  
Fax: 0 224 294 14 02  
e-posta: [zfdergisi@uludag.edu.tr](mailto:zfdergisi@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 - 2022



**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: 36**

**Sayı /Number: 2**

**Yıl/Year: 2022**

**Editörler Kurulu / Editorial Board**

Baş Editor

Prof. Dr. Hakan ÇELİK

[hcelik@uludag.edu.tr](mailto: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

Doç. 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

Doç. 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: 36**

**Sayı / Number: 2**

**Yıl/Year: 2022**

**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: 36**

**Sayı /Number: 2**

**Yıl/Year: 2022**

**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. Erdiñ 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 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: 36**

**Sayı /Number: 2**

**Yıl/Year: 2022**

**BU SAYIDA HAKEMLİK YAPAN ÖĞRETİM ÜYELERİ**

**(Scientific Advisory Board)**

**(Alfabetik Sıraya Göre/Alphabetical Order)**

Ahmet GÜMÜŞÇÜ	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Ali Rıza DEMİRKIRAN	Bingöl Üniversitesi
Alper SAĞLIK	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Aysegül AKPINAR	Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi
Ayzin KÜDEN	Çukurova Üniversitesi
Barış Bülent AŞIK	Bursa Uludağ Üniversitesi
Behçet KIR	Ege Üniversitesi
Can ERTEKİN	Akdeniz Üniversitesi
Cemil TÖLÜ	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Günsu BARIŞIK KAYIN	Bursa Uludağ Üniversitesi
İclal AKIN	Bitlis Eren Üniversitesi
İlhan GÜN	Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi
İlker NİZAM	Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi
Halil SAMET	Kocaeli Üniversitesi
Kadir İLHAN	Bursa Uludağ Üniversitesi
Kurban YAŞAR	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi
Mehmet Ufuk KASIM	Kocaeli Üniversitesi
Memet İNAN	Adıyaman Üniversitesi
Mevlüt AKÇURA	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Saim İKİNCİKARAKAYA	Ankara Üniversitesi
Seher ARSLAN	Pamukkale Üniversitesi
Senem KAMILOĞLU BEŞTEPE	Bursa Uludağ Üniversitesi
Tuğba DÜZENLİ	Karadeniz Teknik Üniversitesi
Turgay TAŞKIN	Ege Üniversitesi
Türkan AKTAŞ	Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi
Vecdi DEMİRCAN	Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi
Yakup ÇIKILI	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Yasemin ORAMAN	Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi
Yasemin ŞAHAN	Bursa Uludağ Üniversitesi
Yaşar ERTÜRK	Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
Zeliha KÜÇÜKYUMUK	Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi





## **İçindekiler / Contents**

### **ARAŞTIRMA MAKALELERİ (Research Articles)**

- Bazı Yonca (*Medicago sativa* L.) Çeşitlerinin Ot Verimi ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi**  
Determination of Hay Yield and Quality Traits of Some Alfalfa Cultivars  
**Betül ERBEYİ, Sebiha EROL, Emine BUDAKLI ÇARPICI.....245**
- Atık Kayaçların Katı Çiftlik Gübresinin Gübre Özelliğine Etkisi**  
The Effect of Waste Rock on the Fertilizer Characteristics of Solid Farm Fertilizer  
**Nureddin ÖNER.....255**
- Elma Dilimlerinin Konvektif Kurutulmasında Enerji Özelliklerine Etki Eden Faktörlerin Yanıt Yüzeyi Yöntemi ile Değerlendirilmesi**  
Evaluation of Factors Affecting Energy Aspects of Apple Slices by Response Surface Methodology in Convective Drying  
**Necati ÇETİN .....265**
- Nusrat Ekmeklik Buğday Çeşidinde Farklı Azot Dozları ve Ekim Sıklıklarının Tane Verimi, Verim Öğeleri ve Bazı Kalite Özelliklerine Etkileri**  
The Effects of Different Nitrogen Doses and Seeding Rate on Grain Yield, Yield Components and Some Quality Characters in Nusrat Bread Wheat Cultivar  
**Cemal Faruk YILDIZ, Ramazan DOĞAN.....285**
- Farklı Orijinli Sater (*Satureja hortensis* L.) Genotiplerinin Erzurum Koşullarında Tarımsal Performanslarının Belirlenmesi**  
Determination of Agricultural Performances of Different Summer Savory (*Satureja hortensis* L.) Genotypes in Erzurum Conditions  
**Roghayeh BAIRAMIAN DANALOU, Hakan ÖZER.....301**
- Evaluation on Biosecurity Practices of Dairy Farms in Bursa Province -I**  
Bursa İli Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Biyogüvenlik Uygulamaları Açısından Değerlendirilmesi - I  
**Şehri YILMAZ, Mehmet KOYUNCU .....317**
- Evaluation on Biosecurity Practices of Dairy Farms in Bursa Province -II**  
Bursa İli Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Biyogüvenlik Uygulamaları Açısından Değerlendirilmesi-II  
**Şehri YILMAZ, Mehmet KOYUNCU .....337**
- Gıda Ambalajlarında Değişen Tüketici Tercihleri**  
The Influence of Packaging On Consumer Purchasing Preferences In Food Products  
**İsmail Bülent GÜRBÜZ, Özgecan KADAĞAN.....357**

<b>Armut (<i>Pyrus communis</i> L.) Bahçelerinde Toprakta Bulunan Bor Fraksiyonlarının Belirlenmesi</b> Determination of Boron Fractions in Soil in Pear ( <i>Pyrus communis</i> L.) Orchards <b>Serhat GÜREL, Haluk BAŞAR</b> .....	<b>377</b>
<b>Çok Kriterli Karar Verme Analizi ve GZFT Analizi Entegrasyonu ile Ekoturizm Stratejilerinin Önceliklendirilmesi: Masuleh-İran Çalışması</b> Prioritizing Ecotourism Strategies Integrated with Multiple-criteria Decision Analysis and SWOT Analysis: Masuleh-Iran Sample <b>Elnaz TAJER, Sara DEMİR</b> .....	<b>401</b>
<b>DERLEMELER (Review Articles)</b>	
<b>Küresel İklim Değişikliğinin Zeytin Yetiştiriciliği ve Zeytinyağı Üzerine Etkileri</b> Effects of Global Climate Change on Olive Cultivation and Olive Oil <b>Didar SEVİM, Nurhan VAROL, Oya KÖSEOĞLU</b> .....	<b>415</b>
<b>Kabak Türlerinin (<i>Cucurbita maxima</i>, <i>C. moschata</i>, <i>C. pepo</i>) Probiyotik Yoğurt Çeşitlerinde Prebiyotik Amaçlı Kullanımı</b> The Use of Pumpkin Species ( <i>Cucurbita maxima</i> , <i>C. moschata</i> , <i>C. pepo</i> ) for Prebiotic Purposes in Various Probiotic Yogurts <b>Emine KIYAK, Eda KILIÇ KANAK, Suzan ÖZTÜRK YILMAZ</b> .....	<b>433</b>
<b>İklim Değişimi Sürecinin Sürdürülebilir ve Güvenli Gıda Üretimine Etkisi</b> Impact of Climate Change Process on Sustainable and Safe Food Production <b>Selin Özge DİNÇ, İbrahim Ender KÜNİLİ, Fatma ARIK ÇOLAKOĞLU</b> .....	<b>447</b>
<b>Hasat Sonrası UV-A ve UV-B Işık Uygulamalarının Meyve ve Sebzelerin Kalite Kriterlerine Etkisi</b> The Effect of Postharvest UV-A And UV-B Treatments on the Quality Criteria of Fruits and Vegetables <b>Öznur CUMHUR</b> .....	<b>461</b>
<b>Süs Bitkilerinde Arbüsküler Mikoriza Kullanımı</b> Use of Arbuscular Mycorrhiza in Ornamental Plants <b>Yağmur OLGAÇ, Rezzan KASIM, Mehmet Ufuk KASIM</b> .....	<b>479</b>



## Bazı Yonca (*Medicago sativa* L.) Çeşitlerinin Ot Verimi ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi<sup>A</sup>

Betül ERBEYİ<sup>1</sup>, Sebiha EROL<sup>2</sup>, Emine BUDAKLI ÇARPICI<sup>3\*</sup>

**Öz:** Bu araştırma, Bursa ekolojik koşullarında bazı yonca çeşitlerinin ot verimi ve kalite özelliklerini belirlemek amacıyla 2015-2017 yılları arasında yürütülmüştür. Denemede Alsancak, Bilensoy-80, Diane, İside, Özpınar ve Prosementi çeşitleri ele alınmıştır. Çalışmada yonca çeşitlerinde ana sap uzunluğu, ana sap çapı, kuru ot verimi, ham protein oranı, ham protein verimi, ADF ve NDF içeriği gibi özellikler incelenmiştir. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre; denemenin ikinci ve üçüncü yıllarında en yüksek kuru ot verimleri sırasıyla 1830.6 kg da<sup>-1</sup> ve 1559.2 kg da<sup>-1</sup> ile İside çeşidinden elde edilmiştir. Denemede kullanılan bu çeşidin ham protein verimleri de aynı yıllarda diğer çeşitlerden daha yüksek olmuştur. Araştırma elde edilen sonuçlara göre, yüksek verim ve kalite açısından Bursa ve benzer ekolojik koşullarda İside, Bilensoy-80 ve Alsancak çeşitlerinin yetiştirilebileceği belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Yonca, çeşit, kuru ot verimi, kalite.

<sup>A</sup> Makalede Betül Erbeyi tarafından hazırlanan yüksek lisans tezinin bir bölümü de yer almaktadır. Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir. Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır.

<sup>1</sup> Betül ERBEYİ, Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Bursa, Türkiye, [betul\\_89betul@hotmail.com](mailto:betul_89betul@hotmail.com), [OrcID 0000-0002-4530-8557](https://orcid.org/0000-0002-4530-8557).

<sup>2</sup> Sebiha EROL, Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Bursa, Türkiye, [sebihaerol3@gmail.com](mailto:sebihaerol3@gmail.com), [OrcID 0000-0002-7906-3367](https://orcid.org/0000-0002-7906-3367).

\* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** <sup>3</sup>Emine BUDAKLI ÇARPICI, Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Bursa Türkiye, [ebudakli@uludag.edu.tr](mailto:ebudakli@uludag.edu.tr), [OrcID 0000-0002-2205-2501](https://orcid.org/0000-0002-2205-2501)

## Determination of Hay Yield and Quality Traits of Some Alfalfa Cultivars

**Abstract:** This research was carried out with three replicates according to randomized complete block design between 2015 and 2017 years in order to determine the forage yield and quality characteristics of some alfalfa cultivars in Bursa ecological conditions. Alsancak, Bilensoy-80, Diane, Iside, Özpınar and Prosementi varieties were used as plant material in the research. In the study, characteristics such as main plant height, main stem diameter, dry matter yield, crude protein ratio, crude protein yield, ADF and NDF content of alfalfa cultivars were investigated. According to the results obtained from the research; the highest dry matter yields were obtained from the Iside variety with 1830.6 kg da<sup>-1</sup> and 1559.2 kg da<sup>-1</sup>, respectively in the second and third years of the experiment. Crude protein yields of this cultivar used in the experiment were higher than other cultivars in the same years. According to the results obtained from the research, it was determined that Iside, Bilensoy-80 and Alsancak varieties could be grown in Bursa and similar ecological conditions in order to obtain high dry matter and crude protein yield.

**Keywords:** Alfalfa, variety, dry matter yield, quality.

### Giriş

Yonca bitkisi (*Medicago sativa* L.), adaptasyon, verim ve kalite yönündeki olumlu özellikleri nedeniyle günümüzde 35 milyon ha'nın üzerinde bir alanda ve her kıtada 80'den fazla ülkede yetiştiriciliği yapılan en önemli baklagil yem bitkisi (Karadaş ve Aksoy, 2019). Ülkemizde yonca yem bitkileri içerisinde en fazla ekim alanına sahip baklagil yem bitkisi olup, 2020 yılı TÜİK verilerine göre yonca ekim alanı 6.628.887 da'dır. Bursa İli yonca ekim alanı 116 276 da olup en fazla yonca ekim alanı 40 825 da ile Mustafakemalpaşa ilçesinde bulunmaktadır. İlimizde yetiştiriciliği yapılan yonca bitkisinin yeşil ot verimi ilçelere bağlı olarak 1250-8000 kg da<sup>-1</sup> arasında değişmektedir (TÜİK, 2021).

Farklı ekolojik koşullara (iklim ve toprak) adaptasyonu sayesinde ülkemizin hemen her bölgesinde yetiştirilmekte olan yonca bitkisinde kuru ot verimi çeşitlere ve lokasyonlara göre önemli farklılıklar göstermektedir. Örneğin; Hatay koşullarında 1127-1415 kg da<sup>-1</sup> (Öncü, 1997), İzmir koşullarında 1178-1573 kg da<sup>-1</sup> (Aka ve Avcıoğlu, 2003), Ankara koşullarında 2005 yılında 1199-1603 kg da<sup>-1</sup> ve 2006 yılında 1219-2024 kg da<sup>-1</sup> (Çöçü ve Sancak, 2007), Çukurova koşullarında 1871.9-2489.0 kg da<sup>-1</sup> (Avcı ve ark., 2007), Bornova koşullarında 1850-2049 kg da<sup>-1</sup> ve Ödemiş koşullarında 1892-2049 kg da<sup>-1</sup> (Demiroğlu ve ark., 2008), Adana koşullarında 1403-2012 kg da<sup>-1</sup> (Avcı ve ark., 2009), Tokat-Kazova koşullarında 648.8-2024.3 kg da<sup>-1</sup> (Karadağ ve ark., 2011), Çukurova koşullarında 1883-1994 kg da<sup>-1</sup> (Kızıl Aydemir ve ark., 2011), Diyarbakır koşullarında 945-1250 kg da<sup>-1</sup> (Saruhan ve Kuşvuran, 2011), Isparta koşullarında 2097-2567 kg da<sup>-1</sup> (Yılmaz, 2011), Kırşehir koşullarında 453.61-574.41 kg/d kg da<sup>-1</sup> (İnal, 2015) ve Yozgat koşullarında tesis yılında 591.4-1915.4 kg da<sup>-1</sup>, ikinci yıl ise 1326.2-2508.9 kg da<sup>-1</sup> (Engin ve Mut, 2017) arasında değişmektedir. Ayrıca farklı ekolojik

koşullarda yapılan çalışmalarda da ot veriminin yanı sıra otun kalitesi bakımından da çeşitler arasında farklılıkların olduğu tespit edilmiştir (İptaş ve ark., 2007; Avcı ve ark., 2009; Kır, 2010; Yılmaz, 2011; Avcı ve ark., 2013; İnal, 2015). Hem verim hem de kalite açısından bölge koşullarına uygun çeşit/çeşitlerin belirlenmesi kaliteli kaba yem açığının kapatılmasında son derece önemlidir.

Bu çalışma, Bursa ve benzeri ekolojilere sahip olan bölgeler için ot verimi ve kalitesi yüksek olan yonca çeşit veya çeşitlerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür.

## Materyal ve Yöntem

Araştırma 2015-2017 yılları arasında Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde yürütülmüştür. Deneme 4 Mayıs 2015 tarihinde kurulmuş ve ölçümler 2015, 2016 ve 2017 yıllarında yapılmıştır. Denemede bitki materyali olarak Bilensoy-80, Alsancak, Özpınar, Diane, Prosementi ve İside yonca çeşitleri kullanılmıştır. Araştırmanın yürütüldüğü yıllara ait iklim verileri Çizelge 1'de verilmiştir (Anonim, 2015, Anonim 2016, Anonim, 2017).

**Çizelge 1.** Bursa iline ait uzun yıllar ortalaması ile 2015, 2016 ve 2017 yıllarına ait iklim verileri

Aylar	UYO			2015			2016			2017		
	Y (mm)	S (°C)	N (%)	Y (mm)	S (°C)	N (%)	Y (mm)	S (°C)	N (%)	Y (mm)	S (°C)	N (%)
Ocak	82.9	5.5	70.0	112.0	5.4	79.0	157.5	5.3	79.7	81.6	3.5	76.5
Şubat	70.7	6.1	68.7	74.2	7.3	76.5	86.2	11.3	74.2	17.6	7.8	69.5
Mart	66.1	8.6	67.7	78.2	9.1	79.1	80.9	11.1	70.0	25.0	10.3	76.0
Nisan	66.0	13.0	66.1	95.6	11.5	70.1	23.1	16.3	64.5	47.8	12.9	69.6
Mayıs	43.4	17.4	62.0	36.0	19.3	64.2	73.8	18.4	70.1	81.0	18.0	72.8
Haziran	36.5	22.5	57.8	37.8	21.7	72.0	32.4	25.0	58.9	60.2	23.1	71.2
Temmuz	17.7	24.8	56.2	0.0	25.5	60.7	0.2	26.3	56.7	7.8	26.0	62.0
Ağustos	13.8	24.5	57.3	5.6	26.4	61.5	8.6	26.5	62.9	1.8	25.6	65.6
Eylül	40.8	20.2	63.8	98.1	23.6	73.2	30.8	21.4	67.3	5.2	22.8	61.3
Ekim	75.5	15.0	68.7	93.2	16.4	83.7	15.8	15.8	74.6	56.0	14.9	73.7
Kasım	79.9	10.5	69.3	26.4	12.7	78.1	51.0	10.9	71.6	37.4	11.0	78.5
Aralık	100.8	7.2	68.7	3.0	5.6	76.6	110.6	3.0	82.4	109.0	9.5	76.2
Top/Ort	694.1	14.6	64.7	660.1	15.4	72.9	670.9	15.9	69.4	530.4	15.5	71.1

\*: UYO: Uzun yıllar ortalaması (1975-2014), Y: Yağış, S: Sıcaklık, N: Nispi nem

2015 yılında, deneme alanının farklı yer ve derinliklerinden (0-20 ve 20-40 cm) alınan toprak örneklerine ait analiz sonuçları incelendiğinde; deneme toprakları bünye açısından killi tın ve kumlu kil bünyeli, pH açısından alkali reaksiyon gösteren, tuz kapsamı açısından ise sorunsuz bir topraktır. Ayrıca, deneme alanının toprağı kireç ve organik madde içeriği bakımından azdır. Deneme alanı bitki besin maddesi yönünden değerlendirildiğinde ise; azot içeriği az, fosfor içeriği 0-20 cm derinlikte yeterli, 20-40 cm derinlikte ise az, potasyum ise fazla durumdadır.

Araştırma, Tesadüf Blokları Deneme Deseninde 3 tekrarlamalı olarak planlanmış olup her bir parselde 8 sraya yer verilmiştir. Araştırmada sıralar arasındaki mesafe 20 cm'dir. Denemede parsel büyüklüğü 8 m<sup>2</sup> olup dekara 2 kg tohumluk kullanılmıştır. Denemede ekim 4 Mayıs 2015 tarihinde elle yapılmıştır. Parsellerde ekimle birlikte 3 kg N da<sup>-1</sup> ve 6 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> da<sup>-1</sup> gübre uygulamaları yapılmıştır. Ekimin ardından merdane geçirildikten sonra yağmurlama sulama yapılmıştır. Çıkış sonrasında yabancı otlara karşı elle yabancı ot mücadelesi yapılmıştır. 2015 yılı tesis yılı olarak değerlendirilmiş ve 3 yıl süreyle araştırmadan veriler toplanmıştır. Denemede biçimler % 10 çiçeklenme döneminde tırpanla yapılmıştır. Denemenin ilk yılında (2015-tesis yılı) birinci biçim 08.07.2015, ikinci biçim 03.08.2015 ve üçüncü biçim 05.09.2015, 2016 yılında birinci biçim 27.04.2016, ikinci biçim 06.06.2016, üçüncü biçim 28.06.2016, dördüncü biçim 19.07.2016, beşinci biçim 13.08.2016 ve altıncı biçim 05.09.2016 tarihlerinde, 2017 yılında ise birinci biçim 4.05.2017, ikinci biçim 06.06.2017, üçüncü biçim 5.07.2017, dördüncü biçim 10.07.2017, beşinci biçim 14.08.2017 ve altıncı biçim 15.09.2017 tarihlerinde yapılmıştır. Deneme alanında yaprak biti ile mücadele etmek amacıyla Efdal imidrid 350 SC (20 ml 100 L<sup>-1</sup>) kullanılmıştır. Her biçim döneminde kenar tesirleri dışında kalan alan biçilerek parsel yeşil ot verimleri belirlenmiştir. Her parselden biçim sırasında yaş ot örnekleri alınmış ve 70 °C kurutma dolabında 48 saat kurutulmuştur. Elde edilen örnekler tartılmış ve kuru ot oranları hesaplanmıştır. Bu veriler kullanılarak çeşitlere ait kuru ot verimleri belirlenmiştir. Araştırmada her yıl için yapılan biçimlerden elde edilen kuru ot verimleri toplanmış ve yıllık kuru ot verimi olarak değerlendirilmeye alınmıştır. Araştırmada her biçim dönemi öncesinde ana sap uzunluğu ve ana sap kalınlığı Yılmaz (2011)' göre yapılmıştır. Her yıl yapılan biçimler öncesinde parsellerde rastgele seçilen 10 bitkide ana sap uzunluğu ve ana sap kalınlığı ölçülmüş ve biçimlerin ortalaması alınmıştır. Yonca çeşitlerine ait ham protein oranlarını belirlemek amacıyla Kjeldahl yöntemi kullanılmıştır (Canbolat ve ark., 2013). Her biçim döneminde elde edilen materyalde ham protein oranı belirlenmiş ve daha sonra yıllık ortalama ham protein oranı biçimlere ait ham protein oranlarının ortalaması alınarak hesaplanmıştır. Elde edilen ham protein oranları, kuru ot verimleri ile çarpılarak da ham protein verimleri hesaplanmıştır. Örneklerde asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF) ve nötr deterjanda çözünmeyen lif (NDF içerikleri) ise ANKOM 200 Fiber Analyzer aleti kullanılarak Van Soest ve ark. (1991) tarafından bildirilen yöntemlere göre belirlenmiştir. Denemeden elde edilen veriler JUMP 7.0 paket programı kullanılarak Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre istatistikî analize tabi tutulmuştur. Önemlilik testlerinde % 1 ve % 5 farklı grupların belirlenmesinde LSD testi kullanılmıştır.

## Bulgular ve Tartışma

Denemede ele alınan yonca çeşitlerine ait 2015, 2016 ve 2017 yıllarında tespit edilen ortalama ana sap uzunluğu, ortalama ana sap kalınlığı, toplam kuru ot verimi, ortalama ham protein oranı, toplam ham protein verimi, ortalama ADF ve ortalama NDF içeriklerine ait veriler ve varyans analiz sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir.

Denemenin tesis yılında ana sap uzunluğu bakımından çeşitler arasında önemli bir fark ortaya çıkmamış ve genel olarak ana sap uzunluğu 52.26-59.20 cm arasında değişmiştir. Denemenin ikinci ve üçüncü yılında en yüksek ana sap uzunluğu sırasıyla 61.36 cm ile Bilensoy-80 ve 67.71 cm ile Özpınar çeşidinde tespit edilmiştir.

Denemenin ikinci yılında ana sap uzunluğu bakımından çeşitler arasında önemli varyasyonlar olmasına rağmen üçüncü yılda Diane çeşidi hariç diğer çeşitlerde ana sap uzunluğu birbirine yakın olmuştur (Çizelge 2).

Yonca çeşitleri ile farklı lokasyonlarda yürütülen çalışmalarda, ana sap uzunluğu bakımından farklı sonuçlar elde edilmiştir. Örneğin; yonca çeşitlerinde ana sap uzunluklarının, Aka ve Avcıoğlu (2003) 61.6-67.5 cm, Kır (2006) 74.78-86.78 cm, Çöçü ve Sancak (2007) 2005 yılında 82.25-87.25 cm ve 2006 yılında 95.50-111.00 cm, Demiroğlu ve ark. (2008) 66.33-70.22 cm, Mohammed (2008) 59.58-83.88 cm, Kır (2010) 85.10-93.20 cm ve Yılmaz (2011) 67.74-72.44 cm arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Araştırmadan elde ettiğimiz ana sap uzunluğuna ilişkin sonuçlar, diğer araştırmacıların sonuçlarından düşük olmuştur. Bu durumun, kullanılan çeşitlerden, farklı ekim zamanlarından (yazlık-kışık), sulama ve gübreleme gibi kültürel uygulamalardan, ekolojik koşullardan ve özellikle de yapılan biçim sayısı ve biçim yılındaki farklılıklardan ileri geldiği söylenebilir.

Yonca çeşitlerine ait ana sap kalınlıkları incelendiğinde, tesis yılında çeşitlere ait ana sap kalınlığının 2.38-2.87 mm arasında değiştiği ve çeşitler arasındaki farklılığın istatistiki açıdan önemli olmadığı tespit edilmiştir. Denemenin ikinci yılında çeşitlerin ana sap kalınlıkları arasında önemli ( $p<0.05$ ), üçüncü yılda ise çok önemli ( $p<0.01$ ) farklılıklar olduğu belirlenmiştir. İkinci yıl en yüksek ana sap kalınlığı 3.43 mm ile Prosementi çeşidinde belirlenmiş olup, Alsancak, Bilensoy-80 ve İside çeşitleri ile istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır. Üçüncü yılda ise en yüksek ana sap kalınlığı 2.94 mm ile Prosementi çeşidinde tespit edilmiştir (Çizelge 2). Denemeden elde edilen sonuçlar Kır (2010) ve Kavut ve ark. (2014)'in elde ettikleri ana sap kalınlığı bulgularından düşük, Yılmaz (2011)'in bulgularından yüksek, Demiroğlu ve ark. (2008) ve Mohammed (2008)'in sonuçlarıyla uyumlu çıkmıştır. Sonuçlar arasındaki farklılıkların çeşitlerden, ekolojik koşullardan, kültürel uygulamalardan ve biçim sayısından kaynaklanmış olabileceği söylenebilir.

Denemenin hem tesis yılında hem de 2016 ve 2017 yıllarında kuru ot verimleri bakımından çeşitler arasındaki farklılıklar çok önemli ( $p<0.01$ ) çıkmıştır. Tesis yılında toplam 3 biçim yapılmış ve en yüksek kuru ot verimi 878.3 kg da<sup>-1</sup> ile Bilensoy-80 çeşidinden elde edilmiş olup, Alsancak ve Özpınar çeşitleri ile istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır. Denemenin ikinci ve üçüncü yıllarında ise en yüksek kuru ot verimi İside, en düşük ise Diane çeşidinden elde edilmiştir (Çizelge 2). İside çeşidi tesis yılında kuru ot verimi en düşük çeşit olmasına rağmen ikinci ve üçüncü yıllarda kuru ot verimi önemli ölçüde artmıştır. Araştırmamızda elde edilen toplam kuru ot verimleri bazı araştırmacıların sonuçlarından düşük, bazılarınınkinden ise yüksek olmuştur (Öncü, 1997; Acar, 2002; Aka ve Avcıoğlu, 2003; İptaş ve ark., 2007; Çöçü ve Sancak, 2007; Avcı ve ark., 2007; Demiroğlu ve ark., 2008; Mohammed, 2008; Avcı ve ark., 2009; Kır, 2010; Kızıl Aydemir ve ark., 2011; Gültekin ve ark. 2011; Karadağ ve ark., 2011; Saruhan ve Kuşvuran, 2011; Yılmaz, 2011; Avcı ve ark., 2013; Kavut ve ark., 2014; İnal, 2015; Engin ve Mut, 2017). Yonca çeşitleri ile yapılan çalışmalarda tespit edilen kuru ot verimlerinin tesis yılına ya da verim yıllarına ait olması da elde edilen sonuçlar arasındaki farklılıkların önemli bir nedenidir. Özellikle denemede kullanılan çeşitlerin tesis yılındaki kuru ot verimleri diğer yıllara oranla oldukça düşük olmuştur (Çizelge 2). Tesis yılında elde ettiğimiz sonuçlar Demiroğlu ve ark. (2008) ve Engin ve Mut (2017) tarafından tespit edilen değerlerden düşük, Saruhan ve Kuşvuran (2011)'in sonuçları ile uyumlu olmuştur.

**Çizelge 2.** Bursa Ekolojik Koşullarında Yetiştirilen Bazı Yonca Çeşitlerinin Tesis, 2016 ve 2017 Yıllarına Ait Ortalama Ana Sap Uzunluğu (ASU-cm), Ortalama Ana Sap Kalınlığı (ASK-mm), Toplam Kuru Ot Verimi (KOV- kg da<sup>-1</sup>), Ortalama Ham Protein Oranı (HP-%), Toplam Ham Protein Verimi (HPV- kg da<sup>-1</sup>), Ortalama ADF (%) ve Ortalama NDF (%) Değerleri

Çeşit	ASU (cm)	ASK (mm)	KOV (kg da <sup>-1</sup> )	HP (%)	HPV (kg da <sup>-1</sup> )	ADF (%)	NDF (%)
Tesis yılı							
Alsancak	55.25	2.80	877.3 a	22.74	206.4 a	21.55 c	36.69
Bilensoy-80	59.20	2.38	878.3 a	20.55	178.9 ab	24.54 ab	40.42
Diane	52.26	2.78	790.4 ab	22.37	176.8 ab	25.03 a	38.60
İside	57.47	2.73	596.4 c	21.31	126.6 c	25.87 a	37.46
Özpinar	58.00	2.82	838.3 a	21.83	179.9 ab	22.22bc	37.67
Prosementi	55.00	2.87	683.2bc	21.72	148.0 bc	25.52 a	40.64
F Değerleri							
Blok	öd	öd	*	öd	*	öd	öd
Çeşit	öd	öd	**	öd	**	*	öd
2016 Yılı							
Alsancak	59.06a	3.27a	1714.3 ab	20.32	342.1 ab	30.12	39.50 ab
Bilensoy-80	61.36a	3.25a	1802.1 ab	21.06	366.1 a	28.62	41.87 a
Diane	49.71b	2.90b	1382.2 c	20.80	269.4 d	28.43	38.07 b
İside	60.86a	3.40a	1830.6 a	20.93	367.3 a	28.26	39.16 b
Özpinar	56.26ab	3.11ab	1443.4 c	20.89	300.0 cd	26.81	41.67 a
Prosementi	58.03a	3.43a	1585.1bc	20.94	323.3 bc	29.18	39.58 ab
F Değerleri							
Blok	öd	öd	*	öd	öd	öd	öd
Çeşit	*	*	**	öd	**	öd	*
2017 Yılı							
Alsancak	65.62 a	2.56 bc	1407.45 ab	16.59	225.13 bc	27.22	38.31
Bilensoy-80	62.67 a	2.66 bc	1353.01 b	17.09	221.88 bc	29.09	37.68
Diane	51.55 b	2.48 c	1047.68 c	17.93	182.61 d	27.69	35.60
İside	66.41 a	2.70 b	1559.19 a	16.90	256.72 a	27.83	38.73
Özpinar	67.71 a	2.66 bc	1386.63 b	16.42	216.92 c	23.72	38.08
Prosementi	67.09 a	2.94 a	1449.75 ab	17.63	251.46 ab	27.06	39.06
F Değerleri							
Blok	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd
Çeşit	**	**	**	öd	*	öd	öd

\* Aynı sütunda aynı harfi taşıyan değerler arasında 0.05 olasılık düzeyinde fark yoktur.

Denemede yonca çeşitlerine ait ham protein oranları tesis yılında % 20.55-22.74, ikinci yıl %20.32-21.06, üçüncü yıl ise % 16.42-17.93 arasında değişmiş olup çeşitler arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan önemsiz çıkmıştır (Çizelge 2). Farklı ekolojilerde yürütülen yonca çeşit denemelerinde ham protein oranının Acar (2002) % 17.25-18.77, Kır (2006) % 17.86-20.26, Avcı ve ark. (2009) % 17.0-18.0, Kır (2010) % 22.21-23.31, Kızıl Aydemir ve ark. (2011) % 17.6-18.3, Karadağ ve ark. (2011) % 14.36-17.78, Saruhan ve Kuşvuran (2011) % 17.95-22.67, Yılmaz (2011) % 16.23-17.53, Avcı ve ark. (2013) % 18.5-19.4 ve İnal (2015) % 18.38-20.45 arasında değiştiğini rapor etmişlerdir. Araştırmamızda elde edilen ortalama ham protein oranları bazı



araştırmacıların bildirdikleri sonuçlardan yüksek, bazılarınınkinden ise düşük olmuştur. Söz konusu farklılıkların ekolojik koşullar, çeşitler, biçim sayısı ve sulama sıklığından ileri geldiği söylenebilir.

Araştırmada en yüksek ham protein verimi tesis yılında 206.4 kg da<sup>-1</sup> ile Alsancak, 2016 yılında 367.3 kg da<sup>-1</sup> ile İside ve 2017 yılında 256.72 kg da<sup>-1</sup> ile İside çeşidinden elde edilmiş olup çeşitler arasındaki farklılıklar denemenin ilk ve ikinci yılında çok önemli ( $p<0.01$ ), üçüncü yılında ise önemli ( $p<0.05$ ) çıkmıştır (Çizelge 2). Çeşitlere ait kuru ot verimi ile ham protein oranlarının çarpımı sonucu elde edilen ham protein verimlerinin yonca çeşitlerinde, İptaş ve ark. (2007) 247-349 kg da<sup>-1</sup>, Avcı ve ark. (2009) 247-349 kg da<sup>-1</sup>, Kır (2010) 254.42-332.70 kg da<sup>-1</sup>, Yılmaz (2011) 333.07-423.89 kg da<sup>-1</sup>, Avcı ve ark. (2013) 402-422 kg da<sup>-1</sup>, İnal (2015) 88.19-112.93 kg da<sup>-1</sup> arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Araştırmanın ikinci yılında altı biçimin toplamında elde ettiğimiz ham protein verimleri (269.4-367.3 kg da<sup>-1</sup>); Kır (2010), Avcı ve ark. (2009) ve İptaş ve ark. (2007)'nin sonuçları ile uyumlu, Yılmaz (2011) ve Avcı ve ark. (2013)'nin sonuçlarından düşük ve İnal (2015)'in değerlerinden yüksek olmuştur. Bu farklılıklar büyük ölçüde ekolojik koşulların, çeşitlerin, biçim sayılarının ve sulama aralıklarının farklı olmasından kaynaklanabilir.

Yemlerin hücre duvarı bileşenlerinden biri olan ve mikroorganizmalar tarafından sindirimi zor gerçekleşen ADF oranları bakımından çeşitler arasındaki farklılıklar ilk yıl önemli ( $p<0.05$ ) çıkarken, denemenin ikinci ve üçüncü yıllarında ise önemsiz olmuştur. Tesis yılında en düşük ADF içeriği % 21.55 ile Alsancak çeşidinde tespit edilmiştir. Denemenin ikinci ve üçüncü yıllarında ise çeşitlere ait ADF içerikleri sırasıyla % 26.81-30.12 ve % 23.72-29.09 arasında değişmiştir (Çizelge 2). ADF içeriğinin yonca çeşitleri arasında önemli farklılıklar göstermediği bazı araştırmacılar tarafından da rapor edilmiştir (Kır, 2010; Yücel ve ark., 2011; Kızıl Aydemir ve ark., 2011; Karadağ ve ark., 2011). Araştırmamızda elde ettiğimiz sonuçlar söz konusu araştırmacıların sonuçları ile uyumludur. Bazı araştırmacılar da yonca çeşitlerine ait ADF oranlarının önemli ölçüde varyasyonlar gösterdiğini bildirmişlerdir (Avcı ve ark., 2009; Yılmaz, 2011; İnal, 2015).

Hücre duvarı olarak da adlandırılan ve yem ham maddelerinin çözünmeyen kısmını oluşturan NDF içerikleri bakımında çeşitler arasındaki farklılıklar tesisi yılında ve denemenin üçüncü yılında önemsiz, ikinci yılında ise önemli ( $p<0.05$ ) çıkmıştır. İkinci yılda en düşük NDF içeriği % 38.08 ile Özpınar çeşidinde tespit edilmiştir (Çizelge 2). Yonca çeşitlerine ait NDF içeriklerinin incelendiği çalışmalarda araştırmamızda tespit edilen NDF içeriklerinden oldukça yüksek sonuçlar elde edilmiştir. Örneğin; çeşitlere ait NDF içeriklerinin Avcı ve ark. (2007) % 36.7-47.3, Avcı ve ark. (2009) % 48.0-49.9, Kır (2010) % 42.68-44.13, Yılmaz (2011) % 44.32-42.27, Yücel ve ark. (2011) % 43.1-44.3, Kızıl Aydemir ve ark. (2011) % 47.6-47.3, Karadağ ve ark. (2011), % 45.21-47.77, İnal (2015) % 45.73-47.46, arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bazı araştırmalarda çeşitler arasındaki farklılıklar önemli (Avcı ve ark., 2007; Avcı ve ark., 2009; Yılmaz, 2011; Yücel ve ark., 2011 ve İnal, 2015) olurken, bazılarında (Kır, 2010; Kızıl Aydemir ve ark., 2011 ve Karadağ ve ark., 2011) ise önemsiz bulunmuştur. Sonuçlarımız yukarıda belirtilen araştırmacıların sonuçlarından düşük olmuştur. Bu durum çeşit farklılıklarından kaynaklanmış olmakla birlikte iklim ve toprak koşulları ile kültürel uygulamalardan da ileri gelmiş olabilir.

## Sonuç

Sonuç olarak, araştırmamızın tesisi yılında yonca çeşitlerinden toplam üç biçim alınmış ve ilk yıla ait verim değerlerinin düşük olduğu gözlemlenmiştir. Denemenin ikinci ve üçüncü yıllarında ise kuru ot verimi artış göstermiştir. Denemede ele alınan çeşitler içerisinde tesisi yılında özellikle İside çeşidinin birinci ve ikinci biçimdeki ot verimi oldukça düşük olduğundan ilk yıl toplam kuru ot verimi diğer çeşitlere oranla daha düşük olmuştur. Ancak, tesisi yılının üçüncü biçimde bu çeşit hızlı bir gelişim göstererek verim açısından diğer çeşitlere ulaşmıştır. Bu nedenle İside çeşidinin ilk yıla ait kuru ot verimi oldukça düşük olmasına rağmen ikinci ve üçüncü yıllarda deneme koşullarında en yüksek değere ulaşmıştır. Araştırma elde edilen sonuçlara göre, yüksek verim ve kaliteli bir ot elde etmek için Bursa ve benzer ekolojik koşullarında İside, Bilensoy-80 ve Alsancak çeşitleri yetiştirilebilir.

## Teşekkür Bilgi Notu

Bu çalışma, Bursa Uludağ Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi HPD(Z)-2014/57 nolu tarafından desteklenmektedir. Çalışmanın yürütülmesinde maddi destek sağlayan Bursa Uludağ Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne teşekkür ederiz. Bu araştırma, Betül ERBEYİ tarafından hazırlanan yüksek lisans tezinin bir bölümünü de (2015 ve 2016 yılı verileri) içermekte olup bu çalışmada etik kurul onayı gerekli değildir. Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır. Bu makaleyi hazırlayan yazarlar, araştırmaya eşit oranda katkı sağlamıştır. Çalışmada, yazarlar arasında çıkar çatışması bulunmamaktadır.

## Kaynakça

- Acar, A. 2002. Tokat-Kazova ekolojik koşullarına uygun yonca (*Medicago sativa* L.) çeşitlerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Tokat.
- Aka, M. A. ve Avcıoğlu, R. 2003. Selçuk koşullarında 7 farklı yonca çeşidinin verim ve diğer bazı verim özellikleri üzerinde araştırmalar. Türkiye 5. Tarla Bitkileri Kongresi, 13-17 Ekim 2003, Diyarbakır.
- Anonim 2015. Bursa bölgesi iklim verileri. Bursa Meteoroloji Bölge Müdürlüğü (Yayınlanmamış Kayıtlar), Bursa.
- Anonim 2016. Bursa bölgesi iklim verileri. Bursa Meteoroloji Bölge Müdürlüğü (Yayınlanmamış Kayıtlar), Bursa.
- Anonim 2017. Bursa bölgesi iklim verileri. Bursa Meteoroloji Bölge Müdürlüğü (Yayınlanmamış Kayıtlar), Bursa.

- Avcı, M., Çınar, S., Kızıl Aydemir, S., Kılıçalp N., Hatipoğlu R., Yücel, C., İnal, İlker., Yücel, H., Aktaş, A. ve Gültekin, R. 2007. Çukurova koşullarında farklı yonca (*Medicago sativa* L.) çeşitlerinin ot verimleri ve ot kaliteleri üzerinde bir çalışma. Türkiye VII. Tarla Bitkileri Kongresi, 25-27 Haziran 2007, Erzurum.
- Avcı, M., Çınar, S., Kızıl, S., Aktaş, A., Yücel, C., Hatipoğlu, R., Yücel, H., Kılıçalp N. ve İnal, İ. 2009. Çukurova taban koşullarında farklı yonca çeşitlerinin ot verimleri ve ot kaliteleri üzerine bir araştırma. Türkiye VIII. Tarla Bitkileri Kongresi, 19-22 Ekim 2009, Hatay.
- Avcı, M. A., Ozkose, A. and Tamkoç, A. 2013. Determination of yield and quality characteristics of alfalfa (*Medicago sativa* L.) varieties grown in different locations. *Journal of Animal and Veterinary Advances*. 12(4):487-490.
- Canbolat, Ö., Kara, H. ve Filya, İ. 2013. Bazı baklagil kaba yemlerinin in vitro gaz üretimi, metabolik enerji, organik madde sindirimi ve mikrobiyal protein üretimlerinin karşılaştırılması. *Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Derg.*,27:2, 71-81.
- Çöçü, S. ve Sancak, C. 2007. Bazı yonca çeşitlerinin (*Medicago sativa* L.) Ankara koşullarında ot verimlerinin belirlenmesi. Türkiye VII. Tarla Bitkileri Kongresi, 25-27 Haziran 2007, Erzurum.
- Demiroğlu, G., Geren, H. ve Avcıoğlu, R. 2008. Farklı yonca (*Medicago sativa* L.) genotiplerinin Ege bölgesi koşullarına adaptasyonu. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 45 (1): 1-10.
- Engin, B. ve Mut, H. 2017. Farklı yonca çeşitlerinin ot verimi ve bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi. *YYÜ Tarım Bilimleri Derg.*, 27(2):212-219.
- Gültekin, R., İnal, İ., Avcı, M. ve Kızıl Demir, S. 2011. Çukurova bölgesinde bazı yonca (*Medicago sativa* L.) çeşitlerinin farklı biçim dönemlerine göre verim performanslarının saptanması. IX. Türkiye Tarla Bitkileri Kongresi, 12-15 Eylül 2011, Bursa.
- İnal, N. 2015. Kırşehir koşullarında bazı yonca (*Medicago sativa* L.) çeşitlerinin verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı. Kırşehir.
- İptaş, S., Karadağ, Y. ve Alptekin Acar, A. 2007. Tokat-Kazova ekolojik koşullarına uygun yonca (*Medicago sativa* L.) çeşitlerinin belirlenmesi. Türkiye VII. Tarla Bitkileri Kongresi, 25-27 Haziran 2007, Erzurum.
- Karadağ, Y., İptaş, S., Kır, H. ve Akbay, S. 2011. Tokat- Kazova koşullarında bazı yonca (*Medicago sativa* L.) çeşitlerinin verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. IX. Türkiye Tarla Bitkileri Kongresi, 12-15 Eylül 2011, Bursa.
- Karadaş, K. ve Aksoy, E. 2019. Iğdır ilinde yonca üretimi ve ekonomik önemi. Zeugma II. Uluslararası Multidisipliner Çalışmalar Kongresi. 8-20 Ocak 2019, 334-343.
- Kavut, Y. T., Çelen, A.E., Demiroğlu Topçu, G. ve Kır, B. 2014. Bazı yonca (*Medicago sativa* L.) genotiplerinin farklı lokasyonlardaki verim ve verim özellikleri üzerinde bir araştırma. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 51 (1): 23-29.
- Kır, B. 2006. Kimi yonca çeşitlerinde tohum ve ot verimi ile kalite özellikleri üzerinde bir araştırma. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı. Bornova.

- Kır, H. 2010. Tokat-Kazaova şartlarında bazı yonca çeşitlerinin performanslarını belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı. Tokat-Kazaova.
- Kızıl Aydemir, S., Avcı, M., Çınar, S., Özpınar, H. ve Yücel, H. 2011. Bazı yonca (*Medicago sativa* L.) çeşitlerinin Çukurova ekolojik koşullarında verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. IX. Türkiye Tarla Bitkileri Kongresi, 12-15 Eylül 2011, Bursa.
- Mohammed A. S. 2008. Farklı lokasyonlardan bazı yonca çeşitlerinin yem verimleri ve bitkisel özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı. Ankara.
- Öncü, K. 1997. Hatay koşullarında yetiştirilebilecek bazı yonca (*Medicago sativa* L.) çeşitlerinin adaptasyon ve tarımsal özellikleri üzerine bir araştırma. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı. Adana.
- Saruhan, V. ve Kuşvuran, A. 2011. Güneydoğu Anadolu bölgesi koşullarında bazı yonca (*Medicago sativa* L.) çeşitleri ve genotiplerinin verim performanslarının belirlenmesi. *Ege Üniv. Ziraat Fak.Derg.*, 48 (2): 133-140.
- TÜİK 2021. Bursa ili verileri. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Erişim tarihi: 11.10.2021)
- Van Soest P.J., Robertson J.B., Lewis B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.*, 74, 3583-3597.
- Yılmaz, M. 2011. Isparta ekolojik koşullarında bazı yonca (*Medicago sativa* L.) çeşitlerinin ot verim ve kalitelerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı. Isparta.
- Yücel, H., Avcı, M., Çınar, S., Aktaş, A. ve Kökaşık, F. D. 2011. Farklı yonca (*Medicago sativa* L.) çeşitlerinin verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. IX. Türkiye Tarla Bitkileri Kongresi, 12-15 Eylül 2011, Bursa.



## Atık Kayaçların Katı Çiftlik Gübresinin Gübre Özelliğine Etkisi<sup>A</sup>

Nureddin ÖNER<sup>1</sup>

**Öz:** Laboratuvar koşullarında saksılarda üç tekerrürlü olarak yürütülen bu çalışmada fermente olmamış katı çiftlik gübresine farklı özelliklere sahip üç kayacın kontrol % 1, % 5 ve % 10 dozu uygulanmıştır. Homojen uygulama için kayaçlar öğütülmüştür. Orijinal nemiyile katı çiftlik gübresine ilave edilen kayaçlar, iyice karıştırıldıktan sonra ilk hafta günde iki defa daha sonraki günlerde 2 günde bir defa olacak şekilde karıştırılarak oksijenli fermentasyona tabi tutulmuştur. Fermentasyona tabi tutulan katı çiftlik gübresinden ikinci ve altmışıncı günlerde örnekler alınarak kayaçların suda çözünebilir kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), potasyum (K), sodyum (Na), fosfor (P), demir (Fe), ve mangan (Mn) elementleri içeriğine etkisi belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre fermente olmamış katı taze çiftlik gübresine % 1, % 5 ve % 10 oranında ilave edilen farklı üç kayacın katı çiftlik gübresinde suda çözünebilir kalsiyum, fosfor ve mangan elementleri miktarı üzerine etkisi; zaman, kayaç dozu ve zaman x kayaç dozu interaksyonu  $p < 0.01$  düzeyinde önemli bulunmuştur. Uygulamaların sodyum elementi üzerine etkisi sadece zaman açısından  $p < 0.01$  düzeyinde önemli bulunurken, suda çözünebilir magnezyum, potasyum ve demir elementine etkisi istatistiksel açıdan önemli çıkmamıştır. Katı çiftlik gübresinde suda çözünebilir en yüksek kalsiyum miktarı altmışıncı günde ikinci ve üçüncü kayacın % 1'lik uygulamalarında ( $650,96$ ,  $mg\ kg^{-1}$ ,  $643,73$   $mg\ kg^{-1}$ ), en yüksek fosfor miktarı altmışıncı günde üçüncü kayacın %1'lik uygulamasında ( $302,47$   $mg\ kg^{-1}$ ) ve en yüksek mangan miktarı ise ikinci gün üçüncü kayacın % 10'luk uygulamasında ( $3,08$   $mg\ kg^{-1}$ ) elde edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Kayaç, suda çözünür bitki besin elementi, organomineral gübre, organik gübre fermentasyonu.

<sup>A</sup> Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir. Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır.

\* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** <sup>1</sup> Nureddin ÖNER, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğü Kötekli/ Menteşe/Muğla, Türkiye, [nureddinoner@mu.edu.tr](mailto:nureddinoner@mu.edu.tr), [OrcID 0000-0001-9314-8108](https://orcid.org/0000-0001-9314-8108)

## The Effect of Waste Rock on the Fertilizer Characteristics of Solid Farm Fertilizer

**Abstract:** In this study which was carried out under laboratory conditions in three frequency series, control 1%, 5% and 10% dose of three rocks that had different characteristics were applied to unfermented solid farm fertilizer. For homogenous application, rocks were added into the solid farm fertilizer with their original moisture after they had been grounded, and having been stirred thoroughly, they were exposed to oxygen fermentation by being stirred twice in a day during the first week and once in two days in the subsequent days. Samples from the fermented solid farm fertilizer were taken on the second and sixtieth days and their effect on calcium (Ca), magnesium (Mg), potassium (K), sodium (Na), phosphorous (P), iron (Fe) and manganese (Mn) elements, which are water-soluble, were identified.

According to the research results, it was found that the effect of the three different rocks which had been added into unfermented fresh solid farm fertilizer at 1 %, 5 % and 10 % rates on the amount of water-soluble calcium, phosphorous and manganese elements in solid farm fertilizer; time, rock dosage and time x rock dosage was significant at  $p < 0.01$ . The effect of applications on sodium was significant at  $p < 0.01$  level only in terms of time whereas it was statistically insignificant in terms of water-soluble magnesium, potassium and iron. In the solid farm fertilizer, the highest amount of water-soluble calcium was obtained in the 1% application of the first and third rocks on the sixtieth day ( $650,96 \text{ mg kg}^{-1}$ ,  $643,73 \text{ mg kg}^{-1}$ ), whereas the highest amount of phosphorous was obtained in the 1 % application of the third rock on the sixtieth day ( $302,47 \text{ mg kg}^{-1}$ ) and the highest manganese amount was obtained in the 10 % application of the third rock on the second day ( $3,08 \text{ mg kg}^{-1}$ )

**Keywords:** Rock, water-soluble plant nutrition element, organomineral fertilizer, organic fertilizer fermentation.

## Giriş

Ülkemizde 2020 yılı TÜİK büyükbaş, küçükbaş ve kanatlı hayvan sayıları ile ilgili verileri dikkate alınarak yapılan hesaplamada yaklaşık 414 milyon ton/gün hayvansal atık oluşmaktadır. Organik gübre üretiminde kullanılabilecek evsel atıklar, fabrikaların organik atıkları, alabalık tesisi atıkları, bitkisel üretim sonucunda oluşan hasat atıkları, sera atıkları, budama ve çim atıkları gibi organik atıkların miktarı hakkında ise herhangi bir veri bulunmamaktadır. Özellikle hayvansal kökenli bu atıkların ve diğer bitkisel atıkların organik gübre olarak tarıma geri kazandırılması ekonomimiz için büyük önem taşımaktadır. 2022 yılında dolar kurunun artışına bağlı olarak kimyevi gübre fiyatlarının artması bu hammadde kaynağını daha önemli hale getirmektedir. Taban ve ark.,(2013)'na göre verimli tarım toprağında % 4-5 oranında bulunması gereken organik madde miktarının ülkemiz topraklarının % 50'sinde % 1-2 civarında olması topraklarımızın organik kökenli gübre ile desteklenmesi gerektiğini göstermektedir.

Hayvansal ve bitkisel kaynaklı hammaddelerin uygun şekilde fermantasyonuyla üretilen organik gübrelerin yapılacak toprak analizine göre her yıl düzenli uygulanması inorganik gübrelerin kullanılma ihtiyacını büyük oranda azaltacaktır. Toprağa hayvansal ve bitkisel atıklarının ilavesiyle başlayan mikrobiyal faaliyetler sonucu; besin elementlerinin bitkiler tarafından daha kolay kullanılabilir hale geldiği (Eriksen, 2005; Randhawa et al., 2005) ve bu süreç ile toprak verimliliğini ve kalitesini arttırdığı belirtilmiştir (Doran et al., 1987).

Saksı koşullarında marul yetiştirilen toprağa 0-100- 200-300 kg da<sup>-1</sup> tavuk gübresi, çiftlik gübresi ve vermikompost ile 0, 50, 100-200 kg da<sup>-1</sup> leonardit uygulamasının yapıldığı çalışmada, tavuk gübresi ve çiftlik gübresi uygulamalarının toprağın pH, EC, organik madde, N, P, K, Ca, Zn ve Cu içerikleri üzerine etkili olduğu belirlenmiştir ( Kılıç ve Sönmez, 2019).

Organik gübreler kaynağına göre değişik oranlarda azot (N), fosfor (P), potasyum (K) ve diğer besin elementlerini içerirler. Soyergin (2003) göre orta yarıyıslı özelliğine sahip katı çiftlik gübresinin kuru madde bazında %0.5-1.0 N, %0.15-0.20 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ve %0.5-0.6 oranında K<sub>2</sub>O içerdiğini belirtmiştir. Sera koşullarında saksıda yetiştirilen fasulye bitkisine dekara 2, 4, 8 ton kompost, 2, 4, 8 ton ahır gübresi, 1/2 kompost + 1/2 ahır gübresi, kontrol gurubu için NPK içeren mineral gübre uygulanmıştır. Kompost ve ahır gübresi uygulamalarının fasulye bitkisinin kuru madde, verim, toplam N, K, Fe, Cu ve Zn miktarı üzerine etkisi istatistiki yönden önemli bulunurken, toplam P, Ca, Mg, Na ve Mn miktarı üzerine etkisinin ise önemsiz olduğunu belirlemişlerdir (Yağmur ve Okur, 2017). Akşahin ve Gülser (2020) çemen bitkisinin yetiştirildiği saksılara % 0, % 2,5 ve % 5,0 oranlarında atık mantar kompostu ve çay atığı, inorganik gübre olarak 0-0-0, 125-50-75, 250-100-150 mg kg<sup>-1</sup> NPK içeren kimyevi gübre uyguladıkları çalışmada, her üç uygulamanın bitki boyu, bitki yaş ağırlığı, bitki kuru ağırlığı, kök uzunluğu, kök yaş ağırlığı, kök kuru ağırlığı üzerine etkisi % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Demirkıran ve Cengiz (2010) Antepfıstığı fidanlarına değişik dozlarda gidya (leonardit), deniz yosunu, hümik asit, saman, torf ve kimyasal gübreler ilave etmişler ve organik kaynaklı gübrelerden hümik asit ve torfun bazı bitki özelliklerini kimyasal gübreler gibi arttırdığını bildirmişlerdir. Çiftlik gübresi, yeşil gübre bitkileri, saman malçı ve asmanın öğütülmüş budama atıkları ile bunlarla oluşturulan kombinasyonlarının üzümün fenolojik gelişme tarihleri ile salkım, tane ve şıra özelliklerine olan etkileri üzerine yapılan araştırmada, fenolojik devrelere gelme bakımından önemli farklılıklarının olmadığını saptamışlardır (Tangolar ve Ark.,2007).

Organik gübrelerin toprağa uygulanması toprakta iyi agregat oluşumuna etkisi sayesinde toprak havalanması özelliğini, toprağın su tutma kapasitesini ve katyon değişim kapasitesini artırması nedeni ile kimyasal gübrelere göre önemli bir avantaj sağlamaktadır. Laboratuvar koşullarında saksı denemesi şeklinde yürütülen bir çalışmada saksılara fırın kuru ağırlık üzerinden 6 ton da<sup>-1</sup> dozunda mantar kompostu, çöp kompostu, sığır gübresi, tavuk gübresi, kanalizasyon çamuru atıkları karıştırılmış ve saksılar 28°C'ye ayarlı etüvde toprak neminin sabit kalmasına dikkat edilerek inkübasyona bırakılmıştır. Denemenin 0, 4, 8, 12, 16, 32 ve 45 günlük inkübasyonları sonunda alınan toprak örneklerinde, toprağa ilave edilen tüm organik atıklar NH<sub>4</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N, toprağın CO<sub>2</sub> üretimi ve agregat stabilitesi üzerine etkili olduğu belirlenmiştir (Çetin ve Gür, 2011).

Ülkemizde son yıllarda bitkisel üretimde dışa bağımlılığın azaltılması, birim maliyetlerin düşürülmesi amacıyla organik gübrelerle birlikte organomineral gübrelerin üretimi de artmaya başlanmıştır. Organomineral



gübre, organik muhtevanın ve/veya organik gübre(ler)nin bir veya birden fazla birincil, ikincil veya mikro bitki besin maddeleri ile karışımı veya reaksiyonu ile elde edilmiş ürünler olarak ifade edilmiştir (Anonim, 2018).

Bu çalışmanın amacı, ülkemizde çok fazla değerlendirilemeyen katı çiftlik gübresi ile Ca ve Mg konsantrasyonu yüksek olan taş ocağı işletmesinden arta kalan atıkların kullanımı sonucunda, katı çiftlik gübresinin özellikle kalsiyum ve magnezyum elementlerince zenginleştirilip zenginleştirilemeyeceği organo araştırılmıştır. Kayaç uygulamalarından sonra fermantasyona tabi tutulan organik + mineral karışımının ikinci ve altmışıncı günde suda çözünebilir bazı bitki besin elementlerinin miktarları üzerine olan etkileri incelenmiştir.

## Materyal ve Yöntem

### Materyal

Denemede gübre materyali olarak hayvanların dışkıları ile hayvanların altına serilen yataklıktan oluşan taze büyükbaş katı çiftlik gübresi kullanılmış, gübrenin pH, EC ve suda çözünebilir besin elementleri ile ilgili analiz sonuçları (Anonim, 2018) Çizelge 1’de verilmiştir. Denemede kullanılan kayaç örnekleri Muğla ili Dalaman ilçesi Kapıkargın Mevkii kalkerli taş ocağı üretim sahasında atık olarak değerlendirilen örneklerden alınmıştır. Denemede kullanılan kayaçların toplam ve suda çözünebilir bazı element içerikleri Çizelge 2’de verilmiştir.

**Çizelge 1.** Denemede kullanılan Katı çiftlik gübresine ait suda çözünebilir (1/10) analiz sonuçları

pH (1/10)	EC ( $\mu\text{S } 25^\circ\text{C}$ ) (1/10)	Ca ( $\text{mg kg}^{-1}$ )	Mg ( $\text{mg kg}^{-1}$ )	K ( $\text{mg kg}^{-1}$ )	Na ( $\text{mg kg}^{-1}$ )	P ( $\text{mg kg}^{-1}$ )	Fe ( $\text{mg kg}^{-1}$ )	Mn ( $\text{mg kg}^{-1}$ )
792	3240	2403	7424	9584.2	5153	192	018	026

Çizelge 1’de görüleceği gibi denemede kullanılan katı çiftlik gübresinin pH değeri 792 EC değeri 3240 ( $\mu\text{S}$ ) suda çözünebilir kalsiyum, magnezyum, potasyum, sodyum, fosfor, demir ve mangan elementleri sırayla; 2403  $\text{mg kg}^{-1}$  7424  $\text{mg kg}^{-1}$  9584.2  $\text{mg kg}^{-1}$  5153  $\text{mg kg}^{-1}$  192  $\text{mg kg}^{-1}$  018  $\text{mg kg}^{-1}$  026  $\text{mg kg}^{-1}$  olarak belirlenmiştir.

**Çizelge 2.** Kayaçların suda çözünür ve toplam bitki besin elementleri analiz sonuçları

Kayaç Adı	Ca ( $\text{mg kg}^{-1}$ )	Mg ( $\text{mg kg}^{-1}$ )	K ( $\text{mg kg}^{-1}$ )	Na ( $\text{mg kg}^{-1}$ )	P ( $\text{mg kg}^{-1}$ )	Fe ( $\text{mg kg}^{-1}$ )	Mn ( $\text{mg kg}^{-1}$ )
Birinci kayaç toplam	150 000	67 000	47	0,8	0	23632,4	440,7
Birinci kayaç Suda Çözünür	65,4	336,4	0	0	0	0	0
İkinci kayaç toplam	150 500	54 000	38	0,7	0	16874,4	326,3
İkinci kayaç suda çözünür	52,8	263,2	0	0	0	0	0
Üçüncü kayaç toplam	94 700	43 700	45	565,9	0	18407,2	333,77
Üçüncü kayaç suda çözünür	70,1	128,5	0	0	0	0	0

Çizelge 2 incelendiğinde birinci ve ikinci kayaç %15, üçüncü kayaç ise %9,4 toplam Ca içermektedir. Kalsiyum elementinin suda çözünebilir miktarları ise sırayla 65,4 52,8 ve 70,1  $\text{mg kg}^{-1}$  olarak belirlenmiştir. Kayaçlar toplam magnezyum içeriği yönünden sırayla % 6,7, %5,4 ve %437 iken suda çözünebilir miktarları ise



sırayla 336,4, 263,2 ve 128,5 mg kg<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Kayaçlarda toplam potasyum içerikleri sırayla 47, 38 45 mg kg<sup>-1</sup>, toplam sodyum 08, 0,7 ve 565,9 mg kg<sup>-1</sup>, toplam demir içeriği %2,36, %1,68 ve %1,84, toplam mangan içeriği ise sırayla 440,7 326,3 ve 333,77 mg kg<sup>-1</sup> belirlenmiştir. Suda çözünebilir potasyum, sodyum, demir ve mangan elementi belirlenememiştir. Kayaçlardaki toplam ve suda çözünebilir fosfor elementi tespit edilememiştir.

## Yöntem

Laboratuvar koşullarında saksıda yürütülen bu çalışmada katı çiftlik gübresine, farklı içeriğe sahip 3 kayacın üç farklı dozu (% 1, % 5 ve % 10) ve kontrol uygulaması yapılmış, deneme 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Saksılara konulan 1 kg katı taze büyükbaş çiftlik gübresine toz haline getirilmiş kayaç kütlece %1, % 5 ve % 10 oranında ilave edilip karıştırılmıştır. Öztürk (2005)'e göre oksijenli fermantasyonun iyi bir şekilde devam etmesi için örnekler 60 gün boyunca ilk hafta günde iki defa daha sonra iki günde bir defa olacak şekilde karıştırılmıştır. Saksılardaki karışımın nem miktarının % 50-60 düzeyinde olacak şekilde günlük su ilavesi yapılmıştır.

Kayaçlardaki toplam bitki besin elementi miktarını belirlemek amacıyla 0,5 g örnek alınmış üzerine kral suyu ile (6 ml konsantre HCl ve 2 ml HNO<sub>3</sub>) (Sevinç, 2003) mikrodalgada (20 dk 190 °C ve 1600 W ve 40 dk 190 °C ve 1600 W) programında yaş yakma yapılmış, filtre kağıdıyla (whatman no; 42) süzildükten sonra saf su ile 50 mL'ye tamamlanarak Ca, Mg, K, Na, P, Cu, Fe, Mn ve Zn elementleri ICP OES'te okunmuştur. Deneme saksılarında katı çiftlik gübresi kayaç karışımında suda çözünen bitki besin elementleri miktarını belirlemek amacıyla bu karışımlardan 10 g alınmış üzerine 100 ml saf su eklenmiş 2 saat karıştırılıp filtre kâğıdıyla (whatman no; 42) süzildükten sonra Ca, Mg, K, Na, P, Fe ve Mn elementleri ICP OES'te okunmuştur (Anonim, 2018). Katı çiftlik gübresinde suda çözünebilir bitki besin elementi miktarıyla kıyaslamak amacıyla kayaçlardaki suda çözünebilir bitki besin elementleri miktarını belirlemek amacıyla aynı yöntem ile 10 g kayaç örneği alınmış ve üzerine 100 ml su ilave edilip (1/10 w/w) 2 saat çalkalayıcıda çalkalanıp filtre kağıdıyla (whatman no; 42) süzildükten sonra; Ca, Mg, K, Na, P, Cu, Fe, Mn ve Zn elementleri ICP OES'te okunmuştur.

## İstatiksel Analiz

Zaman faktörü, kayaç dozu ve zaman x kayaç dozu etkileşimi en küçük kareler analiz yöntemine göre 3 tekerrürlü olarak Minitab (Minitab, 2017), programında yapılmıştır. Farklılıkları belirlenen özelliklerin ortalamaları arasındaki karşılaştırmalar Tukey çoklu karşılaştırma testi ile yapılmıştır.

## Bulgular ve Tartışma

Katı çiftlik gübresine özellikleri farklı olan üç kayacın farklı dozlarının ilave edilmesiyle suda çözünebilir bazı bitki besin elementlerine etkilerini belirlemek üzere yapılan çalışmadan elde edilen varyans analiz sonuçları Çizelge 3'de verilmiştir.

**Çizelge 3.** Kayaç uygulamalarının besin elementleri değişimine ait varyans analiz sonuçları

Varyans	Ca (mg kg <sup>-1</sup> )	Mg (mg kg <sup>-1</sup> )	K (mg kg <sup>-1</sup> )	Na (mg kg <sup>-1</sup> )	P (mg kg <sup>-1</sup> )	Fe (mg kg <sup>-1</sup> )	Mn (mg kg <sup>-1</sup> )
Zaman	**	öd	öd	**	**	öd	**
Kayaç Dozu	**	öd	öd	öd	**	öd	**
Zaman x Kayaç Dozu	**	öd	öd	öd	**	öd	**

\*\* p<0.01 düzeyinde önemli farklılık, öd: önemli değil

Çizelge 3’de görülebileceği gibi katı çiftlik gübresine farklı kayaç uygulamalarının suda çözünabilir kalsiyum, fosfor ve mangan elementleri üzerine etkisi; zaman, kayaç dozu ve zaman x kayaç dozu etkisi önemli (p<0.01) bulunurken, magnezyum, potasyum ve demir elementleri miktarına etkisi önemli bulunmamıştır. Sodyum elementinde sadece zaman faktörünün etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur (p <0.01).

Kayaç uygulamalarından sonra ikinci ve altmışıncı gününde alınan örneklerde yapılan analizler sonucu elementlere ait ortalamalar ve istatistiki önemlilik grupları Çizelge 4’te verilmiştir.

**Çizelge 4.** Zaman faktörüne göre bitki besin elementleri ortalamaları ve önemlilik grupları

Zaman	Ca (mg kg <sup>-1</sup> )	Mg (mg kg <sup>-1</sup> )	K (mg kg <sup>-1</sup> )	Na (mg kg <sup>-1</sup> )	P (mg kg <sup>-1</sup> )	Fe (mg kg <sup>-1</sup> )	Mn (mg kg <sup>-1</sup> )
İkinci gün	528,7 b	655,2	1309,7	617,0b	98,9b	7,2	1,94a
Altmışıncı gün	333,2 a	3457,4	11952	4162,4a	251,5a	73,2	1,66b

Aynı grupta aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık önemli değildir.

Çizelge 4’te görüleceği gibi istatistiksel olarak önemli çıkan Ca ve Mn elementleri ikinci günde yüksek olan çözünürlükleri altmışıncı günde azalırken Na ve P elementi ise tam tersi altmışıncı günde artmıştır. Diğer bir değişle fermantasyonun süresinin artmasına bağlı olarak Ca ve Mn elementinin çözünürlüğü azalırken, Na ve P elementinin suda çözünürlüğü artmıştır. İstatistiki anlamda önemli olmayan Mg, K ve Fe elementinin çözünürlüğü ise fermantasyon süresinin artmasıyla çözünürlükleri artmıştır.

Kayaç uygulamasından sonra suda çözünür bitki besin elementlerinin zaman x gübre dozu etkisiyle ilgili ortalamalar ve önemlilik grupları Çizelge 5’de verilmiştir.

Çizelge 5. Zaman x kayaç dozu interaksiyonun suda çözünebilir elementlere etkisi

Zaman	Kayaç Adı	Kayaç Dozu (%)	Ca (mg kg <sup>-1</sup> )	Mg (mg kg <sup>-1</sup> )	K (mg kg <sup>-1</sup> )	Na (mg kg <sup>-1</sup> )	P (mg kg <sup>-1</sup> )	Fe (mg kg <sup>-1</sup> )	Mn (mg kg <sup>-1</sup> )	
İkinci gün	Kontrol	0	296,24 m	756,53	9623,4	504,21	1,74 n	0,10	0,20 l	
	1	1	219,60 n	568,30	545,13	616,33	248,37 de	5,31	0,66 k	
		5	298,51 m	862,74	526,47	674,33	212,27 h	7,55	0,94 j	
		10	321,33 l	813,90	548,23	564,33	181,10 i	26,38	2,14 e	
		Toplam	839,44	2244,94	1619,83	1854,99	641,74	39,24	3,74	
	2	1	339,14 k	639,30	294,40	609,87	86,20 l	3,20	1,96 ef	
		5	342,13 k	666,40	227,30	566,77	95,10 k	9,18	2,53 cd	
		10	365,1 j	670,10	346,27	575,10	120,47 j	7,53	2,65 c	
		Toplam	1046,37	1975,8	867,97	1751,74	301,77	19,91	7,14	
	3	1	369,17 j	531,37	301,50	794,73	33,53 m	7,32	2,36 d	
		5	380,20 i	588,17	329,50	568,30	6,12 n	4,18	2,85 b	
		10	401,07 h	455,50	355,23	696,53	4,19 n	2,11	3,08 a	
		Toplam	1150,44	1575,04	986,23	2059,56	43,84	13,61	8,29	
		Genel toplam	3036,25	5795,78	3474,03	5666,29	987,35	72,76	19,17	
	Altmışınıcı gün	Kontrol	0	572,45 b	757,28	3596,4	3560,4	281,30 c	9,22	1,91 f
		1	1	506,06 e	827,78	3349,5	3179,4	253,93 d	14,35	1,35 ı
5			488,48 f	810,63	2813,0	2626,2	213,07 g	33,45	1,42 hı	
10			337,15 k	751,57	2549,2	2159,0	206,27 h	40,40	1,36 ı	
Toplam			1331,69	2389,98	8711,7	7964,6	673,27	88,2	4,13	
2		1	650,96 a	814,35	2882,7	3911,8	241,37 e	14,55	2,56 c	
		5	554,44 c	800,05	2689,3	3725,3	230,40 f	28,37	1,67 g	
		10	433,67 g	782,22	2494,2	3123,8	221,03 g	32,43	1,22 ı	
		Toplam	1639,07	2396,62	8066,2	10760,9	692,8	75,35	5,45	
3		1	643,73 a	811,59	1494,6	2922,8	302,47 a	10,54	1,95 ef	
		5	573,75 b	729,35	1381,5	2635,0	291,20 b	27,49	1,61 gh	
		10	525,91 d	618,06	1141,4	2042,6	273,97 c	42,98	1,57 gh	
		Toplam	1743,39	2159,00	4017,5	7600,4	867,64	81,01	5,13	
		Genel toplam	4714,15	6945,6	20795,4	26325,9	2233,71	244,56	14,71	

Aynı grupta aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık önemli değildir.

Çizelge 5 incelendiğinde görülebileceği gibi suda çözünebilir kalsiyum elementi oranını altmışınıcı günde ikinci ) ve üçüncü kayaçın % 1'lik dozları ile en yüksek kalsiyum miktarı elde edilirken (650.96 mg kg<sup>-1</sup>, 643.73 mg kg<sup>-1</sup>), ikinci günde birinci kayaçın % 1'lik dozu (219,60 mg kg<sup>-1</sup>) kalsiyum çözünürlüğünü azaltmıştır. Altmışınıcı günde üçüncü kayaçın % 1'lik uygulaması ile en yüksek fosfor miktarı (302,47 mg kg<sup>-1</sup>) elde edilirken, ikinci günde kontrol uygulaması (1,74 mg kg<sup>-1</sup>) ve üçüncü kayaçın % 5 (6,12 mg kg<sup>-1</sup>) ile % 10'luk (4,19 mg kg<sup>-1</sup>) uygulamalar fosfor çözünürlüğünü azaltan uygulamalardır. İkinci günde üçüncü kayaçın % 10'luk (3,08 mg kg<sup>-1</sup>) uygulaması suda çözünebilir mangan miktarını arttıran en iyi uygulama iken, ikinci günde kontrol uygulaması mangan çözünürlüğünü en fazla azaltan (020 mg kg<sup>-1</sup>) uygulamadır.

## Sonuç

Organomineral gübreler son yıllarda tarımda kullanımı açısından, gübre sanayinde de üretimi açısından önemli bir konu olmuştur. Değişik organik gübrelere ilave edilen katı veya sıvı inorganik meteyaller ile zenginleştirilen ve etkinliği arttırılmaya çalışılan organomineral gübrelerin fizyolojik ve kimyasal özellikleri ve etkinlikleri üzerine ülkemizde yeterli miktarda çalışma bulunmamaktadır. Organomineral gübre elde etmek amacıyla yapılan bu çalışmada, katı çiftlik gübresinde zaman x kayaç dozu interaksiyonunda istatistiki olarak önemli çıkan Ca, P ve Mn elementlerin çözünürlüğünde farklı sonuçlar elde edilmiştir. Zaman faktörü dikkate alınmadan kayaçların element çözünürlüğüne etkisi sıralandığında; Ca elementi için üçüncü > ikinci > birinci kayaç, P için birinci > ikinci > üçüncü, Mn için üçüncü > ikinci > birinci kayaç olarak belirlenmiştir. Zaman faktörü dikkate alınmadan kayaçların kendi içinde dozlarının etkisini sıraladığımızda Ca elementi için her üç kayaçta da % 1 > % 5 > % 10, P için birinci kayaçta % 1 > % 5 > % 10, ikinci kayaçta % 10 > % 1 > % 5 üçüncü kayaçta % 10 > % 5 > % 1, Mn elementinde birinci ve üçüncü kayaçta % 10 > % 5 > % 1 ikinci kayaçta % 1 > % 5 > % 10 olarak belirlenmiştir. Uygulama dozlar dikkate alınmadan zamanın etkisi değerlendirildiğinde birinci, ikinci ve üçüncü kayaçların Ca ve P elementleri çözünürlüğüne etkisi altmışıncı günde daha yüksek olduğu, Mn elementi için birinci kayaç altmışıncı günde, ikinci ve üçüncü kayacın ise ikinci günde daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Organomineral gübre elde etmek ve mevcut katı bir organik gübrenin (çiftlik gübresi) fiziksel ve kimyasal özelliklerine katkıda bulunmak amacıyla ilave edilen kayaçların etkisinin araştırıldığı bu çalışmada, Ca ve Mg oranı yüksek olan kayacın katı taze çiftlik gübresinde çözünürlüğünü değerlendirdiğimizde; en yüksek Ca miktarı altmışıncı günde  $650,96 \text{ mg kg}^{-1}$  iken kontrol uygulamasında Ca miktarı  $572,45 \text{ mg kg}^{-1}$ , P elementi için  $302,47 \text{ mg kg}^{-1}$  iken kontrol uygulamasındaki P çözünürlük miktarı  $281,30 \text{ mg kg}^{-1}$ , Mn için  $3,08 \text{ mg kg}^{-1}$  iken kontrol uygulamasında  $0,2 \text{ mg kg}^{-1}$  Mn elde edilmiştir. Kontrol uygulamasına göre Ca elementinin çözünürlüğü  $78,51 \text{ mg kg}^{-1}$ , P için  $21,17 \text{ mg kg}^{-1}$  ve Mn için  $2,88 \text{ mg kg}^{-1}$  çok düşük düzeyde artışlar belirlenmiştir.

Pek çok kayaçta bulunduğu gibi, bu çalışmada incelenen kayaçlarda da oldukça fazla miktarda bulunan Mg, K ve Fe elementleri, bitki besleme açısından çok önemli elementlerdir. Bunların bitkinin daha kolay yaralanabileceği formlara dönüştürülmesi ve çözünürlüğünün arttırılması çalışmalarının yanında kolay ve ucuz bulunabilen bu tür kayaçların diğer kimyasal ve organik gübrelere ilave edilerek özelliklerinin incelenmesi çalışmaları oldukça önem arz etmektedir. Bu çalışmada, çözünürlüğünün istatistiki anlamda önemsiz olması, bu ve benzeri kayaçların organo mineral gübre üretiminde kullanılması için gerekli çalışmalarının sürdürülmesi ve çözünürlüğü artırıcı metotların araştırılması ve bu tür gübrelerin bitkilerin beslenmesinde etkilerinin de araştırılması gerektiğini ortaya koymuştur.

Bu konular etraflıca düşünüldüğünde, yapılan bu çalışmanın literatür açısından önemli olduğu ve bu konudaki yapılacak diğer çalışmalara bir kaynak olduğu vurgulanmıştır.

## Teşekkür Bilgi Notu

Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır.

## Kaynakça

- Anonim, 2018. Tarımda kullanılan organik, mineral ve mikrobiyal kaynaklı gübrelere dair yönetmelik, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Resmi gazete sayı; 30341, 23 Şubat 2018.
- Akşahin, V., Gülser, F. 2020. Bazı organik materyallerin ve inorganik gübrelere çemen bitkisinin gelişimine etkileri. *Bursa Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 34(2), s. 255-266.
- Çetin, Ü., Gür, K. 2011. Çeşitli organik atıkların toprağın bazı fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri üzerine etkisi. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 25 (3): 9-16.
- Demirkıran, A.R., ve Cengiz, M. Ç. 2011. Değişik organik materyaller (gidya, alsil, deniz yosunu, hümik asit, saman ve torf) ile kimyasal gübre uygulamalarının antepfıstığı (*Pistacia vera* L.) fidanı üzerine etkilerinin incelenmesi. *Bingöl Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 1(1): 43-50.
- Doran, J.,W., D.,G. Fraser, M.,N., Culik and Liebhardt, W.,C. 1987. Influence of alternative and conventional agricultural management on soil microbial process and nitrogen availability. *American Journal of Alternative Agriculture*, 2(3): 99-106.
- Eriksen, J. 2005. Gross sulphur mineralisation-immobilisation turnover in soil amended with plant residues. *Soil Biology and Biochemistry*, 37 (12): 2216-2224.
- Kılıç, B., ve Sönmez, İ. 2019. Farklı organik gübre ve dozlarının toprak özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 32 (özel sayı): 91-96.
- Minitab, 2017. Minitab statistical software version 18.1.
- Öztürk M, Bildik B. 2005. Hayvan çiftliklerinde kompost üretimi, Çevre ve Orman Bakanlığı, Ankara.
- Randhawa, P.,S., L.,M., Condrón, H.,J., Di, S., Sinaj and McLenaghan, R.,D. 2005. Effect of green manure addition on soil organic phosphorus mineralisation. *Nutrient Cycling Agroecosystems*, 73: 181-189.
- Sevinç M., 2003. *Kimyasal analiz yöntemleri*, Beril Yayınları, İstanbul, s; 15-16, 274 s.
- Soyergin, S., (2003). Organik Tarımda Toprak Verimliliğinin Korunması, Gübreler Ve Organik Toprak İyileştiricileri, Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Yalova, shf; 9-10
- Taban, S., Turan, M.,A., Katkat A.,V. 2013. Tarımda organik madde ve tavuk gübresi. *Tavukçuluk Araştırma Dergisi* 10: 9-13.
- Tangolar, S., G., Özdemir, S., Gürsöz, A., Çakır, Tangolar, S.,G. 2007. Bazı organik gübre uygulamalarının asmanın (vitis vinifera l. Çiloreş) fenolojik gelişmesi ile salkım, tane ve şıra özellikleri üzerine etkisi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(2), 319-325.

Yağmur, B., Okur, B. 2017. Kompost ahır gübresi ve kükürt uygulamalarının kireçli alkalın toprakta yetiştirilen fasulye bitkisinin gelişimi üzerine etkisi. *Toprak Su Dergisi*, Özel Sayı: (13-25).



## Elma Dilimlerinin Konvektif Kurutulmasında Enerji Özelliklerine Etki Eden Faktörlerin Yanıt Yüzeyi Yöntemi ile Değerlendirilmesi<sup>A</sup>

Necati ÇETİN<sup>1\*</sup>

**Öz:** Bu çalışmada, konvektif kurutma yönteminin iki farklı elma çeşidinin (Granny Smith ve Red Delicious) kurutulmasında, kurutma sıcaklığı (50, 55 ve 60°C), numune kalınlığı (5, 7 ve 9 mm) ve kuruma süresi (8, 9 ve 10 saat) gibi bağımsız değişkenlerin özgül enerji tüketimi, özgül nem çekme oranı, enerji verimliliği, termal etkinlik ve efektif nem difüzyonu özelliklerine etkisi incelenmiştir. Bulgulara göre, ikinci derece polinom denklemlerinin yanıt değişkenlerini temsil etmede başarılı olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca ANOVA sonuçlarına göre bağımsız değişkenlerin yanıt değişkenleri üzerinde istatistiksel olarak önemli seviyede etkili olduğu belirlenmiştir ( $p<0.05$ ). Tüm kontrol faktörleri dikkate alındığında optimum koşulların, Granny Smith çeşidi için 50°C, 7.31 mm ve 8.00 saat (arzu edilebilirlik=0.801), Red Delicious için ise 50°C, 9.00 mm ve 8.00 saat (arzu edilebilirlik=0.847) olduğu belirlenmiştir. Optimizasyon sonuçları, konvektif kurutmanın, elma dilimleri için iyi bir performans gösterdiğini ortaya koymuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Efektif nem difüzyonu, elma, enerji, konvektif kurutma, optimizasyon.

<sup>A</sup> Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir. Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır.

\* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** <sup>1</sup> Necati ÇETİN, Erciyes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, 38039, Kayseri, [necaticeetin@erciyes.edu.tr](mailto:necaticeetin@erciyes.edu.tr), [OrcID 0000-0001-8524-8272](https://orcid.org/0000-0001-8524-8272)

**Atıf/Citation:** Çetin, N., 2021 Elma Dilimlerinin Konvektif Kurutulmasında Enerji Özelliklerine Etki Eden Faktörlerin Yanıt Yüzeyi Yöntemi ile Değerlendirilmesi *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 36(2): 265-283.

<https://doi.org/10.20479/bursauludagziraat.1051109>

## Evaluation of Factors Affecting Energy Aspects of Apple Slices by Response Surface Methodology in Convective Drying

**Abstract:** In this study, the effects of independent variables in convective drying methods two different apple varieties (Granny Smith and Red Delicious) such as drying temperature (50, 55 and 60°C), sample thickness (5, 7 and 9 mm) and drying time (8, 9 and 10 hours) on specific energy consumption, specific moisture extraction rate, energy efficiency, thermal efficiency, and effective moisture diffusivity were investigated. According to the findings, it was determined that the quadratic polynomial equations were successful in representing the response variables. In addition, according to the ANOVA results, it was determined that the independent variables had a statistically significant effect on the response variables ( $p<0.05$ ). Considering all control factors, optimum conditions were determined to be 50°C, 7.31 mm and 8.00 hours (desirability=0.801) for Granny Smith variety, and 50°C, 9.00 mm and 8.00 hours (desirability=0.847) for Red Delicious variety. Optimization results revealed that convective drying performed very well for apple slices.

**Keywords:** Effective moisture diffusivity, apple, energy, convective drying, optimization.

### Giriş

Elma, meyveler arasında en çok üretilen ve tüketilen ürünlerden birisi olup beslenmede önemli bir yere sahiptir. Dünyada, 2019 yılı verilerine göre elmanın 4.717.384 ha üretim alanında 87.236.221 ton üretimi yapılmaktadır (FAOSTAT, 2021). Yıllık üretim miktarları açısından Çin, ABD ve Türkiye önde gelen üreticiler olarak karşımıza çıkmaktadır. Elmalar mevsimsel olarak hasat edildiği için hasat sonrası bozulmaya karşı oldukça hassastır. Uygun olmayan koşullarda depolandıklarında ve taşındıklarında önemli ürün kayıpları meydana gelmektedir. Bu sorunların çözümü için kurutma işlemi hasat sonrası işlemlerde önemli bir alternatif yöntemdir (Li ve ark., 2018).

Kurutma, meyveler için en yaygın muhafaza yöntemlerinin başında gelmektedir (Akpınar ve ark., 2003). Kurutma, ısı ve nem transferinin aynı anda meydana geldiği termal bir işlemdir. Tarım ürünleri veya fonksiyonel gıdaların kurutulması, termal deformasyon, oksidasyon veya enzimatik esmerleşme yoluyla ürünün bozulmasını önlemek için özel yöntemler gerektirmektedir (Marques ve Freire, 2005). Bu ürünlerin kurutulmasında öncelik, ürünlerin nemini uzun süreli güvenli depolamaya olanak sağlayacak düzeye indirmektir. Bununla birlikte kurutulmuş ürünler, düşük ağırlıkları ve hacimleri sebebiyle daha az nakliye maliyetleri ve minimum paketleme gereksinimleri sağlamaktadır (Kaya ve ark., 2011). Sıcak hava ile konvektif kurutma yöntemi en yaygın uygulanan kurutma yöntemlerinden birisidir. Yaygın olarak kullanılmasına rağmen bu kurutma yönteminde optimizasyon eksikliğinden dolayı enerji tüketimi yüksek ve enerji verimliliği düşük olmaktadır (Sahin ve Dincer, 2002).



Ürünlerin kuruma davranışını modellemek, kurutma parametrelerini optimize etmek ve kurutma sürecini kontrol ve simüle etmek için tepki yüzey yöntemi (RSM) bamyaya (Giri ve Prasad, 2007), zeytin (Erbay ve İcier, 2009), bamyaya (Kumar ve ark., 2014), kırmızı frenk üzümü (Šumić ark., 2016) ve elma (Majdi ve ark., 2019) gibi ürünlerin kurutma işleminde yaygın olarak uygulanmıştır. RSM, istatistiksel ve matematiksel tekniklerin bir kombinasyonunu temsil etmekte ve genellikle belirli yanıtın çeşitli değişkenlerden etkilendiği süreçlerin geliştirilmesi ve iyileştirilmesi için kullanılmaktadır (Šumić ark., 2016).

Bu çalışma ile, tek üniteli konvektif kurutucuda kurutulan elma dilimlerinin kurutma kinetiği, efektif nem difüzyonu, enerji ve termal etkinlik özellikleri belirlenmiştir. Ayrıca, kurutma sıcaklığı, ürün kalınlığı ve kuruma süresine bağlı optimize edilmiş kurutma koşullarını belirlemek için yanıt yüzey yöntemi uygulanmıştır.

## Materyal ve Yöntem

### Materyal

Çalışmada materyal olarak iki yaygın elma çeşidi Granny Smith ve Red Delicious kullanılmıştır. Elma örnekleri Türkiye'nin Kayseri ilinde (38°17'25.4"K, 35°06'38.0"D) bir meyve bahçesinden temin edilmiştir. Şekilsel olarak benzer ve hasarsız elmalar seçilerek kurutma işlemi süresince +4°C sıcaklıkta muhafaza edilmiştir. Çekirdeklerinin olduğu kısım elma çekirdeği çıkarıcı (Tchibo, Almanya) ile çıkarılmıştır. Ürünler, elektronik dilimleyici (Ritter, Almanya) yardımıyla silindirik olarak dilimlenmiştir. Kurutma işleminden önce örnekler yıkanarak tozdan ve kirden arındırılmış ardından kurutma işlemine tabi tutulmuştur.

Kurutma işlemleri, 1500 kg gün<sup>-1</sup> kapasiteli tek üniteli konvektif kurutma kabinde (ETHK-20M, TR) gerçekleştirilmiştir. Ortam sıcaklığı, kurutucu üzerinde bulunan PID kontrol sistemi ile 40 ile 280°C arasında ayarlanabilmektedir. Ayrıca bağıl nem, hava hızı ve kurutma süresi de PID ile kontrol edilebilmektedir. Konvektif kurutmada tüm testlerde hava hızı 0.5 ms<sup>-1</sup> olarak seçilmiştir. Örneklerin nem kaybı 60 dakikada bir hassas bir teraziyle (±0.001 g) ölçülerek kaydedilmiştir. Granny Smith ve Red Delicious için başlangıç nem içeriği sırasıyla %85.17 ve %86.37 (yaş bazda) olarak tayin edilmiştir. Kurutma işlemlerinde konvektif kurutucu içerisinde bulunan kasa boyutları dikkate alınarak 50±5 gr numune kullanılmıştır. Örnekler konvektif kurutucunun merkezine (fana ve çıkışa eşit uzaklıkta), numune taşıma araçlarının üzerindeki kasalara yerleştirilmiştir. İlk nem içeriğini belirlemek amacıyla örnekler 105°C'de 24 saat etüvde denge nemine kadar kurutulmuştur. Numuneler yanıt yüzeyi yöntemine göre testlerde 8, 9 ve 10 saat boyunca kurutulmuştur.

### Yöntem

#### Kurutma Kinetiği ve İnce Tabaka Kurutmanın Modellenmesi

İnce tabaka kurutma sırasında elma dilimlerinin nem oranı (MR) aşağıdaki denklem kullanılarak hesaplanmıştır (Yaldız ve ark., 2001; Halil ve ark., 2019; Pinar ve ark., 2021):

$$MR = \frac{M_t - M_e}{M_0 - M_e} \quad (1)$$

Burada,  $M_t$  numunenin  $t$  anındaki (kuru bazda) nem içeriği,  $\text{kg kg}^{-1}$ ;  $M_0$  başlangıç nem içeriği (kuru bazda),  $\text{kg kg}^{-1}$ ;  $M_e$ , numunenin denge anındaki nem içeriği (kuru bazda),  $\text{kg kg}^{-1}$ 'dir.

Çalışmada tarım ürünlerin kurutulması için yaygın olarak kullanılan dört farklı matematiksel model kullanılmıştır (Çizelge 1). Kurutma eğrilerinin matematiksel modellenmesi SigmaPlot yazılımı ile gerçekleştirilmiştir. Modellerin uyum performansını değerlendirmek için kullanılan terimler, belirtme katsayısı ( $R^2$ ), indirgenmiş ki-kare ( $\chi^2$ ) ve ortalama karekök hatasıdır (RMSE). En yüksek  $R^2$  ve en düşük  $\chi^2$  ve RMSE değerleri en iyi modeli temsil etmektedir (Kaleta ve Górnicki, 2010).

$$\chi^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (MR_{\text{exp},i} - MR_{\text{pre},i})^2}{N - z} \quad (2)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (MR_{\text{pre},i} - MR_{\text{exp},i})^2}{N}} \quad (3)$$

Burada,  $MR_{\text{exp},i}$  kurutma deneylerinden elde edilen deneysel nem oranı,  $MR_{\text{pre},i}$  tahmin edilen nem oranı,  $N$  deneysel veri sayısı ve  $z$  modeldeki parametre sayısıdır.

**Çizelge 1.** İnce tabaka kurutma matematiksel modelleri

Model	Model	Referans
Page	$MR = \exp(-kt^n)$	Page (1949)
Henderson&Pabis	$MR = a \exp(-kt)$	Henderson ve Pabis (1961)
Newton	$MR = \exp(-kt)$	Taşkın (2020)
Wang&Singh	$MR = 1 + at + bt^2$	Arslan ve Özcan (2010)

$k$  kuruma hızı sabiti,  $a$ ,  $b$  ve  $n$  modelin eşitlik sabitidir.

### Efektif Nem Difüzyonu

Efektif nem difüzyonu ( $D_{\text{eff}}$ ) değerleri, Fick'in ikinci difüzyon yasası kullanılarak hesaplanmıştır. Nem transferinin sadece difüzyon yoluyla gerçekleştiği, büzülmenin, sabit difüzyon katsayılarının ve sıcaklığın önemsiz olduğu varsayılarak, slab (dilim) geometrisi için denklemin genel çözümü aşağıda sunulmuştur (Crank, 1975):

$$MR = \frac{M_t - M_e}{M_o - M_e} = \frac{8}{\pi^2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(2n-1)^2} \exp\left(-\frac{(2n-1)^2 \pi^2 D_{\text{eff}} t}{4L^2}\right) \quad (4)$$

Burada;  $D_{eff}$  efektif nem difüzyonu ( $m^2sn^{-1}$ ),  $L$  elma diliminin yarı kalınlığı (m),  $t$  kuruma süresidir. Daha uzun kuruma süreleri için, çözümde yukarıdaki denklemin ilk terimi aşağıdaki şekilde kullanılmaktadır. Kuruma süresi grafiğinin  $\ln(MR)$ 'ye karşı eğimi, aşağıdaki denklemde bulunan  $k_0$ 'ı vermektedir.

$$\ln(MR) = \ln\left(\frac{8}{\pi^2}\right) - \left(\frac{\pi^2 D_{eff} t}{4L^2}\right) \quad (5)$$

$$k_0 = \frac{D_{eff} \pi^2}{4L^2} \quad (6)$$

### Enerji ve Termal Etkinlik Analizleri

Konvektif kurutucuda, enerji tüketimi ( $E_c$ ) değerleri aşağıdaki denklem kullanılarak hesaplanmıştır (Horuz ve ark., 2017):

$$E_c = Av \rho_a C_a \Delta T t \quad (7)$$

Burada;  $E_c$ , her bir kurutma koşulu için toplam enerji tüketimi (kWh),  $A$ , numunelerin yerleştirildiği plakanın kesit alanı ( $m^2$ ),  $v$  hava akış hızı ( $ms^{-1}$ ),  $\rho_a$  hava yoğunluğu ( $kg m^{-3}$ ),  $C_a$  havanın özgül ısısı ( $kJ kg^{-1} ^\circ C$ ),  $\Delta T$  sıcaklık farkı ( $^\circ C$ ),  $t$  toplam kuruma süresidir (h).

Özgül enerji tüketimi (SEC), numuneden bir birim suyu buharlaştırmak için gereken enerjiyi göstermektedir. Özgül nem çekme oranı (SMER), kWh enerji başına net nem çekme miktarını (kg) ifade etmektedir. Enerji verimliliği ( $\eta_{en}$ ), numunedeki suyu buharlaştırmak için kullanılan ısı enerjisinin kurutucu tarafından sağlanan ısıya oranı olup bu özellikler Denklem 8-10 kullanılarak hesaplanmıştır. Ayrıca, “malzemenin gizli ve özgül ısı kapasitesi” Denklem 11 kullanılarak hesaplanmıştır (Motevali ve ark., 2016; Taşkın, 2020).

$$SEC = \frac{E_c}{m_w} \quad (8)$$

$$SMER = \frac{m_w}{E_c} \quad (9)$$

$$\eta_{en} = \frac{m_w \lambda_{wp}}{E_c} \quad (10)$$

$$\frac{\lambda_{wp}}{\lambda_w} = 1 + 23 \exp(-0.4X) \quad (11)$$

Burada,  $m_w$  buharlaşan suyun kütesini (kg),  $X$  numunenin nem içeriğini ( $kg \text{ water } kg \text{ dry matter}^{-1}$ ),  $\lambda_w$  suyun gizli ısısını ( $J kg^{-1}$ ) and  $\lambda_{wp}$  ürünün gizli ısısını ( $J kg^{-1}$ ) temsil etmektedir.

Termal etkinlik, termal enerji kullanan bir cihazda enerji dönüşümü veya taşıma işleminin ne kadar iyi gerçekleştiğini göstermektedir. Kurutmada termal verim, numunenin nemini buharlaştırma gizli ısısının, serbest sudan nemi buharlaştırmak için gereken enerji miktarına oranı olarak tanımlanmaktadır. Denklem 12 kullanılarak termal etkinlik değerleri hesaplanmıştır (Beigi, 2016a):

$$\eta_{th} = \frac{P A \lambda_w (M_o - M_e)}{F t (100 - M_e)} \quad (12)$$

Burada, P, A,  $\lambda_w$ ,  $m_w$ , F ve t sırasıyla sistemdeki ürün miktarını ( $\text{kg m}^{-2}$ ), tepsi alanını ( $\text{m}^2$ ), suyun buharlaşma gizli ısısını ( $\text{kJ kg}^{-1}$ ), üründen buharlaşan su miktarını (kg), kurutucunun ısıtma kapasite kullanımını (kW) ve kurutma süresini temsil etmektedir.

Numunelerin gizli buharlaşma ısısı, konvektif kurutucu için ortam basıncındaki gizli ısıya eşit kabul edilmiş olup aşağıdaki denklemler ile hesaplanmıştır (Aghbashlo ve ark., 2012).

$$\lambda_w = 2.503 \times 10^6 - 2.386 \times 10^3 (T - 273.16) \quad (13)$$
$$273.16 \leq T(^{\circ}K) \leq 338.72$$

$$\lambda_w = (7.33 \times 10^{12} - 1.60 \times 10^7 T^2)^{0.5} \quad (14)$$
$$338.72 \leq T(^{\circ}K) \leq 533.16$$

### Yanıt Yüzeyi Yöntemi ve İstatistiksel Analiz

Yanıt yüzeyi yöntemi (RSM), çok değişkenli problemlerin optimizasyonu için kullanılan istatistiksel bir prosedürdür. RSM, bir veya daha fazla ölçülen yanıt ile çoklu girdi değişkenleri arasındaki ilişkileri ortaya çıkarmaktadır. RSM ayrıca daha az sayıda deneme ile güvenilir istatistiksel sonuçlar sunabilmektedir (Kaur ve ark., 2009). Bu çalışmada, incelenen parametrelerde ikinci dereceden bir polinom denklemine dayalı tahmin modelleri geliştirmek için merkez noktasında üç tekrarlı 3 faktörlü ve 3 seviyeli Box-Behnken deneysel tasarımı (Box ve Behnken, 1960) kullanılmıştır (Karaman ve Sağdıç, 2019). Kurutma sıcaklığı (50, 55, 60 °C), örnek kalınlığı (5, 7, 9 mm) ve kurutma süresi (8, 9, 10 saat) bağımsız değişkenleri ile Box-Behnken tasarımı gerçekleştirilmiştir (Çizelge 2).

$$Y = \beta_0 + \sum_{i=1}^N \beta_i X_i + \sum_{i=1}^N \beta_{ii} X_i^2 + \sum_{\substack{i=1 \\ i < j}}^N \sum_{j=i+1}^N \beta_{ij} X_i X_j + \varepsilon \quad (15)$$

Burada, Y tahmin edilen yanıt değerini,  $\beta_0$  kesişme terimi,  $\beta_i$  doğrusal terimi,  $\beta_{ii}$  ikinci dereceden terimi,  $\beta_{ij}$  etkileşim terimi,  $x_i$  ve  $x_j$  bağımsız değişkenlerin kodlanmış seviyelerini, N girdi değişkenlerinin sayısını ve  $\varepsilon$  standart rastgele hatayı göstermektedir. Kuadratik terimlerinin regresyon katsayıları, her bir çıktı parametresi için Design-Expert® yazılımı (Design Expert, 2021) kullanılarak belirlenmiştir.

### Arzu Edilebilirlik (Desirability) Fonksiyonu Yaklaşımı

Arzu edilebilirlik (Desirability) fonksiyonu, tüm yanıtların, boyutsuz arzu edilebilirlik skalasını içeren “desirability fonksiyonu” olarak ifade edilen bir fonksiyon altında birleşmesini içermektedir. Ayrıca bu fonksiyonun arzu edilen sonuçları verecek şekilde maksimize edilmesini kapsamaktadır. Bu yöntemin avantajları, farklı skalaya sahip yanıtların beraber ele alınabilmesi, yanıtların bir fonksiyona dönüştürülebilmesi, kalitatif ve kantitatif yanıtların kullanılabilmesidir. Her bir yanıt değişkeni için arzu edilebilirlik fonksiyonu d

ile temsil edilir. Arzu edilebilirlik fonksiyonu, tüm yanıtların bir araya toplandığı, 0 ile 1 arasında tek bir yanıt indeksidir. Bu değer 1'e yaklaşması çalışmada belirlenen kriterlerin sağlandığını belirtmektedir. Eğer 0 değerini almış ise yanıt değişkeninin belirlenen bölgenin dışında bir değer aldığına karar verilir. Optimizasyon çalışmalarında her bir yanıt için seçilen kritere (minimum, maksimum, belli bir aralıkta olması) bağlı olarak farklı arzu edilebilirlik fonksiyonları uygulanmaktadır (Montgomery, 2001; Koç ve Kaymak-Ertekin, 2010).

Amaç yanıt değişkeninin maksimum olduğu noktaya ulaşmaksa Denklem 16 ile;

$$d = \begin{cases} 0 & y < L \\ \left(\frac{y-L}{T-L}\right)^r & L \leq y \leq T \\ 1 & y > T \end{cases} \quad (16)$$

Amaç yanıt değişkeninin minimum olduğu noktaya ulaşmaksa Denklem 17 ile;

$$d = \begin{cases} 0 & y < L \\ \left(\frac{U-y}{U-T}\right)^r & T \leq y \leq U \\ 1 & y > U \end{cases} \quad (17)$$

Amaç yanıt değişkeninin belirli bir aralıkta olduğu noktaya ulaşmaksa Denklem 18 ile hesaplanmaktadır;

$$d = \begin{cases} I & y < L \\ \left(\frac{y-L}{T-L}\right)^{r_1} & L \leq y \leq T \\ \left(\frac{U-y}{U-T}\right)^{r_2} & T \leq y \leq U \\ 0 & y > U \end{cases} \quad (18)$$

Bu fonksiyonlarda L alt sınır değerini, U üst sınır değerini, T hedef değerini gösterir. Ayrıca r, r<sub>1</sub> ve r<sub>2</sub> hedef değere ulaşmanın ne kadar önemli olduğunu ve bu yanıtın ürünün toplam arzu edilebilirliğindeki rolünü belirleyen ağırlık sabitleridir.

Her bir yanıt için arzu edilebilirlik fonksiyonları tanımlandıktan sonra geometrik ortalamaları alınarak hepsi için tek bir toplu arzu edilebilirlik fonksiyonu (D) elde edilir. Ağırlık katsayılarına ilave olarak her bir yanıtın optimizasyondaki önemliliğini belirten 1'den 5'e kadar önemlilik derecesi (v<sub>i</sub>) verilmektedir. Son toplu arzu edilebilirlik fonksiyonu i adet yanıt için aşağıdaki Denklem 19 ile elde edilir (Montgomery, 2001; Myers ve Montgomery, 2002).

$$D = \left( \prod_i^n d_1^{v_i} \right)^{1/\sum v_i} \quad (19)$$

### Belirsizlik Analizi

Belirsizlik analizi, hata analizi için hassas bir yöntem olarak kabul edilir. Deneysel çalışmalarda elde edilen veriler için ölçülen değerlerin doğruluğunun test edilmesi önemlidir. Deneysel sırasında oluşabilecek hatalar doğruluğu etkileyen en önemli faktörlerdir. Bu çalışmada, bir parametrenin ölçümündeki toplam hata sabit, rastgele ve süreç hataları dikkate alınarak Denklem 20 kullanılarak hesaplanmıştır (Akpınar, 2010).

$$W_R = \left[ \left( \frac{\partial R}{\partial x_1} w_1 \right)^2 + \left( \frac{\partial R}{\partial x_2} w_2 \right)^2 + \left( \frac{\partial R}{\partial x_3} w_3 \right)^2 + \dots + \left( \frac{\partial R}{\partial x_n} w_n \right)^2 \right]^{1/2} \quad (20)$$

Burada, R ölçülecek büyüklüğü,  $x_1, x_2, x_3$  ve  $\dots x_n$  bu büyüklüğü etkileyen n sayıda bağımsız değişkeni,  $w_1, w_2, w_3, \dots w_n$  her bağımsız değişken için hata oranlarını ve  $W_R, R$  büyüklüğünün toplam belirsizliğini temsil etmektedir.

**Çizelge 2.** Box-Behnken tasarımı bağımsız değişkenleri ve seviyeleri

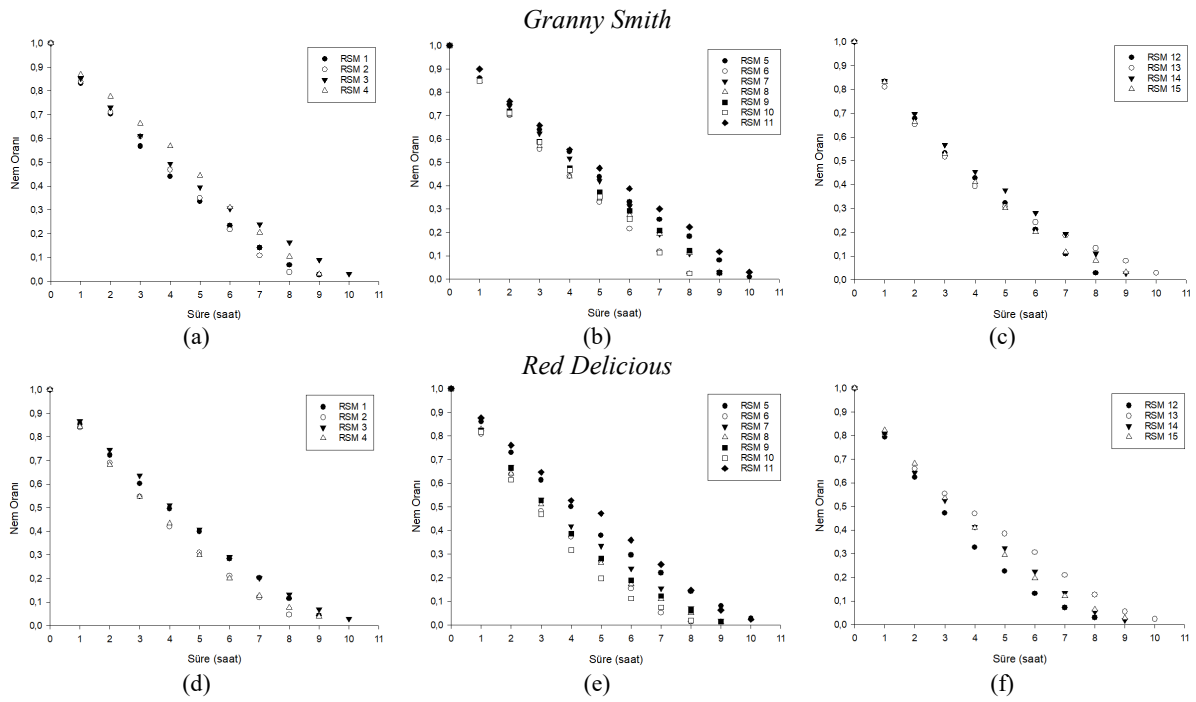
Bağımsız değişkenler	Birim	Sembol	Seviye 1 Düşük (-1)	Seviye 2 Orta (0)	Seviye 3 Yüksek (1)
Sıcaklık	°C	T	50	55	60
Ürün kalınlığı	mm	ST	5	7	9
Kurutma süresi	h	DT	8	9	10
Box-Behnken tasarımı					
No	Sıcaklık	Ürün kalınlığı	Kurutma süresi		
1	50	5	9		
2	50	7	8		
3	50	7	10		
4	50	9	9		
5	55	9	10		
6	55	5	8		
7	55	7	9		
8	55	7	9		
9	55	7	9		
10	55	9	8		
11	55	5	10		
12	60	7	8		
13	60	7	10		
14	60	5	9		
15	60	9	9		

## Bulgular ve Tartışma

### Kurutma Kinetiği ve Matematiksel Modelleme

Farklı kurutma sıcaklıklarında, ürün kalınlıklarında ve sürelerde elma dilimleri konvektif kurutma yöntemi ile kurutulmuştur. Elma dilimlerinin kurutulması için deneysel veriler nem oranına dönüştürülmüş ve dört farklı matematiksel model ile değerlendirilmiştir. Çizelge 3, kurutma süresi ile nem oranı için eğri uydurma hesaplamalarından elde edilen  $R^2$ , RMSE ve  $\chi^2$  değerlerini göstermektedir. Elma dilimlerinin kuruma davranışını

tanımlayan en iyi model, en yüksek  $R^2$ , en düşük RMSE ve  $\chi^2$  değerlerine göre seçilmiştir. Buna göre, mevcut çalışmada kurutmayı en başarılı şekilde açıklayan model Wang&Singh olmuştur. Wang&Singh modelinin Granny Smith çeşidi için  $R^2$ , RMSE ve  $\chi^2$  değerleri sırasıyla 0.9959 ile 0.9998, 0.0040 ile 0.0194 ve  $2.05 \times 10^{-6}$  ile  $4.58 \times 10^{-4}$  arasında değişmiştir. Red Delicious çeşidi için Wang&Singh modelinin  $R^2$ , RMSE ve  $\chi^2$  değerleri ise sırasıyla 0.9927 ile 0.9999, 0.0023 ile 0.0257 ve  $6.57 \times 10^{-6}$  ile  $8.06 \times 10^{-4}$  arasında değişmiştir. Kurutma kinetiğine iyi uyan Wang & Singh modeli, tüm kurutma davranışını açıklamak için kullanılabilir. Konvektif kurutucuda elma dilimlerinin RSM uygulamalarına göre farklı sıcaklıklarda nem oranına karşı kuruma süresi eğrileri Şekil 1'de sunulmuştur. Eğrilerin ortak eğilimi, tipik bir kuruma eğrisine benzer olarak elde edilmiştir. Kurutmanın ısınmadan sonraki aşamasında elmalardan nemin uzaklaştırılması hızlı meydana gelmiştir. Bu koşullar, ürünlerin merkezi ve yüzeyi arasında büyük bir buhar basıncı farkı oluşturarak daha hızlı su buharı difüzyonuna neden olabilir (Horuz ve ark., 2018).



Şekil 1. Elma dilimlerinin farklı sıcaklıklardaki RSM uygulamalarına göre kurutma eğrileri; Granny Smith için 50 °C (a), 55 °C (b), 60 °C (c) ve Red Delicious için 50 °C (d), 55 °C (e), 60 °C (f)

Horuz ve ark. (2018), 50, 60 70°C konvektif kurutucuda elma dilimlerinin kuruma davranışını Page, Henderson&Pabis ve Newton modelleriyle tanımlamış ve mevcut çalışmayla benzer sonuçlar elde etmiştir. Cruz ve ark. (2015), 30, 40, 50 ve 60°C konvektif kurutucuda kuruttukları Granny Smith çeşidi elmaların kuruma davranışını modellemişler, Page ve Henderson&Pabis modellerinin başarılı sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir. Contreras ve ark. (2008), 50°C sıcaklıkta konvektif yöntemle kurutulmuş elma dilimleri için Page modelini kullanarak kuruma davranışını modellemişlerdir. Sonuçların çalışmamızla uyumlu olduğu tespit edilmiştir.

**Çizelge 3.** İnce tabaka kurutma modellerinden elde edilen istatistiksel analiz sonuçları

No	Model	Page		Henderson&Pabis		Newton		Wang&Singh	
		Çeşit	Granny	Red	Granny	Red	Granny	Red	Granny
1	R <sup>2</sup>	0.9928	0.9903	0.9708	0.9684	0.9657	0.9629	<b>0.9995</b>	<b>0.9996</b>
	RMSE	0.0268	0.0301	0.0541	0.0514	0.0587	0.0588	<b>0.0067</b>	<b>0.0061</b>
	χ <sup>2</sup>	8.98x10 <sup>-4</sup>	1.13x10 <sup>-3</sup>	3.66x10 <sup>-3</sup>	3.30x10 <sup>-3</sup>	3.83x10 <sup>-3</sup>	3.84x10 <sup>-3</sup>	<b>5.66x10<sup>-5</sup></b>	<b>4.72x10<sup>-5</sup></b>
2	R <sup>2</sup>	0.9854	0.9947	0.9518	0.9733	0.9450	0.9678	0.9982	<b>0.9999</b>
	RMSE	0.0380	0.0226	0.0690	0.0473	0.0737	0.0558	0.0131	<b>0.0023</b>
	χ <sup>2</sup>	1.86x10 <sup>-3</sup>	6.58x10 <sup>-4</sup>	6.11x10 <sup>-3</sup>	2.87x10 <sup>-3</sup>	6.11x10 <sup>-3</sup>	3.50x10 <sup>-3</sup>	2.22x10 <sup>-4</sup>	<b>6.57x10<sup>-6</sup></b>
3	R <sup>2</sup>	0.9933	0.9939	0.9762	0.9648	0.9714	0.9567	<b>0.9995</b>	0.9986
	RMSE	0.0250	0.0249	0.0472	0.0556	0.0517	0.0662	<b>0.0066</b>	0.0120
	χ <sup>2</sup>	7.65x10 <sup>-4</sup>	7.56x10 <sup>-4</sup>	2.72x10 <sup>-3</sup>	3.78x10 <sup>-3</sup>	2.94x10 <sup>-3</sup>	4.82x10 <sup>-3</sup>	<b>5.31x10<sup>-5</sup></b>	1.77x10 <sup>-4</sup>
4	R <sup>2</sup>	0.9848	0.9964	0.9380	0.9766	0.9272	0.9712	0.9981	0.9989
	RMSE	0.0389	0.0192	0.0786	0.0449	0.0852	0.0539	0.0138	0.0104
	χ <sup>2</sup>	1.89x10 <sup>-3</sup>	4.59x10 <sup>-4</sup>	7.73x10 <sup>-3</sup>	2.52x10 <sup>-3</sup>	8.07x10 <sup>-3</sup>	3.23x10 <sup>-3</sup>	2.39x10 <sup>-4</sup>	1.36x10 <sup>-4</sup>
5	R <sup>2</sup>	0.9859	0.9944	0.9590	0.9733	0.9524	0.9672	0.9991	<b>0.9997</b>
	RMSE	0.0368	0.0233	0.0628	0.0475	0.0676	0.0565	0.0091	<b>0.0051</b>
	χ <sup>2</sup>	1.65x10 <sup>-3</sup>	6.65x10 <sup>-4</sup>	4.82x10 <sup>-3</sup>	2.76x10 <sup>-3</sup>	5.03x10 <sup>-3</sup>	3.51x10 <sup>-3</sup>	1.02x10 <sup>-4</sup>	<b>3.16x10<sup>-5</sup></b>
6	R <sup>2</sup>	0.9905	0.9904	0.9633	0.9724	0.9564	0.9686	<b>0.9998</b>	0.9986
	RMSE	0.0308	0.0316	0.0604	0.0509	0.0659	0.0571	<b>0.0040</b>	0.0119
	χ <sup>2</sup>	1.22x10 <sup>-3</sup>	1.28x10 <sup>-3</sup>	4.69x10 <sup>-3</sup>	3.33x10 <sup>-3</sup>	4.88x10 <sup>-3</sup>	3.67x10 <sup>-3</sup>	<b>2.05x10<sup>-5</sup></b>	1.83x10 <sup>-4</sup>
7	R <sup>2</sup>	0.9854	0.9916	0.9549	0.9781	0.9478	0.9749	0.9993	0.9985
	RMSE	0.0375	0.0286	0.0658	0.0439	0.0708	0.0493	0.0083	0.0120
	χ <sup>2</sup>	1.76x10 <sup>-3</sup>	1.02x10 <sup>-3</sup>	5.41x10 <sup>-3</sup>	2.40x10 <sup>-3</sup>	5.57x10 <sup>-3</sup>	2.70x10 <sup>-3</sup>	8.59x10 <sup>-5</sup>	1.79x10 <sup>-4</sup>
8	R <sup>2</sup>	0.9935	0.9963	0.9779	0.9798	0.9732	0.9754	0.9985	<b>0.9997</b>
	RMSE	0.0247	0.0197	0.0456	0.0425	0.0502	0.0505	0.0118	<b>0.0060</b>
	χ <sup>2</sup>	7.61x10 <sup>-4</sup>	4.87x10 <sup>-4</sup>	2.60x10 <sup>-3</sup>	2.26x10 <sup>-3</sup>	2.80x10 <sup>-3</sup>	2.84x10 <sup>-3</sup>	1.74x10 <sup>-4</sup>	<b>4.48x10<sup>-5</sup></b>
9	R <sup>2</sup>	0.9905	0.9961	0.9716	0.9792	0.9664	0.9749	0.9989	<b>0.9998</b>
	RMSE	0.0298	0.0200	0.0514	0.0430	0.0559	0.0506	0.0099	<b>0.0040</b>
	χ <sup>2</sup>	1.11x10 <sup>-3</sup>	5.02x10 <sup>-4</sup>	3.31x10 <sup>-3</sup>	2.31x10 <sup>-3</sup>	3.47x10 <sup>-3</sup>	2.85x10 <sup>-3</sup>	1.23x10 <sup>-4</sup>	<b>2.03x10<sup>-5</sup></b>
10	R <sup>2</sup>	0.9841	0.9978	0.9538	0.9791	0.9469	0.9744	0.9990	0.9987
	RMSE	0.0394	0.0154	0.0672	0.0435	0.0720	0.0524	0.0100	0.0116
	χ <sup>2</sup>	1.99x10 <sup>-3</sup>	3.04x10 <sup>-4</sup>	5.80x10 <sup>-3</sup>	2.44x10 <sup>-3</sup>	5.83x10 <sup>-3</sup>	3.09x10 <sup>-3</sup>	1.29x10 <sup>-4</sup>	1.73x10 <sup>-4</sup>
11	R <sup>2</sup>	0.9856	0.9843	0.9602	0.9520	0.9519	0.9434	0.9984	0.9977
	RMSE	0.0362	0.0395	0.0602	0.0655	0.0662	0.0750	0.0122	0.0153
	χ <sup>2</sup>	1.60x10 <sup>-3</sup>	1.90x10 <sup>-3</sup>	4.43x10 <sup>-3</sup>	5.24x10 <sup>-3</sup>	4.82x10 <sup>-3</sup>	6.18x10 <sup>-3</sup>	1.81x10 <sup>-4</sup>	2.85x10 <sup>-4</sup>
12	R <sup>2</sup>	0.9895	0.9966	0.9692	0.9820	0.9645	0.9789	0.9992	<b>0.9998</b>
	RMSE	0.0320	0.0188	0.0547	0.0403	0.0588	0.0465	0.0089	<b>0.0041</b>
	χ <sup>2</sup>	1.31x10 <sup>-3</sup>	4.54x10 <sup>-4</sup>	3.85x10 <sup>-3</sup>	2.08x10 <sup>-3</sup>	3.89x10 <sup>-3</sup>	2.43x10 <sup>-3</sup>	1.02x10 <sup>-4</sup>	<b>2.15x10<sup>-5</sup></b>
13	R <sup>2</sup>	0.9971	0.9834	0.9930	0.9757	0.9918	0.9747	0.9959	0.9927
	RMSE	0.0162	0.0388	0.0253	0.0464	0.0192	0.0479	0.0194	0.0257
	χ <sup>2</sup>	3.19x10 <sup>-4</sup>	1.84x10 <sup>-3</sup>	7.81x10 <sup>-4</sup>	2.63x10 <sup>-3</sup>	4.07x10 <sup>-4</sup>	2.52x10 <sup>-3</sup>	4.58x10 <sup>-4</sup>	8.06x10 <sup>-4</sup>
14	R <sup>2</sup>	0.9893	0.9893	0.9747	0.9779	0.9712	0.9757	0.9981	0.9973
	RMSE	0.0314	0.0322	0.0483	0.0448	0.0515	0.0486	0.0132	0.0161
	χ <sup>2</sup>	1.24x10 <sup>-3</sup>	1.30x10 <sup>-3</sup>	2.91x10 <sup>-3</sup>	2.51x10 <sup>-3</sup>	2.94x10 <sup>-3</sup>	2.62x10 <sup>-3</sup>	2.18x10 <sup>-4</sup>	3.25x10 <sup>-4</sup>
15	R <sup>2</sup>	0.9962	0.9955	0.9810	0.9770	0.9770	0.9726	<b>0.9996</b>	<b>0.9996</b>
	RMSE	0.0194	0.0213	0.0435	0.0453	0.0479	0.0527	<b>0.0064</b>	<b>0.0061</b>
	χ <sup>2</sup>	4.71x10 <sup>-4</sup>	5.69x10 <sup>-4</sup>	2.37x10 <sup>-3</sup>	2.56x10 <sup>-3</sup>	2.55x10 <sup>-3</sup>	3.09x10 <sup>-3</sup>	<b>5.17x10<sup>-5</sup></b>	<b>4.61x10<sup>-5</sup></b>

\*Kalın rakamlar en iyi sonuçları temsil etmektedir.



### Efektif Nem Difüzyon Katsayısı

Elma örneklerinin efektif nem difüzyon katsayısı belirlemek amacıyla deneysel veriler kullanılarak Ln (MR) grafikleri çizdirilmiştir. Difüzyonlar, grafiklerin eğimlerinden hesaplanmıştır. Bu çalışmada Granny Smith için  $D_{\text{eff}}$  değerlerinde  $8.86 \times 10^{-10}$  ve  $2.00 \times 10^{-10} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ , Red Delicious için ise  $8.54 \times 10^{-10}$  ve  $1.03 \times 10^{-10} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$  arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4). Her iki çeşitte de numuneler daha yüksek kalınlıklarda kurutulduğunda daha düşük efektif nem difüzyonuna neden olmuştur ( $p < 0.05$ , Çizelge 5). Yüksek sıcaklık, iç nemin buharlaşmasını tetikleyerek basıncı ve etkili nem difüzyonunu artırmaktadır. Ayrıca hava sıcaklığındaki artış ve ürüne ısı penetrasyonun, su moleküllerini harekete geçirerek ve su hareketini hızlandırarak nem difüzyonunu artırmaktadır (Chayjan ve ark., 2017).

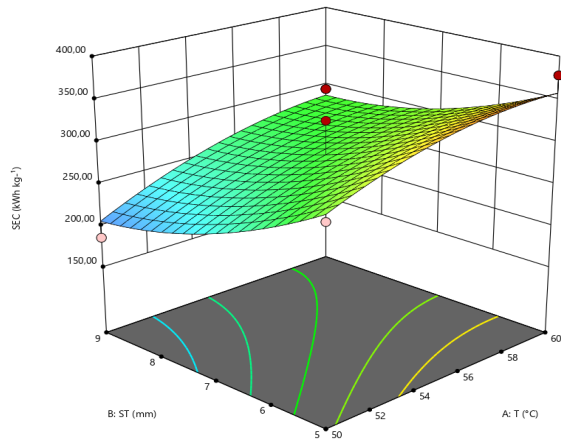
Bu çalışmadan elde edilen  $D_{\text{eff}}$  değerlerinin literatür ile uyumlu olduğu belirlenmiştir. Tepe ve Tepe (2020), 50, 60 ve 70 °C'de konvektif yöntemle kuruttukları elma dilimleri için  $D_{\text{eff}}$  değerlerinin  $3.38 \times 10^{-10}$  ile  $6.25 \times 10^{-10} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$  arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Artan hava sıcaklığının  $D_{\text{eff}}$ 'i artırdığını bildirmişlerdir. Beigi (2016b), 50, 60 ve 70 °C'de konvektif yöntemle kuruttukları elma dilimlerinin  $D_{\text{eff}}$  değerlerini sırasıyla  $7.03 \times 10^{-10}$ ,  $8.48 \times 10^{-10}$  and  $1.08 \times 10^{-9} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$  olarak belirlemişlerdir. Obajemih ve ark. (2021), konvektif yöntemle domates kurutmada farklı çeşit (Hausa, Tiwantiwa, ve Roma VFN), kalınlık (5, 7.5, 10 mm) ve kurutma sıcaklıkları (45, 55 ve 65 °C) için RSM uygulamışlardır.  $D_{\text{eff}}$  değerlerinin kurutma sıcaklığının 45°C'den 65°C'ye artmasıyla  $1.5 \times 10^{-8}$ 'den  $2.0 \times 10^{-8} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ 'e arttığını bildirmişlerdir. Çalışmada sıcaklığın ve çeşidin istatistiksel olarak çok önemli ( $P < 0.0001$ ) olduğu, dilim kalınlığının ise önemli ( $P > 0.05$ ) olmadığı sonucunu bildirmişlerdir. Bununla birlikte modelin  $R^2$  değerini 0.7150 olarak belirlemişlerdir.

Çizelge 4. Enerji analizi sonuçları

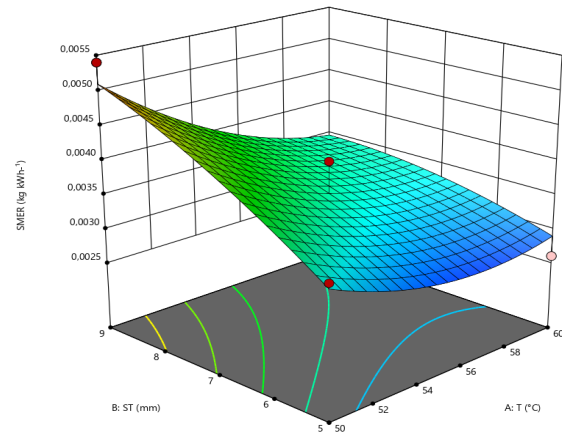
No	$E_c$ (kWh)	SEC (kWh kg <sup>-1</sup> )		SMER (kg kWh <sup>-1</sup> )		$\eta_{\text{en}}$ (%)		$\eta_{\text{th}}$ (%)		$D_{\text{eff}}$ ( $\times 10^{-10} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ )	
	Ortak değer	Granny	Red	Granny	Red	Granny	Red	Granny	Red	Granny	Red
1	9.91	294.82	383.95	0.0034	0.0026	8.08	6.20	8.34	7.94	2.58	2.20
2	8.81	208.65	249.79	0.0048	0.0040	11.42	9.54	9.05	8.72	5.06	4.28
3	11.01	236.70	228.11	0.0042	0.0044	10.06	10.44	7.45	7.49	4.17	4.52
4	9.91	185.68	217.71	0.0054	0.0046	12.83	10.94	8.30	8.06	7.71	8.04
5	13.54	258.97	316.45	0.0039	0.0032	9.15	7.49	7.58	7.51	8.12	7.22
6	10.84	288.17	360.58	0.0035	0.0028	8.22	6.57	9.48	9.88	2.79	3.34
7	12.19	283.48	328.12	0.0035	0.0030	8.36	7.22	8.36	8.60	4.67	5.21
8	12.19	325.93	300.24	0.0031	0.0033	7.27	7.89	8.27	8.81	4.57	5.91
9	12.19	248.01	303.23	0.0040	0.0033	9.56	7.82	8.37	8.74	4.57	5.61
10	10.84	222.22	307.82	0.0045	0.0032	10.66	7.70	9.24	9.68	8.86	1.03
11	13.54	335.67	426.59	0.0030	0.0023	7.06	5.56	7.43	7.57	2.00	2.33
12	12.82	243.53	313.11	0.0041	0.0032	9.68	7.53	9.34	9.30	5.36	5.81
13	16.03	281.43	426.82	0.0036	0.0023	8.38	5.52	7.49	7.72	4.32	4.62
14	14.42	378.10	463.07	0.0026	0.0022	6.24	5.09	8.38	8.61	2.36	2.79
15	14.42	294.98	317.72	0.0034	0.0031	7.99	7.42	8.17	8.30	8.12	8.54

Çizelge 5. İkinci dereceden polinom modelinin varyans analizi (ANOVA) sonuçları

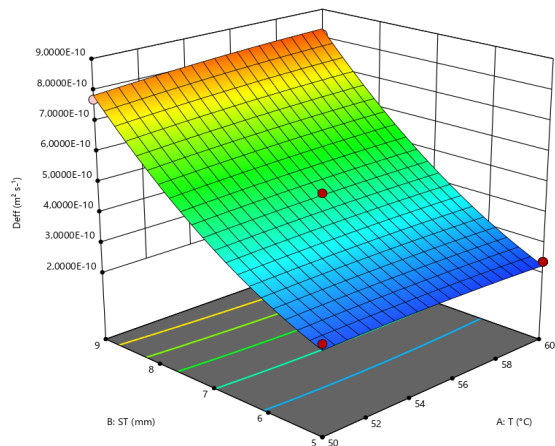
Kaynak	sd	Granny Smith					Red Delicious				
		SEC	SMER	Deff	$\eta_{en}$	$\eta_{th}$	SEC	SMER	Deff	$\eta_{en}$	$\eta_{th}$
Model	5	3.51	4.70*	157.70*	4.81*	91.24*	9.19*	7.40*	1.91	7.19*	157.70*
Sıcaklık(A)	1	9.28*	13.31*	1.04	14.37*	0.91	29.46*	28.51*	0.31	28.37*	1.04
Kalınlık(B)	1	14.05*	17.49*	1351.36*	17.13*	1.82	34.08*	21.83*	8.30*	21.78*	1351.36*
Süre(C)		2.83	3.83	30.37*	4.00	805.73*	4.20	1.24	0.74	1.15	30.37*
AxB	1	0.17	2.28	2.01	2.54	0.91	0.13	3.00	0.01	2.47	2.01
AxC		0.02	0.016	0.11	0.01	1.96	5.55	4.18	0.17	3.60	0.11
BxC		0.03	0.016	0.01	0.03	4.78	1.00	0.62	4.28	0.27	0.01
A2	1	0.89	2.22	0.30	2.34	2.14	0.20	2.52	0.40	2.24	0.30
B2	1	1.22	0.47	31.86*	0.55	0.48	7.79*	4.16	0.70	4.31	31.86*
C2		2.84	2.60	2.62	2.27	2.09	0.01	0.01	2.19	0.01	2.62
Kalıntı	7										
Uyum eks.	3	0.43	0.63	23.97*	0.46	3.70	5.21	4.94	40.22*	6.57	23.97*
Hata	4										
Toplam	12										
R2		0.8633	0.8942	0.9965	0.8964	0.9939	0.9430	0.9302	0.7743	0.9283	0.9965



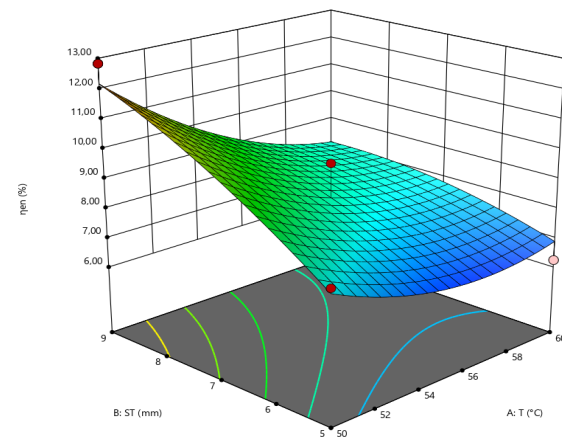
(a)



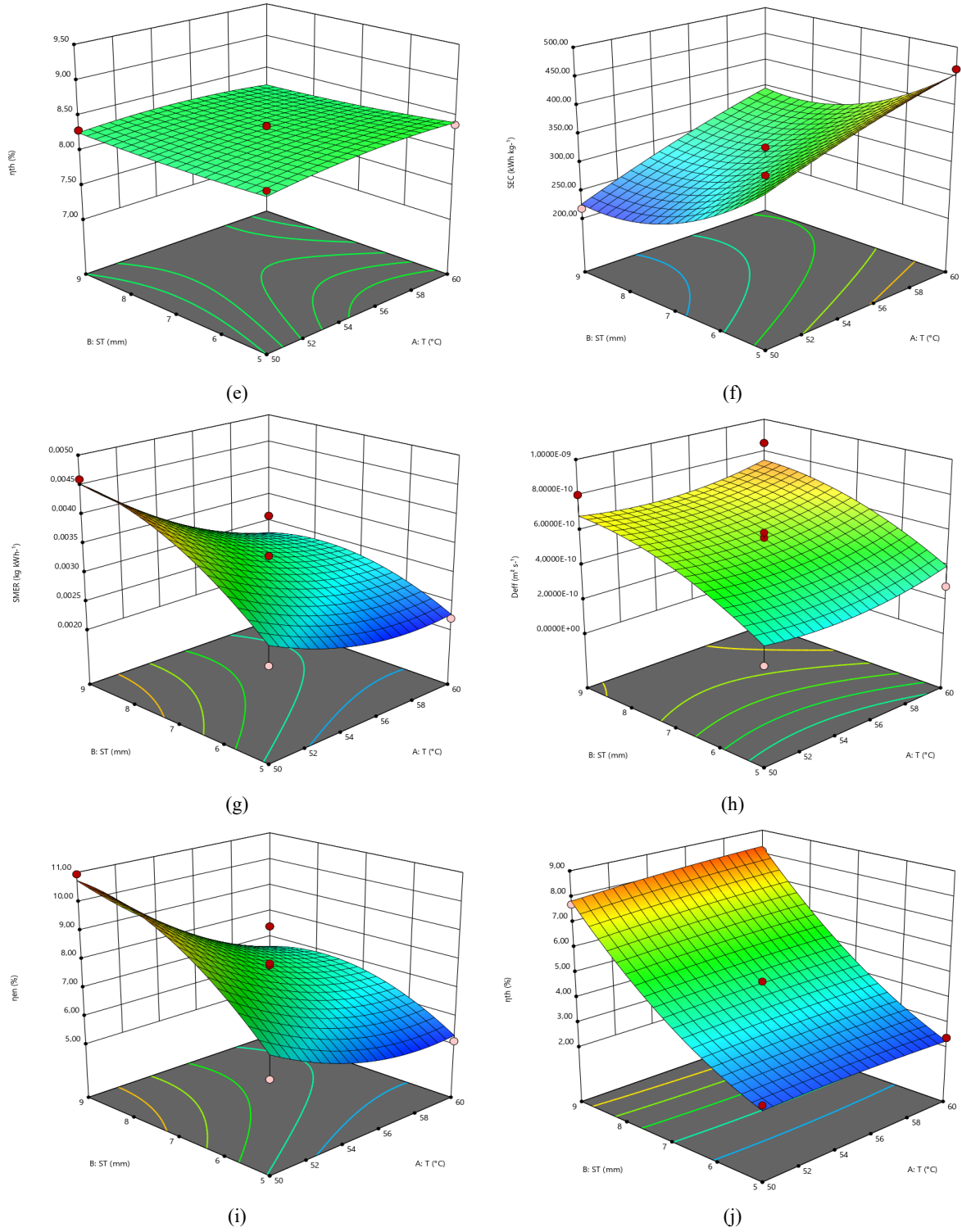
(b)



(c)



(d)



Şekil 2. Ürün kalınlığının (ST) ve sıcaklığın (T) yanıt değişkenleri üzerine etkisi; Granny Smith için SEC (a), SMER (b),  $D_{eff}$  (c),  $\eta_{en}$  (d),  $\eta_{th}$  (e) ve Red Delicious için SEC (f), SMER (g),  $D_{eff}$  (h),  $\eta_{en}$  (i),  $\eta_{th}$  (j)

### Enerji ve Termal Etkinlik Analizleri

Enerji tüketimi, özgül enerji tüketimi, özgül nem çekme oranı, enerji etkinliği ve termal etkinlik değerleri Çizelge 4'te verilmiştir. Her iki çeşit için de enerji tüketimi değerleri 8.81 ile 16.03 kWh arasında değişmiştir. En yüksek SEC değerleri Granny Smith ve Red Delicious için 14. RSM uygulamasında sırasıyla 378.10 ve 463.07 kWh kg<sup>-1</sup> olarak gerçekleşmiştir. Bununla birlikte en düşük SMER değerleri ise yine aynı uygulamada sırasıyla 0.0026 ve 0.0022 kg kWh<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Enerji verimliliği açısından en etkili uygulama 4. RSM uygulaması olurken değerler Granny Smith için %12,83, Red Delicious için %10.94 olmuştur. Granny Smith ve Red Delicious için en yüksek termal etkinlik değerleri 6. RSM uygulamasında sırasıyla %9.48 ve %9.88 olarak belirlenmiştir. Çizelge 5'te görüldüğü gibi her iki çeşit için sıcaklık ve ürün kalınlığı, özgül enerji tüketimi, özgül nem çekme oranı ve enerji etkinliği üzerinde önemli bir etki göstermiştir (p<0.05). Bununla birlikte her iki çeşitte de kurutma süresinin termal etkinlik üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir (p<0.05). Her iki çeşit için elma örneklerinin özgül nem çekme oranı ve enerji etkinliği için R<sup>2</sup> değerleri, Granny Smith için sırasıyla 0.8942 ve 0.8964, Red Delicious için sırasıyla 0.9302 ve 0.9283 olarak ortaya konulmuştur. Ayrıca elma örneklerinin özgül nem çekme oranı değişimi ikinci dereceden modele iyi bir uyum yeteneği göstermiştir (p<0.05, Çizelge 5). Şekil 2'de görüldüğü gibi ürün kalınlığının artmasıyla özgül nem çekme oranında (SMER) bir artış gözlenmiştir. Buna ilaveten sıcaklıklardaki artış özgül enerji tüketiminde önemli bir azalma sağlamıştır.

Taheri-Garavand ve ark. (2018), konvektif yöntemle muz dilimlerinin kurutulmasında farklı kurutma sıcaklıkları (60, 70 ve 80°C), hava hızları (0.5, 1.0 ve 1.5 ms<sup>-1</sup>) ve farklı kurutma sürelerinde (40, 100, 160, 220 ve 280 dk.) RSM uygulamışlardır. Çalışmada enerji etkinliği değerlerinin 0.536 ile 0.930 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bunun yanı sıra RSM için tüm faktörleri istatistiksel olarak çok önemli bulmuşlardır (p<0.0001). Modelin R<sup>2</sup> değerini ise 0.9680 olarak bildirmişlerdir. Farklı kurutma koşulları ve farklı ürün sebebiyle araştırmanın enerji etkinliği bulguları çalışmamızla uyumlu olmamasına rağmen RSM'nin ANOVA sonuçları çalışmamızla benzerlik göstermiştir. Abbaspour-Gilandeh ve ark. (2020), farklı kurutma sıcaklıkları 65 °C'de konvektif kuruttukları havuç dilimleri için özgül enerji tüketimi değerini 297.29 MJ kg<sup>-1</sup> olarak tespit etmişlerdir. Liu ve ark. (2021), sarımsak dilimleri için birinci ve ikinci aşama baypas hava oranları (0.2, 0.4 ve 0.6) ve hava sıcaklıkları (45, 50 ve 55 °C) için RSM uygulamışlardır. Çalışmada özgül nem çekme oranlarının 1.924 ile 2.232 kg kWh<sup>-1</sup> arasında değiştiğini bildirmişlerdir. SMER için tüm faktörlerin önemli (p<0.05) olduğunu ve modelin R<sup>2</sup> değerinin 0.9999 olduğunu belirtmişlerdir. Beigi (2016a), elmalar için 1 m s<sup>-1</sup> hava hızında 50 ve 60 °C hava konvektif kurutma yönteminde termal etkinlik değerlerini sırasıyla %6.57 ve %8.06 olarak belirlemiştir.

### Optimizasyon Analizi

Bu çalışmada optimizasyon analizi sonuçları detaylı olarak açıklanmış ve tartışılmıştır. Kontrol faktörlerinin, tepki değişkenlerinin ve birleşik optimizasyonun bireysel arzu edilebilirlik değerleri belirlenmiştir. Kontrol faktörleri (T, ST ve DT) için arzu edilebilirlik fonksiyonu optimizasyon aralığında olacak şekilde düzenlendiğinde değer 1'e eşit olmalıdır (Karaman ve Sağdıç, 2019). Granny Smith ve Red Delicious çeşitleri için SEC ve D<sub>eff</sub> minimum, SMER, n<sub>en</sub>, n<sub>th</sub> maksimum seviyelerde olacak şekilde optimize edilmiştir. Buna göre Granny Smith çeşidi için minimum SEC ve D<sub>eff</sub> optimizasyon koşulları 50.08 °C, 8.90 mm ve 8.02 saat ve 59.88

°C, 5.03 mm ve 9.89 saat olarak belirlenmiştir. Maksimum SMER,  $n_{en}$  ve  $n_{th}$  optimizasyon koşulları ise sırasıyla 50.03 °C, 8.94 mm ve 8.26 saat, 50.61 °C, 8.91 mm ve 8.02 saat ve 57.38 °C, 5.26 mm ve 8.00 saat olarak saptanmıştır. Red Delicious çeşidi için minimum SEC ve  $D_{eff}$  optimizasyon koşulları 50.02 °C, 8.94 mm ve 9.60 saat ve 50.74 °C, 5.02 mm ve 9.98 saat olarak bulunmuştur. Maksimum SMER,  $n_{en}$  ve  $n_{th}$  optimizasyon koşulları ise sırasıyla 50.07 °C, 8.62 mm ve 9.48 saat, 50.05 °C, 8.36 mm ve 9.93 saat ve 58.76 °C, 8.99 mm ve 8.01 saat olarak tespit edilmiştir.

Ayrıca, her iki çeşit için çalışılan parametrelerde çoklu yanıt optimizasyonu yapılmış minimum SEC ve  $D_{eff}$ , maksimum SMER,  $n_{en}$ ,  $n_{th}$  değerleri dikkate alındığında Granny Smith için optimum koşulların 50.00 °C, 7.31 mm ve 8.00 saat (arzu edilebilirlik=0.801) olacağı sonucuna varılmıştır. Red Delicious için ise optimum koşullar 50.00 °C, 9.00 mm ve 8.00 saat (arzu edilebilirlik=0.847) olarak belirlenmiştir.

### Belirsizlik Analizi Sonuçları

Çalışmada nem içeriği,  $E_c$ , SEC, SMER,  $\eta_{en}$ ,  $\eta_{th}$  ve  $D_{eff}$  hesaplamalarındaki ölçülen parametrelerin ve toplam belirsizlik değerleri Çizelge 6'da verilmiştir. Elma dilimlerinin kurutma analizi için belirlenen mevcut belirsizlik değerleri, kabul edilebilir %5'lik sınırnın oldukça altında bulunmuştur (Salehi ve ark., 2017).

Çizelge 6. Deneylelerin belirsizlik analiz sonuçları

Parametre	Birim	Değer
Sıcaklık ölçümü	°C	±0.1
Ürün kalınlığı ölçümü	mm	±0.1
Kurutma süresi ölçümü	h	±0.1
Ağırlık ölçümü	g	±0.01
Kütle ölçümü	g	±0.01
Nem içeriği	%	±%0.21
$E_c$ için toplam belirsizlik	kWh	±%4.23
SEC için toplam belirsizlik	kWh kg <sup>-1</sup>	±%3.49
SMER için toplam belirsizlik	kg kWh <sup>-1</sup>	±%3.27
$\eta_{en}$ için toplam belirsizlik	%	±%3.27
$\eta_{th}$ için toplam belirsizlik	%	±%0.24
$D_{eff}$ için toplam belirsizlik	m <sup>2</sup> s <sup>-1</sup>	±%0.94

### Sonuç

Bu çalışmada Granny Smith ve Red Delicious elma çeşitleri konvektif kurutma işlemine tabi tutulmuştur. Deneyleler, arzu edilebilirlik fonksiyonu kullanılarak Box-Behnken tasarımında 50, 55 ve 60 °C kurutma sıcaklıklarında, 5, 7 ve 9 mm ürün kalınlıklarında, 8, 9 ve 10 saat kurutma sürelerinde gerçekleştirilmiştir. Wang&Singh modeli deneysel verilere en uygun model olarak belirlenmiştir. SEC, SMER,  $D_{eff}$ ,  $n_{en}$  ve  $n_{th}$  özellikleri optimize edilmiş yanıtlardır. Ürün kalınlığı, Granny Smith çeşidine ait termal etkinlik özelliği dışında

tüm tepkiler üzerinde önemli etkilere sahip olmuştur ( $p \leq 0.05$ ). Buna ilaveten sıcaklık değeri her iki çeşitte de efektif nem difüzyonu ve termal etkinlik özellikleri hariç tüm özelliklerde önemli bir etkiye sahip olmuştur ( $p \leq 0.05$ ). Mevcut bulguların, konvektif elma kurutma endüstrisinde sıcaklık, örnek kalınlığı ve kurutma süresine bağlı optimum koşulları sağlamada yardımcı olacağı düşünülmektedir.

## Teşekkür

Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir. Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır. Necati ÇETİN materyal temini, yöntem geliştirilmesi, deneylerin planlanması-kurulması, istatistiksel analizlerin yapılması ve makale yazımı ve düzeltilmesi süreçlerinin tamamında tek başına görev almıştır.

## Kaynakça

- Abbaspour-Gilandeh, Y., Kaveh, M. and Aziz, M. 2020. Ultrasonic-microwave and infrared assisted convective drying of carrot: Drying kinetic, quality and energy consumption. *Applied Sciences*, 10(18): 6309.
- Aghbashlo, M., Mobli, H., Rafiee, S. and Madadlou, A. 2012. Energy and exergy analyses of the spray drying process of fish oil microencapsulation. *Biosystems Engineering*, 111: 229–41.
- Akpınar, E. K., Midilli, A. and Biçer, Y. 2003. Single layer drying behaviour of potato slices in a convective cyclone dryer and mathematical modeling. *Energy Conversion and Management*, 44: 1689–1705.
- Akpınar, E. K. 2010. Drying of mint leaves in a solar dryer and under open sun: modelling performance analyses. *Energy Conversion and Management*, 51: 2407-2418.
- Arslan, D. and Özcan, M. M. 2010. Study the effect of sun, oven and microwave drying on quality of onion slices. *LWT-Food Science and Technology*, 43(7): 1121-1127.
- Beigi, M. 2016a. Influence of drying air parameters on mass transfer characteristics of apple slices. *Heat Mass Transfer*, 52: 2213-2221.
- Beigi, M. 2016b. Hot air drying of apple slices: dehydration characteristics and quality assessment. *Heat and Mass Transfer*, 52(8): 1435-1442.
- Box, G. E. P. and Behnken, D. W. 1960. Some new three level designs for the study of quantitative variables. *Technometrics*, 2: 455-475.
- Chayjan, R. A., Kaveh, M., Dibagar, N. and Nejad, M. Z. 2017. Optimization of pistachio nut drying in a fluidized bed dryer with microwave pretreatment applying response surface methodology. *Chemical Product and Process Modeling*, 12: 20160048.



- Contreras, C., Martín-Esparza, M. E., Chiralt, A. and Martínez-Navarrete, N. 2008. Influence of microwave application on convective drying: Effects on drying kinetics, and optical and mechanical properties of apple and strawberry. *Journal of Food Engineering*, 88(1): 55-64.
- Crank, J. 1975. *Mathematics of Diffusion*. 2nd ed; Oxford University Press: London UK p 414.
- Cruz, A. C., Guiné, R. P. and Gonçalves, J. C. 2015. Drying kinetics and product quality for convective drying of apples (cvs. Golden Delicious and Granny Smith). *International Journal of Fruit Science*, 15(1): 54-78.
- Design Expert 1305, 2021. Software for design of experiments Stat-Ease Inc Minneapolis USA.
- Erbay, Z. and Icier, F. 2009. Optimization of hot air drying of olive leaves using response surface methodology. *Journal of Food Engineering*, 91(4): 533-541.
- Food and Agriculture Organization (FAO) 2021. FAOSTAT Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) İstatistik Veritabanı. Erişim tarihi: Kasım 2021).
- Giri, S. K. and Prasad, S. 2007. Optimization of microwave-vacuum drying of button mushrooms using response-surface methodology. *Drying Technology*, 25(5), 901-911.
- Halil, T., Tamer, C. E. and Karabacak, A. Ö. 2019. Farklı yöntemlerle kurutulmuş yeşil zeytin katkılı cipslerin kurutma kinetiği ve bazı kalite parametrelerinin incelenmesi. *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 33(1): 123-142.
- Henderson, S. M. and Pabis, S. 1961. Grain drying theory. I. Temperature effect on drying coefficient. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 6: 169–174.
- Horuz, E., Bozkurt, H., Karataş, H. and Maskan, M. 2017. Effects of hybrid (microwave-convective) and convective drying on drying kinetics total phenolics antioxidant capacity vitamin C color and rehydration capacity of sour cherries. *Food Chemistry*, 230: 295-305.
- Horuz, E., Bozkurt, H., Karataş, H. and Maskan, M. 2018. Simultaneous application of microwave energy and hot air to whole drying process of apple slices: drying kinetics modeling temperature profile and energy aspect. *Heat Mass Transfer*, 54: 425-436.
- Kaletka, A. and Gornicki, K. 2010. Evaluation of drying models of apple (var McIntosh) dried in a convective dryer. *International Journal Food Science Technology*, 45: 891-898.
- Karaman, K. and Sagdic, O. 2019. Zygosaccharomyces bailii and Z rouxii induced ethanol formation in apple juice supplemented with different natural preservatives: A response surface methodology approach. *Journal of Microbiological Methods*, 163: 105659.
- Kaur, S., Sarkar, B. C., Sharma, H. K. and Singh, C. 2009. Optimization of enzymatic hydrolysis pretreatment conditions for enhanced juice recovery from guava fruit using response surface methodology. *Food Bioprocess Technology*, 2: 96-100.
- Kaya, A., Aydin, O. and Akgun, M. 2011. Drying kinetics and moisture transfer parameters of hazelnut. *Journal Food Process Preservation*, 35: 714–721.
- Koç, B. and Kaymak-Ertekin, F. 2010. Yanıt yüzey yöntemi ve gıda işleme uygulamaları. *Gıda*, 35(1), 1-8.

- Kumar, D., Prasad, S. and Murthy, G. S. 2014. Optimization of microwave-assisted hot air drying conditions of okra using response surface methodology. *Journal of Food Science and Technology*, 51(2): 221-232.
- Li, L., Zhang, M., Bhandari, B. and Zhou, L. 2018. LF-NMR online detection of water dynamics in apple cubes during microwave vacuum drying. *Drying Technology*, 36: 2006-2015.
- Liu, H., Yousaf, K., Yu, Z., Riaz, A., Nyalala, I., Chattha, M. W. A. and Chen, K. 2021. Drying process optimization of garlic slices in closed-loop heat pump drying system by Box-Behnken design. *Journal of Food Processing and Preservation*, e16190.
- Majdi, H., Esfahani, J. A. and Mohebbi, M. 2019. Optimization of convective drying by response surface methodology. *Computers and Electronics in Agriculture*, 156: 574-584.
- Marques, L. G. and Freire, J. T. 2005. Analysis of freeze-drying of tropical fruits. *Drying Technology*, 23: 2169-2184.
- Montgomery, D.C. 2001. Design and analysis of experiments, *John Wiley and Sons*, 427-510.
- Motevali, A., Minaei, S., Banakar, A., Ghobadian, B. and Darvishi, H. 2016. Energy analyses and drying kinetics of chamomile leaves in microwave-convective dryer. *Journal Saudi Society Agricultural Sciences*, 15: 179-187.
- Myers, R. H. and Montgomery D.C. 2002. Response surface methodology process and product optimization using designed experiments, *John Wiley and Sons*, 17-85, 203-303.
- Obajemihi, O. I., Olaoye, J. O., Cheng, J. H., Ojediran, J. O. and Sun, D. W. 2021. Optimization of process conditions for moisture ratio and effective moisture diffusivity of tomato during convective hot-air drying using response surface methodology. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(4): e15287.
- Page, G. 1949. Factors influencing the maximum rates of air-drying shelled corn in thin layer. M.S. Thesis. Purdue University West Lafayette, Indiana: USA.
- Pinar, H., Çetin, N., Ciftci, B., Karaman, K. and Kaplan, M. 2021. Biochemical composition, drying kinetics and chromatic parameters of red pepper as affected by cultivars and drying methods. *Journal of Food Composition and Analysis*, 102: 103976.
- Sahin, A. Z. and Dincer, I. 2002. Graphical determination of drying process and moisture transfer parameters for solids drying. *International Journal of Heat Mass Transfer*, 45: 3267-3273.
- Salehi, F., Kashaninejad, M. and Jafarianlari, A. 2017. Drying kinetics and characteristics of combined infrared-vacuum drying of button mushroom slices. *Heat Mass Transfer*, 53: 1751-1759.
- Šumić, Z., Vakula, A., Tepić, A., Čakarević, J., Vitas, J. and Pavlić, B. 2016. Modeling and optimization of red currants vacuum drying process by response surface methodology (RSM). *Food Chemistry*, 203: 465-475.
- Taheri-Garavand, A., Karimi, F., Karimi, M., Lotfi, V. and Khoobakht, G. 2018. Hybrid response surface methodology–artificial neural network optimization of drying process of banana slices in a forced convective dryer. *Food Science and Technology International*, 24(4): 277-291.



- Taskin, O. 2020. Evaluation of freeze drying for whole, half cut and puree black chokeberry (*Aronia melanocarpa* L.). *Heat and Mass Transfer*, 56(8): 2503-2513.
- Yaldiz, O., Ertekin, C. and Uzun, H. I. 2001. Mathematical modeling of thin layer solar drying of Sultana grapes. *Energy*, 26: 457-465.





## Nusrat Ekmeklik Buğday Çeşidinde Farklı Azot Dozları ve Ekim Sıklıklarının Tane Verimi, Verim Öğeleri ve Bazı Kalite Özelliklerine Etkileri<sup>A</sup>

Cemal Faruk YILDIZ<sup>1</sup>, Ramazan DOĞAN<sup>2\*</sup>

**Öz:** Bu araştırma 2020-2021 yetiştirme mevsiminde Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Araştırma ve Uygulama Merkezinde yürütülmüştür. Denemede, 3 farklı ekim sıklığı (300 adet m<sup>-2</sup>, 500 adet m<sup>-2</sup> ve 700 adet m<sup>-2</sup>) ile 4 değişik azot dozu (dekara 0 kg, 8 kg, 16 kg, 24 kg) uygulamıştır. Bu faktörlerin Nusrat ekmeklik buğday çeşidinde tane verimi, bazı verim bileşenleri ve kalite özellikleri üzerine etkileri belirlenmiştir. Ekim sıklıklarındaki artışların, tane sayısı/başak, tane ağırlığı/başak, tane verimi ile sedimantasyon ortalama değerlerine etkileri önemli bulunmuştur. Tohumun bin tanesinin ağırlığı, protein oranı ve gluten oranı ortalamaları üzerine istatistiki anlamda etkisi olmamıştır. Tane verimi 700 adet m<sup>-2</sup> ekim sıklığından en yüksek değerde alınmıştır. Uygulanan azot dozunun 16 kg da<sup>-1</sup> kadar artmasıyla tane sayısı/başak, tane ağırlığı/başak, bin tane ağırlığı ve birim alan veriminin arttığı saptanmıştır. Çalışmanın sonucuna göre; Bursa şartlarında Nusrat ekmeklik buğday çeşidinde en yüksek tane verimini alabilmek için metrekareye uygulanması gereken en uygun ekim sıklığının ve azotlu gübre miktarının sırasıyla 700 adet m<sup>-2</sup> ve dekara 16 kg olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Buğday, ekim sıklığı, azot, verim, kalite.

<sup>A</sup> Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir. Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır.

<sup>1</sup> Cemal Faruk YILDIZ, Gaziosmanpaşa Mahallesi, 147. Sokak, No:7 Sevgi Sitesi A-Blok D:2, Balıkesir, Türkiye, [cemal101010@gmail.com](mailto:cemal101010@gmail.com), [OrcID 0000-0002-8691-7447](https://orcid.org/0000-0002-8691-7447)

\* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** <sup>2</sup>Ramazan DOĞAN, B.U.Ü. Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Görükle kampüsü, Türkiye, [rdoğan@uludag.edu.tr](mailto:rdoğan@uludag.edu.tr), [OrcID 0000-0002-8271-1476](https://orcid.org/0000-0002-8271-1476)

## The Effects of Different Nitrogen Doses and Seeding Rate on Grain Yield, Yield Components and Some Quality Characters in Nusrat Bread Wheat Cultivar

**Abstract:** This research was conducted in the Application and Research Center of Faculty of Agriculture, Uludag University, in a Randomized Split Blocks Design with three replications in 2020-2021 growing season. In the experiment, 3 different seed rates (300 seed m<sup>-2</sup>, 500 seed m<sup>-2</sup> and 700 seed m<sup>-2</sup>) and 4 different nitrogen doses (0 kg, 8 kg, 16 kg, 24 kg per decare) were applied. The effects of these factors on grain yield, some yield components and quality characteristics of Nusrat bread wheat cultivar were determined. Increases in seed rates had statistically significant effects on the number of seeds/spike, seed weight/spike, seed yield and sedimentation value averages. There was no statistically significant effect on the averages of thousand grain weight, the rate of protein and gluten. Seed yield was taken at the highest value from 700 seed m<sup>2</sup>. It was determined that the applied nitrogen dose increased up to 16 kg da<sup>-1</sup>, increasing the number of grains/spike, grain weight/spike, thousand grain weight and yield per unit area. As a result of the research; It can be said that the optimum seed rate and nitrogen fertilizer amount should be 700 seed m<sup>2</sup> and 16 kg da<sup>-1</sup>, respectively, in order to get the highest grain yield in Nusrat bread wheat cultivar in Bursa conditions.

**Keywords:** Wheat, seeding rate, nitrogen, yield, quality.

### Giriş

Tahıllar ve tahıllardan elde edilen ürünler dünyanın birçok ülkesinde olduğu gibi ülkemizde de nüfusumuzun büyük çoğunluğu için vaz geçilemez bir temel besin kaynağı durumundadır. Kaynaklarda da belirtildiği üzere hem geçmişte çok uzun yıllara dayanan, hem de diğer tahıllardan daha önce kültüre alınan bitki olması ve gerek insan beslenmesi, gerek hayvan yiyeceği gerekse endüstrinin ham maddesi olması açısından çok önemli bir yere sahip olduğu vurgulanan buğday (*Triticum* L), yaşadığımız dönemde de sayılan vasıflarını çoğaltarak sürdürmekte olup, gelecek yıllarda da bu önemini koruyacağı ifade edilen bir serin iklim tahılıdır. Yaşadığımız yüzyılda dünya nüfusunu tehdit eden en önemli unsurların başında açlık gelmektedir. Birçok bilim adamı tarafından açlık sorunun aşılabilmesi için diğer tahıllar ile birlikte buğdayda da üretimin ya da birim alan veriminin artırılması gerektiği ifade edilmektedir. Geçmişte olduğu gibi yaşadığımız yıllarda da tarım yapılabilecek alanların tarım dışı bazı alanlara kaydırılmasıyla bir hayli azalma göstermiştir. Bu azalma göz önünde tutularak birim alan veriminin artırılması gerekmektedir. Tarımsal faaliyetlerde birim alan verimini artırmanın çok çeşitli yolları vardır. Bunlardan bazıları; o bölgenin iklim ve toprak koşulları, bitkinin verim potansiyeli ve uygulanan yetiştirme teknikleri olarak sayılabilir. Verim ve kaliteyi arttırmada yararlanılan etkili yetiştirme tekniği uygulamalarından birisi gübreleme ve birim alana uygulanacak tohum miktarıdır.

Ülkemiz koşullarında çiftçilerimiz buğday tarımında hem serpme hem de makinalı ekim yöntemini kullanmaktadır. Her iki yöntemde de bölge koşullarına bağlı olarak uygun ekim sıklığının ayarlanması

gerekmektedir. Ancak Bursa yöresinde her iki yöntemde de olması gerekenden daha fazla tohumluk kullanılmaktadır. Bilindiği gibi fazla tohumluk kullanılması hem boşa yapılan masrafın hem de hastalıkların artmasına neden olmaktadır. Ekim sıklığının buğday verimini etkilediğine ilişkin yapılan bir hayli akademik araştırma mevcuttur (Bulut ve ark., 2010; Akıncı, 2014; İpek, 2016; Sönmez, 2017; Ulucan ve Atak, 2020).

Bu çalışmada Marmara-Trakya Bölgesi ve Bursa Uludağ Üniversitesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezinde yetiştirilen Nusrat ekmeleklik buğday çeşidinde farklı azot dozları ve ekim sıklıklarının tane verimi ve bazı kalite özelliklerine etkileri incelenmiştir.

## Materyal ve Yöntem

Araştırma, 2021 yetiştirme döneminde Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama çiftliği alanlarında yürütülmüştür. Denemede bitki materyali olarak Fakültemiz Buğday Üretim Planlamasına yeni alınan Nusrat ekmeleklik buğday çeşidi kullanılmıştır. Araştırmanın yürütüldüğü yıla ait iklim verileri Çizelge 1’de verilmiştir (Anonim, 2021).

Araştırmanın gerçekleştirildiği 2021 yılı buğday yetiştirme dönemine ilişkin aylık ortalama sıcaklık ve yağış değerleri Çizelge 1’de verilmiştir (Anonim, 2021).

**Çizelge 1.** Nusrat ekmeleklik buğday çeşidinin yetiştirme mevsimine ilişkin iklimsel değerler

Aylar	Sıcaklık (°C)		Yağış (mm)	
	2020-2021	Uzun yıllar ortalaması	2020-2021	Uzun yıllar ortalaması
Ekim	18.4	5,3	68.7	59.8
Kasım	10.4	6.2	13.2	43.4
Aralık	9.9	8.3	12.1	89.1
Ocak	5.2	12.9	165.8	89.3
Şubat	8.0	17.6	80.1	76.1
Mart	10.0	22.0	72.8	69.6
Nisan	12.0	24.5	47.4	62.9
Mayıs	17.5	23.0	14.5	49.6
Haziran	21.7	19.7	61.7	33.8
Temmuz	24.8	15.4	32.8	21.6
<b>Ortalama</b>	<b>13.8</b>	<b>15.5</b>	<b>56.9</b>	<b>59.5</b>
<b>Toplam</b>	-	-	<b>569.1</b>	<b>595.2</b>

Bursa koşullarında deneme alanından alınan toprak örneklerinin analiz sonuçlarına göre deneme alanı toprağı; killi bünyeli, tuzsuz, pH bakımından nötr, organik maddece fakir, alınabilir potasyum bakımından zengin ve fosfor bakımından orta düzeydedir.

Araştırma, Tesadüf Bloklarında Bölünmüş Parseller Deneme Deseninde 3 tekrarlamalı olarak planlanmıştır. Denemede ekim sıklığı ana parsellere, azot dozları da alt parseller olacak şekilde düzenlenmiştir. Parsel uzunluğu 5 m, genişliği ise 1.2 m olup ekili parsel alanı 7.2 m<sup>2</sup>, hasat edilen alan ise 6 m<sup>2</sup>’dir. Ekimden önce

etkili madde olarak taban gübresi için fosfor dekara 8 kg olacak şekilde hesaplanmış ve önceden belirlenen deneme alanı 3 blok şeklinde bölünmüş ve her blok için ayrı ayrı tartılarak el ile serpmeye olarak toprağa karıştırılmıştır. Araştırmada önemli faktör olarak belirlenen azotlu gübre de 0 kg da<sup>-1</sup> (kontrol), 8 kg da<sup>-1</sup>, 16 kg da<sup>-1</sup> ve 24 kg da<sup>-1</sup> olacak şekilde hesaplanmış ve ekimden sonra her parsel deneme planına uygun olarak dağıtılmıştır. Azot dozları ikiye bölünerek ½'si ekimden hemen sonra, ½'si de sapa kalkma dönemi ile başaklanma dönemi arasında verilmiştir. Farklı ekim sıklıkları olarak m<sup>2</sup>'de 300, 500 ve 700 adet ekim sıklıkları ele alınmış, her parsel için ayrı ayrı hesaplanmış ve tartılmış ve deneme planına göre ekim makinesi ile ekim yapılmıştır. Ekim işlemleri kışlık yani Kasım ayı ortası olmak üzere toprağın tavadı olduğu zaman, 15 cm sıra aralığında yapılmıştır. Her parsel için ekilmesi planlanan tohumlar ekim sıklıklarına göre hesaplanmış, hazırlanmış, kese kağıtlarına doldurulmuş ve ekim planına göre sıralanmıştır. Daha sonra ekim planına göre sıralanan tohumluk deneme mibzeri ile 4-5 cm ekim derinliğinde uygulanmıştır. Çıkış sonrasında yabancı otlara karşı ilaçlı yabancı ot mücadelesi yapılmıştır. Hasat, ekmeclik buğday çeşidinin fizyolojik hasat olgunluğuna ulaştığı Haziran ayı sonlarında yapılmıştır. Kalite özelliklerinden tanede protein oranı (%), sedimentasyon değeri ve gluten oranı analizleri Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından yapılmıştır. Denemeden elde edilen veriler JUMP 7.0 paket programı kullanılarak Bölünen Bölünmüş Parseller Deneme Desenine göre istatistiksel analize tabi tutulmuştur. Önemlilik testlerinde % 1 ve % 5, farklı grupların belirlenmesinde LSD testi kullanılmıştır.

## Bulgular ve Tartışma

Denemede incelenen Nusrat ekmeclik buğday çeşidine ilişkin 2021 yılında saptanan ortalama başakta tane sayısı ve ağırlığı, 1000 tane ağırlığı, tane verimi ile önemli bazı kalite faktörlerinden olan gluten, protein ve sedimentasyon verilerine ilişkin istatistiksel sonuçlar Çizelge 2'de sunulmuştur.

**Çizelge 2.** Farklı azot dozu ve ekim sıklığının ekmeclik buğdayın tane verimi, bazı verim elemanları ve kalite özelliklerine ait varyans analiz sonuçları (K.O).

Varyasyon Kaynağı	S.D	Verimi ve kalite özellikleri						
		Başakta tane sayısı (adet)	Başakta tane ağırlığı (g)	Bin tane ağırlığı (g)	Tane verimi (kg da <sup>-1</sup> )	Protein (%)	Gluten (%)	Sedimentasyon (ml)
Tekerrür	2	0.37	0.86	0.12	0.092	1.30	2.23	1.10
Ekim Sıklığı	2	33.97**	36.20**	2.85	26.93**	2.95	1.77	14.24*
Ana Parsel Hatası	4	0.77	1.78	3.90	2.60	0.59	0.46	0.27
Azot Dozları	3	64.93**	272.69**	14.22**	1496.77**	0.35	0.78	2.91
Sıklık x Azot	6	20.26**	13.54**	21.05**	53.79**	0.36	0.67	0.93
Alt Parsel Hatası	18	2.99	0.0049	0.64	122.3	0.74	7.00	22.56
CV (%)		4.09	4.34	1.91	2.42	6.88	10.57	13.03

\*:%5 düzeyinde önemli, \*\*:%1 düzeyinde önemli

### Başakta Tane Sayısı

Çizelge 1’de görüleceği gibi varyans analiz sonuçlarına göre verimi önemli ölçüde etkileyen başakta tane sayısı bakımından ekim sıklığı, azot dozları ve sıklık x azot dozları interaksyonu  $\leq 0.01$  olasılık düzeyde önemli bulunmuştur.

Tane veriminin oluşmasında önemli bir verim özelliği olan başakta tane sayısına ilişkin ortalama değerler ve LSD değeri Çizelge 2’ de verilmiştir.

Ekim sıklıklarına ilişkin değerler Çizelge 2 verilmiştir. Başakta tane sayısı ortalamaları 40.67 ile 45.29 adet arasında değişmektedir. 45.29 adet ile metrekareye 700 adet ekim sıklığından en yüksek başakta tane sayısı alınmış olup, bunu aynı grubu oluşturan sırasıyla 500 ve 300 adet  $m^{-2}$  ekim sıklıkları izlemiştir. Sonuçta en düşük sıklıktan en yüksek sıklığa doğru başakta tane sayısında önemli bir artış belirlenmiştir. Çekiç ve ark., (2008), Sümer ve ark., (2010), Said ve ark., (2012), ve Ulucan ve Atak (2020) başakta tane sayısının ekim sıklığına tepki vermediğini, bitki sıklığının artışına bağlı olarak başakta tane sayısında azalmalar meydana geldiği (Arısoy ve ark., 2005; Özdemir, 2011; Pala, 2016). Khan ve Makhdum (1988), Khan ve ark. (2000) ve Akıncı (2014) ise sıklık arttıkça başakta tane sayısının arttığını ifade etmişlerdir.

Çizelge 2’nin incelenmesinden de görüleceği üzere azot dozlarının başakta tane sayısı üzerine etkisi önemli olmuş, başakta tane sayısı değerleri 36.29 ile 47.34 adet arasında değişim göstermiştir. 16 kg  $da^{-1}$  azot dozundan tane sayısı/başak en fazla saptanırken, dekara 24 kg uygulanan azot dozu da ikinci sırada yer almıştır. En az başakta tane sayısı ise kontrol parselinden 39.29 adet olarak elde edilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde belli azot dozuna kadar başakta tane sayısı artış göstermiş ancak daha sonra azalma meydana gelmiştir. Kalaycı ve ark. (1996), Sezal vd. (2007) ve Şimşek (2012) araştırmamıza benzer olarak başakta tane sayısının azot gübrelmesi ile kısmen arttığını, Roy, Winzeler (1991) ve Guohua ve ark., (2002) başakta tane sayısının azot dozlarının artışına bağlı olarak düştüğünü saptamışlardır. Azot dolarının artmasıyla başakta tane sayısının da artış gösterdiği ifade edilmiştir (Altuntaş ve ark., 2016; Ulupınar ve ark., 2020).

Araştırmada sıklık x azot dozları interaksyonu incelendiğinde görüleceği gibi başakta tane sayısı değerleri 28.73 ile 48.43 arasında belirlenmiştir. En yüksek başakta tane sayısı 500 adet  $m^{-2}$  ekim sıklığı ile dekara 16 kg azot dozu uygulamasından elde edilmiştir. En düşük değer ise 300 adet  $m^{-2}$  ekim sıklığı x kontrol azot dozun etkileşiminden alınmıştır. Turgut ve ark., (1996)’nın Bursa şartlarında otholom buğday çeşidinde 550 adet  $m^{-2}$  ekim sıklığı ve 12 kg N  $da^{-1}$  uygulanması ile en yüksek verime ulaşıldığını bildirilmiştir.

### Başakta Tane Ağırlığı

Çalışmamızda incelenen farklı ekim sıklığı ve azot dozlarının başakta tane sayısına etkisi incelendiğinde sıklık, azot dozu ve sıklık x azot dozu interaksyonu istatistiksel olarak  $< 0.01$  olasılık düzeyde önemli bulunmuştur. Başakta tane ağırlığı da verimi doğrudan etkileyen verim özelliklerinden birisidir. Deneme sonuçlarına bakıldığında; ekim sıklıklar bakımından en yüksek başakta tane ağırlığı 1.77 g ile 500 adet  $m^{-2}$  ekim sıklığından alınırken, en düşük değer ise 1.45 g ile 300 adet  $m^{-2}$  ekim sıklığından elde edilmiştir. İpek (2016) ve Sönmez

(2017)'nin bulguları incelendiğinde artan ekim sıklığının başakta tane ağırlığı değerine azaltıcı yönde olduğunu, başakta tane ağırlığının artan ekim sıklığının artışı ile artış gösterdiğini (Balkan ve Gençtan, 2008) bildirmişlerdir.

Azot dozlarının başakta tane ağırlığı üzerine etkisinin önemli olduğu, en yüksek başakta tane ağırlığı 16 ve 24 kg da<sup>-1</sup> azot uygulamalarından sırasıyla 1.95 g ve 1.89 g olarak alınmış, en düşük değer ise kontrol dozundan (0 kg da<sup>-1</sup>) elde edilmiştir. Çizelge incelendiğinde de görüleceği üzere bu özellik azot dozlar ile belli bir doza kadar artış gösterirken daha sonra az da olsa azaltıcı etki göstermiştir. Başakta tane ağırlığının artan azot dozlarına göre azalış gösterdiğini (Lopez-Bellido et al., 2000; Guohuna et al., 2002), Sümer (2008) azot dozunun artışına bağlı olarak tek başak veriminin azalma gösterdiğini, Coşkun ve Öktem (2003), Avcı (2007), Şenyiğit (2013) ve Çifci ve Doğan (2013) yaptıkları bir araştırmada genellikle azot dozlarının artışıyla beraber ortalama başakta tane ağırlıklarının da artış gösterdiğini, Türk ve Yürür (2001), Tümsavaş (2001) başakta tane ağırlığı özelliğinin azot dozlarından etkilenmediğini ifade etmişlerdir.

Çalışmada ekim sıklığı x azot dozu interaksiyon değerlerine bakıldığında, başakta tane ağırlığı değerleri 0.83 g ile 2.00 g arasında değişmektedir. En yüksek başakta tane ağırlığı 2.05 g ile 500 adet m<sup>-2</sup> ekim sıklığı ile 16 kg da<sup>-1</sup> azot uygulamasından alınırken, bunu 700 adet m<sup>-2</sup> ekim sıklığı ve 16 kg da<sup>-1</sup> azot dozu takip etmiştir. En düşük değer ise 300 adet m<sup>-2</sup> ekim sıklığı ve kontrol dozundan elde edilmiştir. Doğan ve ark., (1996), sıklık x azot dozu interaksiyonunun önemsiz olduğunu, azot dozunun belirli doza kadar artışı ile başakta tane ağırlığının arttığını daha sonra azaldığını, en yüksek başakta tane ağırlığına 650 adet m<sup>-2</sup> ekim sıklığı ve 16 kg da<sup>-1</sup> azot dozunda ulaşıldığını, Turgut ve ark., (1996), ekim sıklığının artışı ile başakta tane ağırlığının azaldığını, azot dozuna bağlı olarak artış gösterdiğini, Türk ve Yürür (2001) ise en yüksek başakta tane ağırlığı 400 adet m<sup>-2</sup> ekim sıklığından alındığını ifade etmişlerdir.

### **Bin Tane Ağırlığı**

Çizelge 2 incelendiğinde bin tane ağırlığı bakımından yapılan varyans analizine göre ekim sıklığı uygulamaları istatistik olarak önemsiz bulunurken, azot dozları ve sıklık x azot dozları interaksiyonu 0.01 olasılık düzeyinde önemli bulunmuştur.

İncelenen bu önemli verim özelliklerinden birisi olan bin tane ağırlığına farklı ekim sıklığının etkisi önemsiz olmuştur.

Azot dozlarının incelendiği çizelgede bin tane ağırlığının 40.90 g ile 42.79 g arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. 42.79 g ile en yüksek değer 16 kg da<sup>-1</sup> azot uygulamasından alınırken, bunu 8 kg da<sup>-1</sup> azot dozu izlemiştir. En düşük ise kontrol dozundan 40.90 g olarak saptanmıştır.

Bin tane ağırlığı da tane verimine etki eden bir özelliktir (Gençtan ve Sağlam, 1987). Çevre koşullarından iyi faydalanan çeşitler daha fazla bin tane ağırlığı oluşturmaktadır (Korkut ve Ünay, 1987; Korkut ve ark., 1993). Katkat ve ark. 1987; Başar ve ark. 1998; Kalaycı ve ark. 1996; Türk ve Yürür, 2001; Guohuna et al. 2002, bin tane ağırlığının azotlu gürelerden olumsuz etkilendiğini bildirmişlerdir, Varga ve Svecnjak, (2006) ise bin tane



ağırlığını arttırdığını, artan azot dozlarıyla bin tane ağırlığının azaldığını (Soylu ve Sade, 2006), Şenyiğit (2013) ise artan azot dozlarının bin tane ağırlığına fazla etkili olmadığını ifade etmişlerdir.

Ekim sıklığı x azot dozu interaksyonu dikkate alındığında, 700 adet m<sup>-2</sup> ekim sıklığı ile 16 kg/da azot dozundan 44.0 g ile en yüksek bin tane ağırlığı elde edilmiş, en az 1000 tane ağırlığı da 38.00 g olarak 300 adet m<sup>-2</sup> ekim miktarı ve kontrol dozundan elde edilmiştir. En yüksek bin tane ağırlığının 16 kg N da<sup>-1</sup> dozu ve 450 adet m<sup>-2</sup> uygulamalarından, en düşük ise 12 kg N da<sup>-1</sup> dozu ile 550 adet m<sup>-2</sup> kombinasyonundan alındığını (Yağbasanlar ve ark.,1999), 1000 dane ağırlığının azot dozlarından düzensiz etkilendiğini (Doğan ve ark., 2008), Sümer ve ark., (2010), tarafından yıllara göre değişiklik gösterdiği, Dinç (2010), artan ekim sıklığının bin tane ağırlığını hızlı bir şekilde azalttığı, fakat bu azalışın ekim sıklığının daha fazla artmasına karşılık etkinliğini kaybettiği ve yeniden yükselişe geçtiği ifade edilmiştir.

**Çizelge 3.** Buğdayda sıklık, azot dozu ve sıklık x azot dozu interaksyonuna ilişkin ortalama değerler ve istatistiksel farklı gruplar

Konular	Verimi ve kalite özellikleri (ortalama)						
	Başakta Tane Sayısı (adet)	Başakta tane Ağırlığı (g)	Bin Tane Ağırlığı (g)	Tane Verimi (kg da <sup>-1</sup> )	Protein (%)	Gluten (%)	Sedimentasyon (ml)
<b>Sıklık (m<sup>2</sup>)</b>							
300	40.67 b	1.45 c	41.19	434.33 b	12.23	24.73	34.17 b
500	41.12 b	1.77 a	41.67	448.24 b	12.44	24.54	35.75 b
700	45.29 a	1.63 b	42.70	485.90 a	12.87	25.82	39.42 a
LSD (0.05)	1.71	0.11		20.13			2.79
<b>Azot Dozların (kg da<sup>-1</sup>)</b>							
0	36.29 d	1.12 c	40.90 b	249.68 d	12.73	25.83	34.44
8	41.78 c	1.49 b	42.66 a	474.66 c	12.50	25.44	34.00
16	47.34 a	1.95 a	42.79 a	563.40 a	12.32	24.04	37.67
24	44.02 b	1.89 a	41.07 b	536.89 b	12.49	24.82	39.67
LSD (0.05)	0.7	0.07	0.79	10.92			
<b>Sıklık x Azot Dozu int.</b>							
300 x 0	28.73 f	0.83 h	38.00 f	240.47 h	12.18	24.58	30.00
300 x 8	43.70cd	1.22 g	41.67 cd	448.70 f	12.30	24.54	30.67
300 x 16	47.03ab	1.181 cd	41.87 bc	478.90 e	12.20	25.11	37.67
300 x 24	43.20 d	1.92 bc	43.20 ab	569.23 c	12.22	24.71	38.33
500 x 0	35.27 e	1.43 f	40.83cde	263.57 g	12.70	26.00	35.67
500 x 8	36.77 e	1.61 e	44.17 a	452.37 f	12.10	24.53	31.00
500 x 16	48.43 a	2.05 a	42.00 bc	590.17 b	12.47	24.03	37.67
500 x 24	44.00cd	1.98 ab	39.67 e	486.87 e	12.48	23.61	38.67
700 x 0	44.87bcd	1.10 g	43.83 a	245.00 gh	13.31	26.90	37.67
700 x 8	44.87bcd	1.64 e	42.13 bc	522.90 d	13.09	27.25	40.33
700 x 16	46.57abc	2.00 ab	44.50 a	621.13 a	12.28	22.98	37.67
700 x 24	44.87bcd	1.78 d	40.33 de	554.57 c	12.78	26.15	42.00
LSD (0.05)	2.96	0.12	1.37	18.91			

## Tane Verimi

Araştırmada nihai ürün olarak yer alan tane verimine ilişkin için yapılan varyans analizine göre tohum sıklığı, azot dozları ve tohum sıklığı azot dozu etkileşimi istatistiksel açıdan 0.01 olasılık düzeyinde önemli olmuştur.

Araştırmada tohum sıklığı değerlerine bakıldığında; dekara 485.90 kg ile metrekaeye 700 adet tohum sıklığında tane verimi en yüksek olarak hesaplanmıştır, bunu dekara 448.24 kg olarak 500 adet m<sup>-2</sup> ve 434.33 kg da<sup>-1</sup> ile de 300 adet m<sup>-2</sup> tohum sıklıkları takip etmiştir. Turgut ve ark., (1996), en yüksek verim açısından optimum ekim sıklığının 550 adet m<sup>-2</sup> olduğunu, tane veriminin farklı bitki sıklığından etkilenmediği, fakat bitki sıklığının artışına paralel olarak tane veriminde de artış kaydedildiği, metrekaeye 600 adet tohum uygulanmasıyla en yüksek verimin elde edildiğini (Arabacı ve Konak, 1999), Bursa'da Gönen ekmeçlik buğday çeşidinde en fazla tane veriminin 600 adet m<sup>-2</sup> ekim sıklığı uygulamasından elde edildiğini (Türk ve Yürür, 2001), Arısoy ve ark., (2005) Konya'da kıraç koşullarda yürüttükleri çalışmada, 700 adet m<sup>-2</sup> tohum miktarından en yüksek tane verimi alındığını, Bursa koşullarında yapılan araştırmada en yüksek tane verimine metrekaeye 450 tohum miktarının uygulanmasıyla ulaşıldığını (Kazan ve Doğan, 2005), Bulut ve ark., (2010), artan ekim sıklığının yabancı ot biyomasını azaltırken tane verimini artırdığını, McKenzie ve ark., (2010) ise ekim geç yapılması ve toprak koşullarının ağır olmasına bağlı olarak yüksek ekim sıklığının yabancı ot gelişmesini bastırdığını, birim alanda en uygun bitki sayısına olumlu etki ederek verimi olumlu yönde etkilediğini, 650 adet m<sup>-2</sup> tohum miktarında en yüksek tane verimine erişildiğini (Akıncı, 2014), İpek (2016), en yüksek verim açısından optimum ekim sıklığının 550 adet m<sup>-2</sup> olduğunu, Sönmez (2017), 650 adet m<sup>-2</sup> tohum sıklığından en yüksek tane veriminin alındığını ifade etmişlerdir.

Azot dozları ortalamaları incelendiğinde; 563.40 kg da<sup>-1</sup> ile 16 kg da<sup>-1</sup> azot dozu en yüksek tane verimini oluştururken, bunu 536.89 kg da<sup>-1</sup> ile 24 kg da<sup>-1</sup> azot dozu izlemiştir. Denemede en az tane verimi ise kontrol (0 kg da<sup>-1</sup>) azot dozundan alınmıştır. El-Sirafy et al. (2006), en yüksek tane verimine ulaşabilmek için en yüksek azot dozunun tercih edilmesi gerektiğini, Doğan ve ark., (1995), genellikle en yüksek tane veriminin en yüksek azot dozlarından elde edildiğini, ancak Arpatan-9 buğday çeşidi için en uygun gübre dozunun 16 kg da<sup>-1</sup> olacağı, Şimşek (2012), en yüksek tane verimi 143.2 kg da<sup>-1</sup> ile amonyum sülfat formunun 16 kg da<sup>-1</sup> azot dozundan alındığını, Çifci ve Doğan (2013), araştırma sonucunda tavsiye edilebilecek ekonomik optimum azot dozu çeşitlere göre 16 kg da<sup>-1</sup> olarak hesaplamışlar, Şenyiğit (2013) tane verimi değerleri artan azot dozlarına bağlı olarak belirgin şekilde arttığını, Altuntaş ve Akgün (2016), Kızıltan-91 çeşidinde en yüksek tane veriminin 14 kg azot dozunda ve bölünerek uygulandığında elde edildiğini, Sümer ve ark., (2010), iki yıllık araştırmada; 16 kg da<sup>-1</sup> azot dozunun yüksek verim için uygun olduğunu, Aksu (2017), uygulanan azot dozlarının buğday verimi ve diğer verim elemanlarına etkisinin pozitif olduğunu ifade etmişlerdir.

Tohum sıklığı x azot dozları etkileşimi Çizelge' 3 de özetlenmiştir. Çizelgeden anlaşılacağı gibi, en yüksek tane verimi 700 adet m<sup>-2</sup> tohum sıklığı ve 16 kg da<sup>-1</sup> azot dozu uygulamasından alınmış, en düşük tane verimi ise 240.00 kg da<sup>-1</sup> ile kontrol dozundan (0 kg da<sup>-1</sup>) elde edilmiştir. Özer (1997), MV-20 çeşidinde yüksek verim için en uygun ekim sıklığının 550 adet m<sup>-2</sup> ve azot dozunun 16 N kg da<sup>-1</sup> olduğunu, Türk ve Yürür (2001), bir araştırmalarında; artan bitki sıklığına bağlı olarak tane veriminin 600 bitki sıklığına kadar arttığını, daha sonraki sıklıklarda tane veriminin azaldığını, tane veriminin 16 ve 20 kg da<sup>-1</sup> azot dozlarında en yüksek olarak

belirlendiğini, Sümer (2008), iki yıllık araştırmada; 16 kg da<sup>-1</sup> azot dozunun yüksek verim için uygun olduğunu, metrekareye uygulanan bitki sıklıkları incelendiğinde de 500 adet m<sup>-2</sup> uygulamasının en uygun sıklık olduğunu, Üstüenalp (2010), tritikalede yaptıkları bir araştırmada en yüksek tane verimi 500 adet m<sup>-2</sup> tohum miktarından ve dekara 12 kg uygulanan azotlu gübre dozundan alındığını, Armin ve ark., (2011) tane veriminin metrekareye atılan tohum miktarının 550 adetten daha fazla artırılması ile arttığını, en yüksek verim öğelerinin 20 kg da<sup>-1</sup> azot dozundan alındığını, Shah ve ark., (2011) yüksek tane verimi alabilmek için dekara 12 kg ve 12 kg da<sup>-1</sup> azot kullanımının yeterli olacağını, Qiu ve ark., (2022) buğday verimini ve çiftçilerin gelirini artırmak için buğdayda ekim oranı ve gübre girdi oranlarını en uygun duruma getirilmesi gerektiğini ifade etmişlerdir.

### Protein Oranı

Buğdayda en önemli kalite kriterlerinden birisi olduğu ifade edilen protein oranına ait varyans analizi Çizelgesi incelendiğinde tohum sıklığı, azot dozları ve tohum sıklığı x azot dozları interaksyonu bakımından önemsiz olduğu görülmektedir.

İstatistikse olarak ortalamalar arasındaki farklılık önemsiz olmuş, denemede azot dozları uygulamalarına göre protein oranlarının %12.32 ile %12.73 arasında olduğu belirlenmiştir.

Protein buğdayda en önemli kalite özelliklerinden biri olması yanında ekmeklik kalitesinin belirleyen bir ölçüdür. Dolayısıyla azotlu gübreleme protein miktarını etkiler. Yapılan bazı araştırmalarda azot dozlarının protein oranına olumlu etki ettiği ifade edilmiştir (Triboi, 2000; Başar ve ark., 1998; Lloveras ve ark., 2001; Acer, 2004; Budaklı ve ark., 2005; Şimşek, 2012; Şenyiğit, 2013).

Tohum sıklıklarına ilişkin ortalama değerlere bakıldığında tohum sıklıkları arasında çok farklılık olmamasına karşın protein oranının %12.23 ile %12.87 arasında değiştiği görülmektedir. Bazı araştırmacılar protein oranının tohum sıklığından etkilenmediğini (Carr ve ark., 2003; Arısoy ve ark., 2005; Çalışkan, 2007; Öncan-Sümer ve ark., 2010), bazı araştırmacılar ise artış gösterdiğini (Kısa, 2018; Ulucan ve Akgün, 2020) bildirmişlerdir.

Tohum sıklığı x azot dozları incelendiğinde de protein oranlarının %12.10 ile %13.31 arasında değiştiği görülmektedir. Ancak bu araştırmada ise gerek tohum sıklığı gerekse azot dozları tanede protein miktarını etkilemediği belirlenmiştir. Bunun nedeni olarak da azot dozunun diğer yarısının verildiği dönemdeki (Şubat ayı) yağış miktarının yüksek oluşunun yıkanmaya neden olacağı, bunun yanında çeşit ve toprak farklılığı faktörlerinin de etkili olduğu söylenebilir.

### Gluten Oranı

Yapılan varyans analizine göre tohum sıklığı, azot dozları ve tohum sıklığı x azot dozları interaksyonu istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Tohum sıklığı gluten oranına etki etmemiştir. Ancak ortalamalar arasındaki farklılık önemsiz olmasına rağmen en yüksek değer 700 adet m<sup>-2</sup>, en düşük değer ise 500 adet m<sup>-2</sup> tohum sıklığından alınmıştır.. Benzer sonuç Ulucan ve Akgün, 2020 tarafından da belirlenmiştir. Buğday, arpa, çavdar, yulaf ve tritikale gibi serin

iklim tahıl tanelerinde bulunan bitkisel bir proteindir. Gluten glutenin ve gliadin bileşenlerinden oluşmaktadır. Gluten oranı ne kadar yüksek olursa ekmek kalitesi de o kadar yüksek olmaktadır.

Azot dozları ortalamaları incelendiğinde de en yüksek değer kontrol dozundan, en düşük gluten değeri ise 16 kg da<sup>-1</sup> azot dozundan elde edilmiştir. Gluten oranları azot dozlarının artışına göre düzensiz bir durum göstermiştir.

Tohum sıklığı x azot dozları interaksyonu önemsiz bulunmuş, azot dozlarının ortalama glüten değerleri %22.98 ile %27.25 arasında değiştiği belirlenmiştir. En yüksek gluten oranı %27.25 ile 700 adet m<sup>-2</sup> tohum sıklığı ve etkili madde olarak dekara 8 kg azot dozunda, %22.98 ile 700 adet m<sup>-2</sup> ve 16 kg da<sup>-1</sup> azot dozunda ise en az glüten oranı saptanmıştır.

Başaklanma ve tane dolum zamanının hava sıcaklığının yüksek olduğu günlere rastladığı senelerde olum devrelerinden olan ve verim ve kaliteyi belirleyen sarı olum (nişasta biriktirme) döneminin kısalmasıyla protein ve gluten oranının arttığı bildirilmiştir (Yıldız ve Topal, 2002). Bu araştırmada ise başaklanma ve tane doldurma zamanındaki ortalama sıcaklık değerleri uzun yıllara göre düşük olduğu belirlenmiştir. Bizim bulgularımız ortanın üzerinde (%22 üzerinde) yer almıştır.

## Sedimentasyon

Yapılan varyans analine göre tohum sıklıkları 0,05 olasılık düzeyinde önemli bulunurken, azot dozları ve tohum sıklığı x azot dozları interaksyonu ise önemsiz bulunmuştur.

Tohum sıklıkları değerleri incelendiğinde en yüksek sedimentasyon değeri 39.42 ml. ile 700 adet m<sup>-2</sup> tohum sıklığından elde edilmiştir. Artan tohum sıklıklarına göre sedimentasyon değerlerinde de artış gözlenmiştir. Bazı araştırmacılar tohum sıklığının sedimentasyon değerine etkili olmadığını bildirmişlerdir (Car ve ark., 2003; Sönmez ve Olgun, 2017; Ulucan ve Akgün, 2020).

Azot dozlarının etkisi önemsiz olmasına karşın artan azot dozlarına bağlı olarak artış göstermiş, en yüksek değer 39.67 ml. ile 24 kg da<sup>-1</sup> azot dozundan alınmıştır. Çizelge '3 incelendiğinde, kontrol ile en üst düzey azotlu gübre dozu uygulamasının değerleri arasındaki farklılık bariz bir şekilde görülmektedir.

Tohum sıklığı x azot dozları interaksyonu önemsiz olmasına karşın, ortalama sedimentasyon verileri 30,00-42,00 ml. arasında değişiklik göstermiştir. En fazla değer 42,00 ml. ile 700 adet m<sup>-2</sup> ve 24 kg da<sup>-1</sup> azot dozu interaksyonunda saptanırken, en düşük sedimentasyon değeri ise 300 adet m<sup>-2</sup> tohum sıklığı ile kontrol dozundan elde edilmiştir. Yapılan bir çok araştırmada farklı sedimentasyon değerleri saptanmıştır. Bu kalite değerini 18.6 ml (Genç ve ark., 1999),), 38.3 ml (Aydın ve ark., 2005), 21.5-22.1 ml arasında olduğunu (Mut ve ark., 2017), 26.0-39.5 mm arasında olduğunu (Aydoğan ve Soylu, 2017) saptamışlardır. Bizim bulgularımız da 30.00-42.00 ml. arasında değişim göstermiş olup bazı araştırmacıların bulgularından daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Sedimentasyon değeri, un bileşiminde 30 ml ve üzerinde ise ekmek yapımı açısından çok iyi kalite olarak nitelendirilmektedir. Buğdaylarda belirlenen sedimentasyon değeri 15 ml'den küçükse çok zayıf, 16-24 ml arasında çıkmışsa zayıf, 25-36 ml arasında oluşmuşsa iyi, 36 ml'den daha azlarsa glüten kalitesi bakımından çok

iyi oldukları ifade edilmektedir (Elgün ve ark., 2002). Bu ölçüye göre araştırmada materyal olarak kullanılan Nusrat ekmeklik buğday çeşidi iyi kalitede glutene sahiptir.

## Sonuç

Bursa koşullarında; 3 farklı tohum sıklığının (300, 500 ve 700 adet m<sup>-2</sup>) ile ekilen Nusrat ekmeklik buğday çeşidinde tohum sıklığı, azot dozları, tohum sıklığı x azot dozları interaksyonu, başakta tane sayısı ve ağırlığı, bin tane ağırlığı, tane verimi için 0.01 olasılık düzeyinde önemli bulunurken, kalite kriterlerinden olan protein ve gluten oranı için önemsiz ve sedimentasyon özelliği bakımından sadece tohum sıklığı açısından 0.05 olasılık düzeyinde önemli, azot dozu ve tohum sıklığı x azot dozu interaksyonu önemsiz bulunmuştur.

Araştırma bulgularımız göre; bu çalışmanın 1 yıllık olması nedeniyle sonuçlara bakarak karar vermek güç olmasına rağmen denemede kullandığımız Nusrat ekmeklik buğday çeşidinin bir yıl önce Fakültemiz Araştırma ve Uygulama Merkezindeki tohumluk üretim alanlarında yaptığımız gözlemlerde kardeşlenme özelliğinin düşük olduğu belirlenmiş, o nedenle m<sup>2</sup> atılması gereken tohum miktarının artırılması görüşüne dayanarak da bu araştırmada belirlenen tohum sıklıkları alınmış ve deneme sonucunda en uygun ekim sıklığının 700 adet/m<sup>2</sup> civarında olduğu belirlenmiştir. Buğdayda verim açısından ekim sıklığı x çeşit interaksyonun önemli çıkmış olup, bu sonuçlardan yola çıkarak Nusrat çeşidinde 700 adet m<sup>-2</sup> tohum sıklığı uygulanmasının önerilebilir. Bulgularımıza göre, hem tohum sıklığının hem de azot dozunun ekmeklik buğdayda verim ve verim bileşenleri bakımından etkili bir faktör olduğunu söyleyebilirken, kalite kriterleri yönünden pek etkili bir faktör olduğunu söyleyemeyiz. Sonuç olarak tane verimi ve bazı kalite özellikleri bakımından optimum tohum miktarının ve azot dozunun saptanabilmesinin yolu, daha fazla ve daha farklı tohum miktarları ve azot dozunun uygulaması ile birlikte deneme yıllarının da artırılması uygun olacaktır.

## Teşekkür Bilgi Notu

Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir. Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır. Yayında 1. Yazar %80 oranında ve 2. Yazar %20 oranında katkı sağlamıştır. Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

## Kaynakça

Acer, S. 2004. Bazı makarnalık buğday çeşitlerinin verim ve kalite özellikleri üzerine farklı sulama zamanları ve azot dozlarının etkisi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, *Doktora Tezi*, 110 s.

- Akıncı, T.D. 2014. Kırık buğdayında (*Triticum aestivum* L. var. Delfii) farklı ekim sıklığı ekim şekillerinin verim ve bazı verim öğeleri üzerine etkileri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, *Yüksek Lisans Tezi*, Van, 45s.
- Aksu, T. 2017. Farklı azot ve çiftlik gübre dozlarının ekmeklik buğdayda (*Triticum aestivum* L.) verim, kalite ve antioksidan aktivitesi üzerine etkisi. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, *Yüksek Lisans Tezi*.
- Altuntaş, A ve Akgün, İ. 2016. Uşak koşullarında kızılıtan-91 buğday çeşidi üzerinde farklı azot dozu ve sıvı gübre uygulamalarının verim ve verim unsurlarına etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* Cilt 20, Sayı 3, 496-503.
- Anonim, 2021. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü.
- Arabacı, O. ve Konak, C. 1999. Büyük Menderes Havzasına uyumlu ekmeklik ve makarnalık buğdaylarda farklı bitki sıklıklarının verim ve verim komponentleri üzerine etkisi. Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi, Cilt 1, Genel ve Tahıllar, 180- 185, Adana.
- Arısoy, R. Z., Kaya, Y., Taner, A., Çeri, S., ve Gültekin, İ. 2005. Konya koşullarında farklı tohum sıklıklarında ekilen buğday ve tritikalenin verim ve verim unsurlarına etkisi. Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi, 5-9 Eylül 2005, Antalya (Araştırma sunusu Cilt1, Sayfa 131-135).
- Armin, M. Glohami, H. and Miri, H. 2011. Effect of plant density and nitrogen rate on yield and yield components of wheat in wild oat-infested condition. *Advances in Environmental Biology*, 5(10): 3084- 3090.
- Budaklı, E., Bayram, G., Türk, M. ve Çelik, N. 2005. Bazı iki sıralı arpa (*Hordeum vulgare* conv. *distichon*) çeşitlerinde farklı azot dozlarının verim, verim unsurları ve kalite üzerine etkileri. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19(2): 1- 11.
- Bulut, S., Çoruh, İ., Zengin, H. and Öztürk, A. 2010. The effects of different sowing time and seeding rates on weeds in wheat. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 26(4): 362-368.
- Çıfci, A.E. ve Doğan, R. 2013. Azotlu gübre dozlarının gediz-75 ve flamura-85 buğday çeşitlerinde verim ve kaliteye etkisi. *Tarım Bilimleri Dergisi -Journal of Agricultural Sciences* 19:1-11.
- Çalışkan, M. 2007. Horasan buğdayının (*Triticum turanicum* Jakubz) farklı ekim zamanlarına ve ekim sıklıklarına tepkisinin belirlenmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, *Yüksek Lisans Tezi*, 76 s.
- Çekiç C., Savaşlı, E., Dayıoğlu, R., Önder, O., Karaduman, Y. ve Avcıoğlu, R. 2008. Ekmeklik buğdayda (*Triticum aestivum* L.) ekim zamanı ve sıklığı ile kalite kriterleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesi. Türkiye Tahıl Sempozyumu, Konya.
- Dinç, S. 2010. Bazı Ekmeklik buğdaylarda ekim sıklığının verim ve verim öğelerine etkisi. Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, *Yüksek Lisans Tezi*, Aydın.
- Doğan, R., Çelik, N. ve Yürür, N. 1995. Ekmeklik buğday çeşidi Arpatan-9'un azot gereksiminin ve uygulama frekansının saptanması üzerinde araştırmalar. *Ulud. Üniv. Zir. Fak. Dergi.*, 11: 65-80.

- Doğan, R., Turgut, İ. ve Yürür, N. 1996. Saraybosna ekmeklik buğday çeşidinde uygun ekim sıklığı ve azot miktarının belirlenmesi ile ilgili bir araştırma. *Ulud. Üniv. Zir. Fak. Dergi.*, 12; 127-135.
- Dogan, R., Celik, N. and Yurur, N. 2008. Requirement and application frequencies of nitrogen fertilizer on bread wheat variety, Arpathan-9. *Asian Journal of Chemistry* 20(4): 3069-3078.
- El-Sirafy, Z. M., Woodard, H. J. and El-Norjar, E.M. 2006. Contribution of biofertilizers and fertilizer nitrogen to nutrient uptake and yield of Egyptian winter wheat. *Journal of Plant Nutrition*, 29. S. 587-599.
- Ev, O. 2006. Konya koşullarında bazı ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitlerinde azotlu gübrelemenin verim ve bazı kalite özellikleri üzerine etkisi. Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, *Yüksek Lisans Tezi*, 100 s. Tekirdağ.
- Gençtan, T., Sağlam, N. 1987. Ekim zamanı ve ekim sıklığının üç ekmeklik buğday çeşidinde verim ve verim unsurlarına etkisi. Türkiye Tahıl Sempozyumu, 6-9 Ekim 1987, 171-182, Bursa.
- Guohua, M., Tang, L., Zhang, F. and Zhang, J. 2002. Carbonhydrate storage and utilization during grain filling as regulated by nitrogen application in two wheat cultivars. *Journal of Plant Nutrition*. 25 (2):213-229.
- Kacar, B. ve Katkat, V. 2007. Gübreler ve gübreleme tekniği. Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, 559.
- Kalaycı, M., F. Kaya, M. Aydın, V. Özbek ve A. Atlı. 1996. Batı Geçit Bölgesi koşullarında buğdayın verim ve dane protein kapsamı üzerine azotun etkisi. *Tr. J. of Agriculture and Forestry*. 20:49-59.
- Katkat, V., Çelik, N., Yürür, N. ve Kaplan, M. 1987. Ekmeklik Cumhuriyet-75 buğday çeşidinin azotlu ve fosforlu gübre isteğinin belirlenmesi. Türkiye Tahıl Sempozyumu, 583-591, Bursa.
- Kazan, T. ve Doğan, R. 2005. Pehlivan ekmeklik buğday (*Triticum aest. var aest. L.*) çeşidinde ekim zamanı ve ekim sıklığı üzerine araştırma. *Uludağ Ü.Z.F. Dergisi*. 19 (1):63-76, Bursa.
- Khan, M.S. and Makhdum, M.I. 1988. Maximizing wheat grain yield by adopting optimum seed rate in the southern Punjab. *Pakistan J. Agric. Res.* 9 (1): 16-18.
- Khan, H., Khan, A.M., Hussain, I., Khan, Z.M. and Khattak, K.M. 2000. Effect of sowing methods and seed rates on grain yield and yield components of wheat variety Pak-81. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 3 (7): 1177-1179.
- Korkut, K., Başer, İ. ve Bilir, S. 1993. Makarnalık buğdaylarda korelasyon ve path katsayıları üzerine çalışmalar. Makarnalık Buğday ve Mamulleri Sempozyumu, 30 Kasım-3 Aralık, s.183-187, Ankara.
- Korkut, Z. ve Ünay, A. 1987. Tahıllarda başak taslağı gelişimi ile verim öğeleri arasındaki ilişkiler üzerine araştırmalar. Türkiye Tahıl Sempozyumu, 6-9 Ekim, 329-336, Bursa.
- Lloveras, J., Lopez, A., Ferran, J., Espachs, S. and Solsona, J. 2001. Bread- Making wheat and soil nitrate as affected by nitrogen fertilization in irrigated mediterranean conditions. *Soil Science Society of America Journal*, 93:1183- 1190.
- McKenzie, R.H., Bremer, E., Middleton, A.B., Pfiffner, P.G. and Woods, S.A. 2010. Effect of seeding date and rate for irrigated grain and oilseed crops in southern Alberta. *Can. J. Pl. Sci.* 91: 293-303.



- Öncan-Sümer, Ö. F., Ereku, O ve Koca, Y.O. 2010. Farklı buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşitlerinde bitki sıklığı ve azot dozlarının verim, verim öğeleri ve ekmeklik kalite özellikleri üzerine etkisi. *ANADOLU, J. of AARI* 20 (2) 2010, 28 – 44.
- Özdemir, S. 2011. Farklı lokasyonlarda ekilen buğday çeşitlerinin optimum ekim sıklığının belirlenmesi. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, *Yüksek Lisans Tezi*, Eskişehir. 32s.
- Özer, K. 1997. MV-20 ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* var. *aestivum* L.) çeşidinde farklı ekim sıklığı ve farklı azotlu gübre uygulamalarının verim ve verim öğeleri üzerine etkileri. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, *Yüksek Lisans Tezi*.
- Pala, D. 2016. Farklı ekim sıklıklarının iki ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.)' çeşidinde tane verimi ve bazı verim öğeleri üzerine etkilerinin belirlenmesi. Ahi Evran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilimdalı, *Yüksek Lisans Tezi*, 64 s, (Basılmamış).
- Qiu, W., Ma, X., Cao, H., Huang, T., She, X., Huang, M., Wang, Z. and Liu, J. 2022. Improving wheat yield by optimizing seeding and fertilizer rates based on precipitation in the summer fallow season in drylands of the Loess Plateau. *Agricultural Water Management* 264, 107489.
- Roy, S.K. and Winzeler, H. 1991. The influence of different nitrogen levels and seeding rates on the dry matter production and nitrogen uptake of spelt (*Triticum spelta* L.) and wheat (*Triticum aestivum* L.) under conditions. *Journal of Argonomy and Crop Science* 171: 124-132.
- Said, A., Gul, H., Saeed, B., Haleema, B., Badshah, L.N. and Perveen, L. 2012. Responce of wheat to different planting dates and seeding rates for yield and yield components. *ARPJ Journal of Agricultural and Biological Science*, Vol. 7 No. 2 138-140.
- Sezal, M., Kara, R., Kaplan, A., Dokuyucu, T. ve Akkaya, A. 2007. Kahramanmaraş koşullarında farklı azot seviyelerinin üç ekmeklik buğday çeşidinde (*Triticum aestivum* l.) fenolojik dönemler, verim ve verim unsurlarına etkisi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 10 (1): 106-115.
- Shah, W.A., Khan, H.U., Anwar, S. and Nawab, H. 2011. Yield and yield components of wheat as affected by different seed rates and nitrogen levels. *Sarhad J. Agric.*, Vol.27, No.1.
- Soylu, S. and Sade, B. 2006. The effects of the level and timing of nitrogen fertilization on the grain yield and quality of irrigated winter durum wheat. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(38):37-42.
- Şenyiğit, E. 2013. Farklı azot dozlarının bazı ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşitlerinde tane verimi ve verim öğeleri üzerine etkileri. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, *Yüksek Lisans Tezi*.
- Şimşek, S. 2012. Sivas ekolojik koşullarında ekmeklik buğdayda (*Triticum aestivum* L.) üst gübrelemede kullanılacak azotlu gübre form ve miktarının belirlenmesi. Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, *Yüksek Lisans Tezi*.



- Sönmez, C.A. 2017. Sulu ve kuru koşullarda yetiştirilen ekmeklik buğday çeşitlerinde farklı ekim sıklıklarının bazı fizyolojik, verim ve kalite özelliklerine etkisinin belirlenmesi. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Botanik Bilim Dalı, *Doktora Tezi*.
- Triboi, E., Abad, A., Michelena, A., Lloveras, J., Ollier, J.L. and Daniel, C. 2000. Environmental effects on the quality of two wheat genotypes: 1. quantitative and qualitative variation of storage proteins. *European Journal of Agronomy*, 13: 47-64.
- Turgut, İ., Bulur, V., Çelik, N. ve Doğan, R. 1996. Farklı ekim sıklığı ve azot dozlarının otholom ekmeklik buğday çeşidinde verim ve verim komponentlerine etkisi. *Uludağ Ü. Ziraat Fak. Dergisi*, 12, 137-148.
- Türk, M. ve Yürür, N. 2001. Gönen ekmeklik buğday (*T. aestivum* L.) çeşidinde farklı ekim sıklığı ve farklı azotlu gübre uygulamalarının verim ve verim öğeleri üzerine etkileri. Türkiye 4. Tarla Bitkileri Kongresi, 17-21 Eylül, Cilt. 2:81-85, Tekirdağ.
- Ulucan, İ. ve Atak, M. 2020. Ekim sıklığının ekmeklik buğday çeşitlerinde (*Triticum aestivum* L.) verim ve bazı kalite özelliklerine etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, Cilt 30, Sayı 4, 31-12.
- Uluşınar, Ü. ve Akgün, İ. 2020. Makarnalık buğday (*Triticum durum* Desf.)’da azot dozu uygulamalarının bazı tarımsal özellikler üzerine etkisi. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, Türkiye 13. Ulusal, I. Uluslararası Tarla Bitkileri Kongresi Özel Sayısı:59-69, ISSN 1304-9984, *Yüksek lisans tezi* olarak sunulmuştur.
- Üstüenalp, G. 2010. Değişik ekim sıklıkları ve azot dozlarının tritikalede (*X Triticosecale* Wittmack) verim ve verim öğeleri üzerine etkileri. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, *Yüksek Lisans Tezi*, s.32.
- Varga, B. and Svecnjak, Z. 2006. The effect of late-season urea spraying on grain yield and quality of winter wheat cultivars under low and high basal nitrogen fertilization. *Field Crops Research*, 96:125-132.
- Yağbasanlar, T., Genç, İ., Toklu, F. ve Özkan, H. 1999. Çukurova koşullarında Fahad-1 tritikale hattına uygun yetiştirme tekniklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi, 15-18, Kasım. Cilt-1, s. 169-173, Adana.





## Farklı Orijinli Sater (*Satureja hortensis* L.) Genotiplerinin Erzurum Koşullarında Tarımsal Performanslarının Belirlenmesi<sup>A</sup>

Roghayeh BAIRAMIAN DANALOU<sup>1\*</sup>, Hakan ÖZER<sup>2</sup>

**Öz:** *Satureja hortensis* L. dünya üzerinde geniş bir coğrafyada doğal olarak yetişen ve ciddi varyasyon gösteren önemli bir tıbbi aromatik bitkidir. Bu araştırma 2016 yılında, İran'ın farklı lokasyonlarından 14 (İsfahan, Ahvaz, Colfa, Tebriz, Salmas, Azerşehr, Karac, Nagade, Kazerun, Tahran, Erdebil, Khoy, Urmiye, Şahindej) ve Türkiye'den bir adet (Konya) olmak üzere 15 farklı *Satureja hortensis* L. genotipinin Erzurum ekolojik koşullarında adaptasyon ve bazı tarımsal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Deneme "Şansa Bağlı Tam Bloklar" deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Araştırma sonuçlarına göre *Satureja hortensis* L. genotiplerin bitki boyu 29.42-40.83 cm; çiçeklenme süresi 73.80-91.25 gün; dal sayısı 18.33-20.95 adet bitki<sup>-1</sup>; kuru herba verimi 425-610.21 kg da<sup>-1</sup>; yeşil herba verimi 1304-1671 kg da<sup>-1</sup>, tohum verimi 40-140 kg da<sup>-1</sup>; bin tane ağırlığı 0.4-0.7 g; uçucu yağ verimi 2.9-7.11 kg da<sup>-1</sup> ve uçucu yağ oranı % 0.72-1.14 olarak kaydedilmiştir. Genotiplerin bitki boyu, çiçeklenme süresi, tohum verimi ve bin tane ağırlığı bakımından istatistiki olarak önemli farklılıklar gösterdiği tespit edilmiştir. Bu çalışmada *Satureja hortensis* L. genotiplerin tamamının bölge koşullarında kolaylıkla yetişebileceği anlaşılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre kuru herba verimi, uçucu yağ oranı ve uçucu yağ verimi açısından Türkiye; yeşil herba verimi bakımından Khoy; tohum verimi bakımından ise Azerşehr genotipi en iyi performansı göstermiştir. *Satureja hortensis* L. Erzurum dahil Türkiye'nin birçok yerinde doğal bitki örtüsünde yer almasına karşın kültürü yapılmayan bir bitkidir. Bu

<sup>A</sup> Bu makale Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde Roghayeh BAIRAMIAN DANALOU tarafından yüksek lisans tezi olarak sunulmuştur. Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir.

\* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** <sup>1</sup> Roghayeh BAIRAMIAN DANALOU, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Bölümü, Erzurum, Türkiye, r.bairamian@gmail.com, [OrcID 0000-0002-2457-3677](https://orcid.org/0000-0002-2457-3677)

<sup>2</sup> Hakan ÖZER Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Erzurum, Türkiye, haozer@atauni.edu.tr, [OrcID 0000-0002-8788-1597](https://orcid.org/0000-0002-8788-1597)

bağlamda deneme koşullarında yürütülen bu tür çalışmalar bitkinin performansının ve özelliklerinin ortaya konması ve kültüre alınmasının sağlanması yönünde gerçekleştirilmiş önemli bir adım olarak görülebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Sater, *Satureja hortensis* L., Tıbbi ve aromatik bitki, Genotip, Tohum verimi, Uçucu yağ.

## Determination of Agricultural Performances of Different Summer Savory (*Satureja hortensis* L.) Genotypes in Erzurum Conditions

**Abstract:** This study was conducted to determine the adaptation and some agricultural traits of *Satureja hortensis* L. genotypes from Iran and Turkey in 2016 under Erzurum ecological conditions. The fifteen genotypes of *Satureja hortensis* L. were used in this study; İsfahan, Ahvaz, Colfa, Tebriz, Salmas, Azerşehr, Karac, Nagade, Kazerun, Tahran, Ardebil, Khoy, Urmiye, Şahindej from Iran and Konya from Turkey. The experimental design was the completed block with four replications. *S. hortensis* L. genotypes significantly differed in days to flowering, plant height, 1000 seed weights and seed yield. Based on the results of this experiment the values for the parameters studied in the study were found as 29.42-40.83 cm for plant height, 73.80-91.25 for days to flowering, 18.33-20.95 for the number of branches, 425-610.21 kg da<sup>-1</sup> for dry herb yield, 1304-1671 kg da<sup>-1</sup> for fresh herb yield, 40-140 kg da<sup>-1</sup> for seed yield, 0.4-0.7 gr for 1000 seed weights, 2.9-7.11 kg da<sup>-1</sup> for essential oil yield and 0.72-1.14 % for essential oil percent. This research suggested that the *Satureja hortensis* L. plant could be easily grown in Erzurum ecological conditions. According to the study results, the genotype Turkey could be recommended to the region's producers for dry herb yield, essential oil yield, essential oil percent, the genotype Khoy for fresh herb yield and the genotype Azerşehr for seed yield. In conclusion, genotypes of *Satureja hortensis* L. adapted to these climate conditions may provide a new option for growers.

**Keywords:** Summer savory, *Satureja hortensis* L., Medicinal and aromatic plant, Genotype, Seed yield, Essential oil.

### Giriş

Son yıllarda tıbbi-aromatik bitkilere olan ilgide önemli artışlar gözlenmektedir. Dünya genelinde tıbbi ve aromatik bitkilerin ticareti 2000 yılında 50 milyar dolarken, 2016 yılında 180 milyar dolar olmuştur (Temel ve ark., 2018). Bu bitkilerden elde edilen uçucu yağlara gıda endüstrisinin yanı sıra kozmetik, parfümeri, aromaterapi ve eczacılıkta da yoğun bir talep söz konusudur (Chambre ve ark., 2020).

Kekik Türkiye'de; *Origanum vulgare*, *Origanum onites*, *Origanum syriacum*, *Origanum minutiflorum*, *Thymbra spicata*, *Thymbra sintiensii*, *Coridothymus capitatus*, *Thymus vulgaris*, *Thymus kotschyanus*, *Satureja*

*montana*, *Satureja hortensis* vb. türlerden sağlanmaktadır. Bu türlerin ortak özelliği uçucu yağlarının ana bileşeninin timol ve karvakrol olmasıdır (Meriçli, 1986; Başer ve ark., 1993; Padulosi, 1997; Başer, 2001; Özgüven ve Kırıcı, 2002). Kekik bitkisi Türkiye'nin en önemli tıbbi bitkilerinden biri olup, Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre 2020'de bin 771 ton kekik ihracatından 69 milyon dolarlık döviz kazanılmıştır (TÜİK, 2021). Kekik adıyla üretimi ve ticareti yapılan *Satureja* cinsinin dünyada 50 türü bulunmaktadır. Bu bitkinin kökeni Doğu Akdeniz ve Karadeniz olup, Türkiye florasında 5'i endemik olmak üzere 15 türle temsil edilmektedir (Davis, 1982; Tümen ve ark., 1998). Türkiye'de *Satureja* türlerinden en çok *S. cuneifolia*, *S. wiedemanniana*, *S. montana*, *S. hortensis*, *S. cilicica*, *S. spicigera* ve *S. thymbra* türleri doğadan toplanıp, ticareti yapılmaktadır (Satıl ve ark., 2002; Bozdemir, 2019). İran'da ise 14 *Satureja* türü bulunmaktadır. Bu türlerden 8'i İran endemiğidir. Günümüzde *Satureja hortensis* L. en çok Almanya, Macaristan, Fransa ve İspanya'da yetiştirilmektedir (Omidbaigi ve Hejazi, 2004).

*S. hortensis* L. bitkisi Türkiye'de İstanbul, Samsun, Sivas, Nevşehir, Tokat, Ankara, Adıyaman, Amasya, Adana, Sakarya, Zonguldak, Diyarbakır, Tokat, Erzurum ve Erzincan illerinde doğal yayılış göstermektedir. Başta Akdeniz ve Ege bölgelerinden olmak üzere Türkiye'nin birçok ilinden yıllık 700-800 ton civarında sater toplanarak ticareti yapılmaktadır (Katar ve ark., 2011). Bu bitki halk arasında sater, çibriska, çubriza, geyikotu ve zahter isimleri ile bilinmektedir. *Lamiaceae* familyasında yer alan *Satureja hortensis* L. yaprakları ve çiçeklerinden rensiz veya sarımsı çok keskin kokulu uçucu yağ içeren bir esans elde edilir. Uçucu yağının %0.3-2 arasında değiştiği ve fenolik türevi olarak %20-30 miktarında karvakrol'un bulunduğu bildirilmektedir (Baytop, 1984). *Satureja hortensis* L. uçucu yağının başlıca bileşenleri fenoller, carvacrol ve thymol'un yanı sıra p-cymene,  $\beta$ -caryophyllene,  $\gamma$ -terpinene,  $\alpha$ -terpinolene,  $\beta$ -pinene,  $\alpha$ -thujene,  $\alpha$ -pinene, linalool ve diğer terpenoidlerdir (Başer ve ark., 2004; Omidbaigi ve Hejazi, 2004; Pfefferkorn ve ark., 2008; Alizadeh ve ark., 2010; Farzaneh ve ark., 2015; Wesolowska ve ark., 2015; Hassanzadeh ve ark., 2016). Sater uçucu yağı yanı sıra biyolojik olarak aktif birçok bileşik ve kalsiyum, potasyum, magnezyum, demir ve çinko gibi mineraller içermektedir (Dzida ve ark., 2015).

*Satureja hortensis* L. çeşni ve baharat olarak fasulye, salata, kızartma, sarma ve bazı etli yemeklerde, çay ve sabunlara koku katmak amacıyla ve kozmetik ve ilaç sanayisinde kullanılmaktadır. *Satureja hortensis* L. süs bitkisi olmanın yanı sıra, arılar için de iyi bir polen kaynağı olarak cezbedici bir bitkidir. Bu sebeple arıcılıkta kaliteli bal elde etmek amacıyla yararlanılmaktadır. Öte yandan, bu bitkiyle otlatılan hayvanların süt ürünlerinin kaliteli olduğu kaydedilmektedir. *Satureja hortensis* L. bitkisi uyarıcı, ağrı kesici, balgam söktürücü, gaz giderici ve ateş düşürücü olup, kramplar, hazımsızlık, mide ve bağırsak rahatsızlıkları, kanser ve diyabet hastalıklarının tedavisinde kullanılmaktadır. Uçucu yağı antioksidan, antimikrobiyal ve antiparazitik özelliklere sahip olup, eczacılığın yanı sıra gıda endüstrisinde, içecek endüstrisinde ve parfümeride kullanılır (Baytop, 1984; Sefidkon ve Jamzad, 2005; Fierascu ve ark., 2018).

Son yıllarda *Satureja hortensis* L. bitkisinin çiçeklenmeden önce veya çiçekli halde toplanması bitkinin popülasyonunu tehdit etmesinin ve ürünün verim ve uçucu yağ kalitesini düşürmesinin yanı sıra tohum verimini de etkilemektedir. Bu bitkinin doğal kaynaklarını korumak, dünya piyasasına uygun ve kaliteli bir ürün sunmak ve ülkenin ekonomisine katkı sağlamak için *Satureja hortensis* L. gibi değerli tıbbi bitkilerin kültüre alınması,

araştırmacılar ve çiftçiler tarafından önem verilmesi gerekmektedir. Diğer kültür bitkilerinde olduğu gibi *Satureja hortensis* L. yetiştiriciliğinde de bölgeye iyi adapte olan verimli ve kaliteli genotiplerin kullanımı önem arz etmektedir. Bu çalışma farklı kaynaklardan temin edilen 15 *Satureja hortensis* L. genotipinin Erzurum ekolojik koşullarındaki performanslarının belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bu yönüyle bölgede ilk olma özelliği taşıyan bu çalışmadan elde edilen sonuçların benzer araştırmaların planlamasında ve bölgeye uygun genotiplerin seçiminde yetiştiriciler için yararlı olacağı düşünülmektedir.

## Materyal ve Yöntem

Bu araştırma 2016 yılı yetiştirme sezonunda Erzurum ilinde Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Araştırma ve Yayım Merkezi Müdürlüğüne ait 4 Nolu deneme alanında yürütülmüştür. Erzurum Türkiye'nin Doğu Anadolu bölgesinde, 39° 55' kuzey enlemi ve 41°61' doğu boylamı üzerinde, deniz seviyesinden 1853 metre yükseklikte bulunmaktadır.

Denemenin kurulduğu topraklar killi-tınlı yapıda olup, pH değeri 7.3-7.4, kireç % 0.63-0.72, organik madde % 1.23-1.38, toplam azot %0.779-0.797, tuz %0.4-0.5, elverişli P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 4.48-4.73 kg da<sup>-1</sup>, elverişli K<sub>2</sub>O 33.79-37.24 kg da<sup>-1</sup> arasında belirlenmiştir. Bu veriler doğrultusunda deneme alanı toprakları kimyasal özellikleri yönünden hafif alkali karakterde olup, kireç, organik madde, toplam azot, tuz ve elverişli fosfor bakımından fakir ve elverişli potasyumca zengindir.

Bitkisel materyal olarak Türkiye'nin Konya ilinden temin edilen genotip ve İran'ın İsfahan, Ahvaz, Colfa, Tebriz, Salmas, Azerşehr, Karac, Nagade, Kazerun, Tahran, Erdebil, Khoy, Urmiye ve Şahindej illerinden temin edilen 14 farklı genotipten *Satureja hortensis* L. tohumları kullanılmıştır. Deneme "Şansa Bağlı Tam Bloklar" desenine göre dört tekerrürlü olarak kurulmuştur. Parsel boyutları 6 m ×1.2 m = 7.2 m<sup>2</sup> ve her iki parsel arası 1 m mesafe olarak alınmıştır. Deneme her blokta 15 parsel ve her parselde 4 sıra, toplam 60 parsel olacak şekilde tasarlanmıştır. Ekilecek *Satureja hortensis* L. tohum miktarı, çimlenme testi sonucu ve bin tane ağırlığı (0.6 g) dikkate alınarak 400 g da<sup>-1</sup> olarak hesaplanmıştır. Tohumlar 11 Mayıs 2016 tarihinde 30 cm sıra arası mesafede ve 1.5 cm derinlikte ekilmiştir. Araştırmada ekimden önce dekara 6 kg hesabıyla amonyum sülfat (%21 N) ve 5 kg triple süper fosfat (%46 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) parsellere serpmeye olarak uygulanmış ve toprağa karıştırılmıştır. Bitkiler 3-4 yapraklı devredeyken sıra üzeri mesafe 5 cm olacak şekilde seyreltme yapılmıştır. Yine, bitkinin su ihtiyacı dikkate alınarak düzenli aralıklarla sulama işlemi gerçekleştirilmiştir.

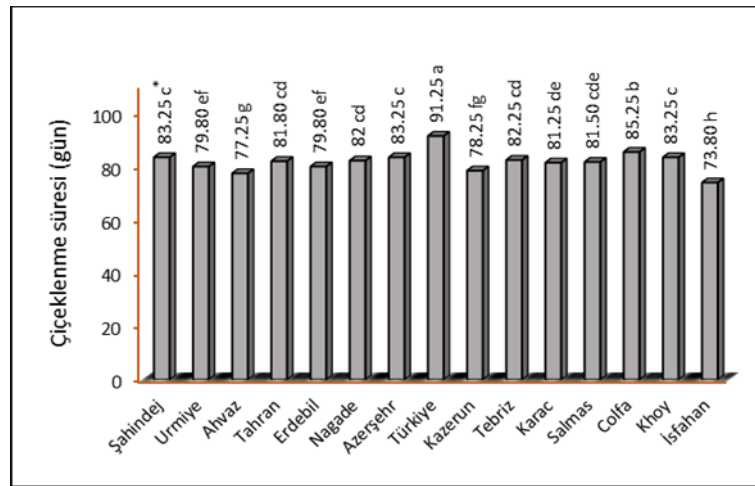
Yeşil ve kuru herba verimi için örnek alma işlemi tam çiçeklenme döneminde (7 Eylül 2016) gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla, parsel kenarlarından birer sıra ve uç kısımlarından 0.5 m'lik bölüm kenar tesiri olarak değerlendirilip, ortadaki 2 sıradan 2 m uzunluktaki bölüm üzerinde bulunan bitkiler toprak seviyesinden orakla biçilmiştir. Önce bitkilerin yaş ağırlığı alınmış, daha sonra yaklaşık iki hafta süreyle sera koşullarında kurutulmuştur. Kurutulmuş bitkiler tartılıp, kuru herba verimleri belirlenmiştir. Yeşil herba verimi için yapılan örneklemeden sonra merkezde bulunan 2 sıranın baş kısımlarından 50 cm'lik bölüm kenar tesiri olarak uzaklaştırılmış ve kalan bitkiler 8 Ekim 2016 tarihinde tohum verimi için hasat edilmiştir. Elde edilen parsel

verim değerleri daha sonra dekara tohum verimine ( $\text{kg da}^{-1}$ ) çevrilmiştir. Bitkinin toprak üstü kısımlarına ait kuru aksam öğütüldükten sonra Neo-clevenger cihazına konulup su distilasyonu yöntemiyle uçucu yağ elde edilmiştir. Araştırmada *Satureja hortensis* L. genotiplerinin yetiştirme sürecinde bitki boyu, çiçeklenme süresi, dal sayısı, yeşil herba verimi, kuru herba verimi, bin tane ağırlığı, tohum verimi, uçucu yağ verimi ve uçucu yağ oranı üzerinde gereken ölçümler ve analizler yapılmıştır. Araştırma sonunda elde edilen veriler “Şansa Bağlı Tam Bloklar” deneme desenine göre varyans analizine tabi tutulmuştur. Uygulamalar arasındaki farklılıkların belirlenmesi amacıyla LSD çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. Tüm istatistik hesaplamalar bilgisayarda SAS paket programı kullanılarak yapılmıştır.

## Bulgular ve Tartışma

### Çiçeklenme Süresi

Çiçeklenme süresi açısından genotipler arasındaki farklılık çok önemli ( $p>0.01$ ) bulunmuştur (Çizelge 1). Denemede yer alan genotiplerin çiçeklenme süreleri 73.80-91.25 gün arasında değişmiştir (Şekil 1). En erken çiçeklenen genotip İsfahan (73.80 gün) ve en geç çiçeklenen genotip ise Türkiye genotipi (91.25 gün) olmuştur. Daha önce *Satureja hortensis* L.’in çiçeklenme süresi üzerinde yapılan herhangi bir araştırma tespit edilememiştir.



\*Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık 0.05 seviyesinde önemsizdir.

Şekil 1. *S. hortensis* L. genotiplerinin çiçeklenme sürelerine ait ortalama değerler

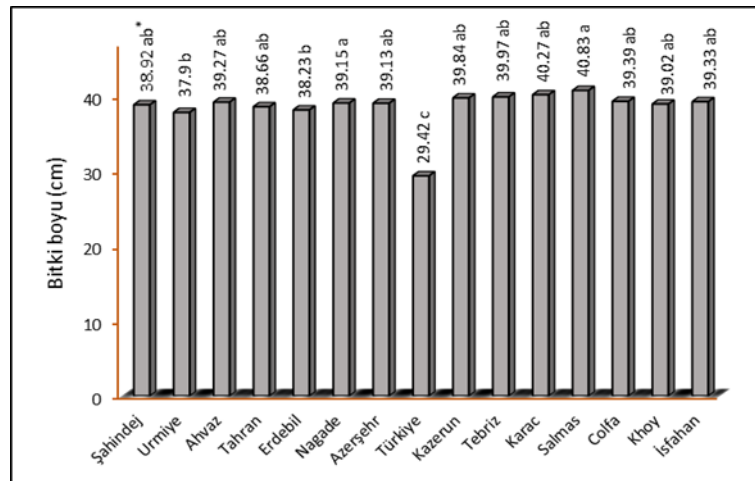
**Çizelge 1.** Erzurum ekolojik koşullarında yetiştirilen bazı *S. hortensis* L. genotiplerinin çiçeklenme süresi, bitki boyu, dal sayısı, yeşil herba verimi ve kuru herba verimi ortalama değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	F Değerleri				
		Çiçeklenme Süresi (gün)	Bitki boyu (cm)	Dal sayısı (adet bitki <sup>-1</sup> )	Yeşil herba verimi (kg da <sup>-1</sup> )	Kuru herba verimi (kg da <sup>-1</sup> )
Tekrar	3					
Genotip	14	35.98**	8.72**	1.37	0.66	1.01
Hata	42					
CV (%)		1.60	4.65	3.74	7.37	8.13

\*\*İşaretili F değerleri P<0.01 ihtimal sınırında önemlidir.

## Bitki Boyu

Araştırmada *Satureja hortensis* L. genotiplerinin bitki boyları arasında çok önemli farklılıklar ( $p>0.01$ ) tespit edilmiştir (Çizelge 1). Genotiplerin bitki boyları 29.42-40.83 cm arasında değişmiş olup, en uzun bitki boyu İran orijinli Salmas genotipinde (40.83 cm), en kısa bitki boyu ise Türkiye genotipinde (29.42 cm) kaydedilmiştir (Şekil 2). *Satureja hortensis* L. üzerine yapılan araştırmalarda bitki boyunu Baytop (1984) 10-30 cm, Katar ve ark. (2011) 28-31 cm, Tansı ve Tonçer (1999) 23.73-30.02 cm arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bir diğer çalışmada Kızıl ve Tonçer (2001), bitki boyunu 35-69 cm aralığında bulmuşlardır. Araştırmamızda *Satureja hortensis* L. bitkilerinin boyları Baytop (1984), Tansı ve Tonçer (1999) ve Katar ve ark. (2011)'in çalışmalarına göre uzun, Kızıl ve Tonçer (2001)'in elde ettikleri sonuçlarla benzer bulunmuştur. Araştırmada bitki boyunda ortaya çıkan farklılıkların çevresel koşullardan ve genotip özelliklerinden kaynaklandığı tahmin edilmektedir.



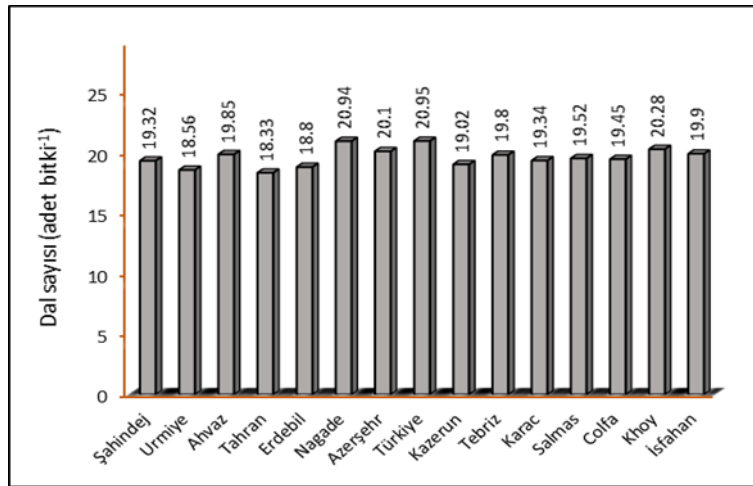
\*Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık 0.05 seviyesinde önemsizdir.

**Şekil 2.** *S. hortensis* L. genotiplerinin bitki boyuna ait ortalama değerler



## Dal Sayısı

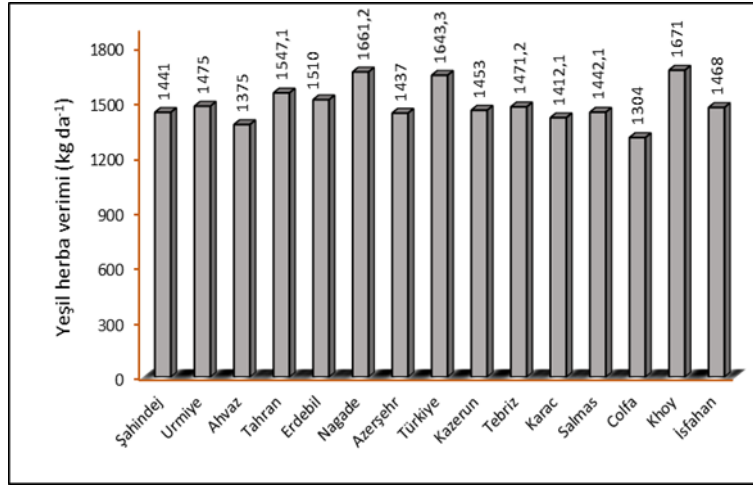
Çalışmada *Satureja hortensis* L. genotiplerinin dal sayıları arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur (Çizelge 1). Bitki başına ortalama dal sayısı 18.33-20.95 arasında değişim göstermiştir (Şekil 3). Deneme sonuçlarına göre en yüksek dal sayısı Türkiye genotipinde (20.95 adet bitki<sup>-1</sup>) ve en düşük dal sayısı Tahran genotipinde (18.33 adet bitki<sup>-1</sup>) belirlenmiştir. Kültür bitkilerinde dal sayısı genotipin etkisi altında olması yanında, çevre koşulları ve uygulanan işlemlerden de etkilenebilmektedir. Tansı ve Tonçer (1999) tarafından yapılan bir çalışmada dal sayısı 5.36-7.98 arasında tespit edilmiştir. Diğer bir çalışmada Aşçı (2009), Adana koşullarında yetiştirdiği *Satureja hortensis* L. bitkilerinin dal sayısının 20.4-25 arasında olduğunu rapor etmiştir. Bu çalışmada bitkilerin ortalama dal sayıları Tansı ve Tonçer (1999)'in bulduğu sonuçlardan fazla, Aşçı (2009)'nın elde ettiği sonuçlara ise benzerlik göstermiştir.



Şekil 3. *S. hortensis* L. genotiplerinin dal sayısına ait ortalama değerler

## Yeşil Herba Verimi

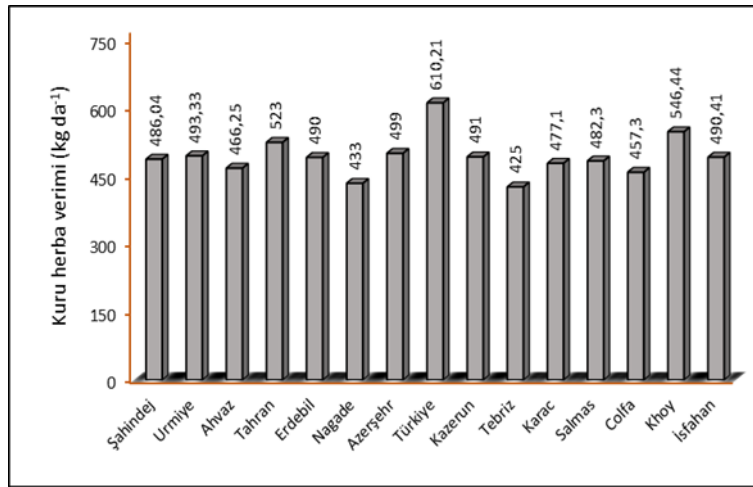
Denemede incelenen genotiplerin yeşil herba verimleri 1304-1671 kg da<sup>-1</sup> arasında değişim göstermiştir (Şekil 4). En düşük yeşil herba verimi 1304 kg da<sup>-1</sup> ile Colfa genotipinde görülürken, en yüksek yeşil herba verimi 1671 kg da<sup>-1</sup> ile Khoy genotipinde tespit edilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre yeşil herba bakımından genotipler arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur (Çizelge 1). Tansı ve Tonçer (1999), bitki başına yeşil herba değerlerini 7.73-22.31 g aralığında elde etmişlerdir. Öte yandan, Kızıl ve Tonçer (2001), *Satureja hortensis* L. bitkilerinin yeşil herba verimini 389.90-596.45 kg da<sup>-1</sup>; Adana koşullarında çalışan Aşçı (2009) ise 1.yıl 790.5 kg da<sup>-1</sup> ve 2.yıl 1085 kg da<sup>-1</sup> olarak belirlemiştir. Erzurum'da yürütülen mevcut çalışmada elde edilen yeşil herba verimleri daha önce yapılan çalışmalarda belirlenen bulgulardan daha yüksek bulunmuştur. Elde edilen bu yüksek verim değerlerinde incelenen genotiplerin genetik yapısının yanı sıra uygun sıra arası ve sıra üzeri mesafe, düzenli sulama ve yabancı otlarla mücadele gibi uygulanan kültürel işlemlerin de etkili olduğu düşünülmektedir. Nitekim benzer bir çalışmada İzmir kekiği (*Origanum onites* L.) üzerinde yapılan bir çalışmada ekim sıklığının yeşil herba ve kuru herba verimini etkilediği tespit edilmiştir (Kaçar ve ark., 2006).



Şekil 4. *S. hortensis* L. genotiplerinin yeşil herba verimine ait ortalama değerler

## Kuru Herba Verimi

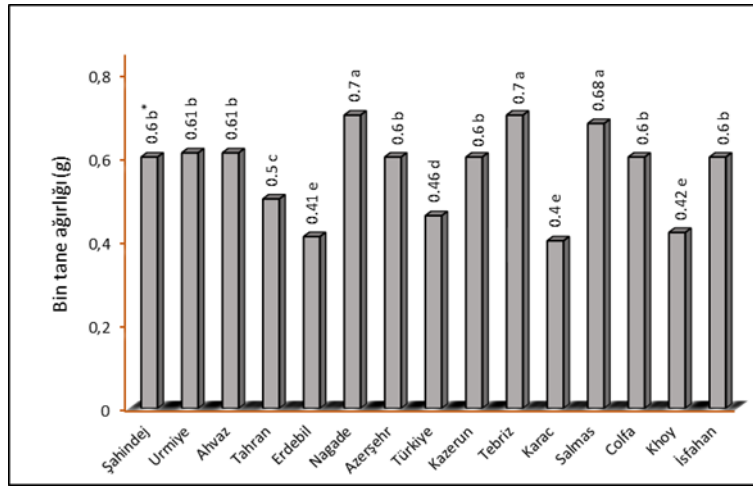
*S. hortensis* L. genotiplerinin kuru herba verimleri arasındaki farklılıkların varyans analizi sonucunda istatistik olarak önemsiz olduğu görülmüştür (Çizelge 1). Genotiplerin kuru herba verimine ait ortalama değerler 425-610,21 kg da<sup>-1</sup> arasında değişim göstermiştir (Şekil 5). En yüksek kuru herba değeri Türkiye (610,21 kg da<sup>-1</sup>) genotipinde tespit edilirken, en düşük kuru herba verimi ise Tebriz (425 kg da<sup>-1</sup>) genotipinde belirlenmiştir. Tansı ve Tonçer (1999), *S. hortensis* L.'de bitki başına kuru herba ağırlığını 1.85-2.58 g olarak belirlemişlerdir. Öte yandan, kuru herba verimini Kızıl ve Tonçer (2001) dekara 183.9 kg olarak tespit etmişlerdir. Aşçı (2009) Adana'da yaptığı araştırmada kuru herba verimini 1.yıl dekara 345.4 kg, 2.yıl ise 455.7 kg olarak bildirmiştir. Araştırmada elde edilen ortalama kuru herba verimi diğer bölgelerde yapılan denemelerde bulunan kuru herba verimlerinden daha yüksek bulunmuştur. Bu sonuç genetik faktör dışında bakım işlemleri ve yetiştirme koşullarının iyi olması halinde herba veriminin çok daha yüksek değerlere çıkacağını göstermektedir.



Şekil 5. *S. hortensis* L. genotiplerinin kuru herba verimine ait ortalama değerler

## Bin Tane Ağırlığı

*Satureja hortensis* L. genotiplerinin bin tane ağırlığı değerleri arasında tespit edilen farklılıklar yapılan varyans analizi sonuçlarına göre çok önemli ( $p>0.01$ ) bulunmuştur (Çizelge 2). Bin tane ağırlığına ilişkin ortalama değerler 0.40-0.70 g arasında değişmiştir (Şekil 6). En yüksek bin tane ağırlığı Nagade ve Tebriz genotiplerinden (0.70 g) elde edilmiş ve en düşük bin tane ağırlığı ise Karac (0.40 g) genotipinde tespit edilmiştir. Önemli verim unsurlarından olan bin tane ağırlığı bitkinin genetik yapısı, uygulanan yetiştirme teknikleri ve iklim şartlarına göre değişmektedir.



\*Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık 0.05 seviyesinde önemsizdir.

Şekil 6. *S. hortensis* L. genotiplerinin bin tane ağırlığına ait ortalama değerler

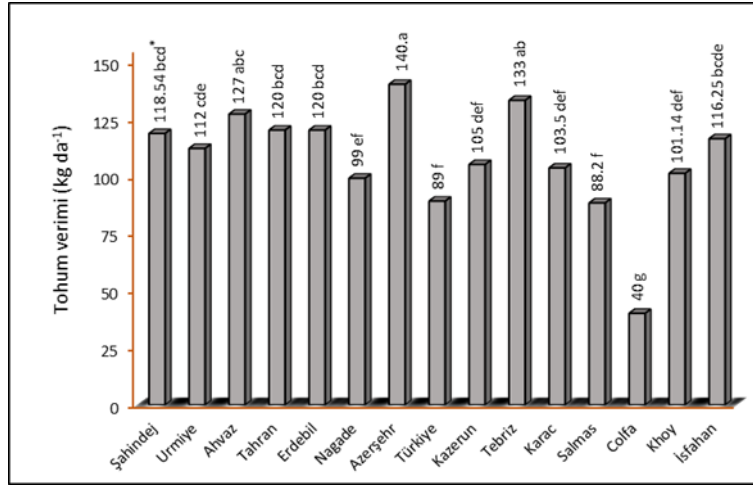
Çizelge 2. Erzurum ekolojik koşullarında yetiştirilen bazı *S. hortensis* L. genotiplerinin bin tane ağırlığı, tohum verimi, uçucu yağ oranı ve uçucu yağ verimi ortalama değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	F Değerleri			
		Bin tane ağırlığı (g)	Tohum verimi (kg da <sup>-1</sup> )	Uçucu yağ oranı (%)	Uçucu yağ verimi (kg da <sup>-1</sup> )
Tekrar	3				
Genotip	14	167.81**	12.62**	1.28	1.45
Hata	42				
CV (%)		2.78	2.55	6.95	8.10

\*\* İşaretili F değerleri  $P<0.01$  ihtimal sınırında önemlidir.

## Tohum Verimi

Araştırmada *Satureja hortensis* L. genotiplerinin tohum verimleri arasındaki farklılıklar çok önemli ( $p>0.01$ ) bulunmuştur (Çizelge 2). Dekara tohum verimleri 40-140 kg arasında değişmiştir (Şekil 7). En fazla tohum verimi Azerşehr (140 kg da<sup>-1</sup>) genotipinde kaydedilirken, en düşük değerler Colfa genotipinde (40 kg da<sup>-1</sup>) tespit edilmiştir.

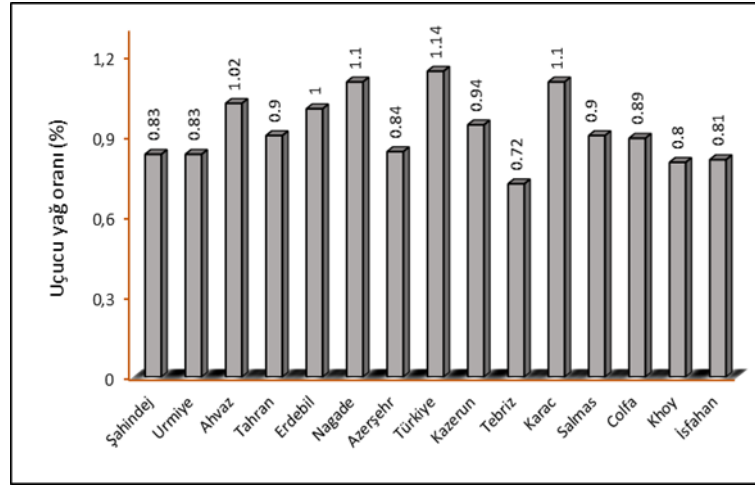


\*Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık 0.05 seviyesinde önemsizdir.

Şekil 7. *S. hortensis L. genotiplerinin tohum verimine ait ortalama değerler*

## Uçucu Yağ Oranı

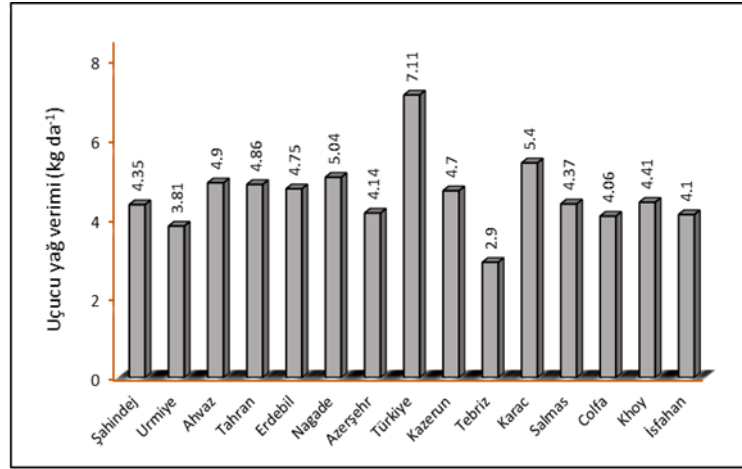
Çizelge 2’de verilen varyans analizi sonuçlarına göre uçucu yağ oranı bakımından genotipler arasında oluşan farklılıklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Genotiplerin ortalama uçucu yağ oranları %0.72 ile %1.14 arasında değişmiştir (Şekil 8). En yüksek uçucu yağ oranı Türkiye (%1.14), Nagade ve Karac (%1.1) genotiplerinde belirlenmiştir. En düşük uçucu yağ oranı ise Tebriz (%0.72) genotipinde kaydedilmiştir. Işık kalitesi ve yoğunluğu, fotoperiyodik etkiler, sıcaklık, su, toprak, rakım ve rüzgar gibi ekolojik koşullar uçucu yağ oranını ve sekonder bitki ürünlerini önemli derecede etkilemektedir (Svab ve Hornok, 1986; Katar ve ark, 2017). Öte yandan, su stresi uçucu yağ oranını artırmaktadır. Nitekim Baher ve ark. (2002) uçucu yağ oranını tarla sulama kapasitesinde %1.75, tarla kapasitesinin %66’sı sulamalarda %2.2, tarla kapasitesinin %33’üne denk gelen sulamalarda %2.3 olarak tespit etmişlerdir. Sater ile ilgili bir araştırmada Kızıl ve Tonçer (2001) uçucu yağ oranını %3.25, Tansı ve Tonçer (1999) ise %1.2-1.43 arasında bulmuşlardır. Baytop (1984) bu bitkide uçucu yağ oranını %0.3-2, Kızıl ve Tonçer (2001) %2.69-3.14, Başer ve ark. (2004) %1.30-2.67, Adıgüzel ve ark. (2007) ise %1.13 olarak kaydetmişlerdir. Hejja ve ark. (2002) birinci biçimde uçucu yağ oranını %1.66-4.64, ikinci biçimde ise %0.55-2.33 arasında olduğunu saptamışlardır. Araştırmada *Satureja hortensis L.* bitkisinde elde edilen uçucu yağ oranları diğer çalışmalara oranla düşük çıkmıştır. Bu uçucu yağ oranındaki düşüş denemede ele alınan genotiplerin özelliğinden ve Erzurum ekolojik şartlarından (yüksek rakım, sert ve soğuk iklim, kısa vejetasyon süresi vb) kaynaklanmış olabilir.



Şekil 8. *S. hortensis L.* genotiplerinin uçucu yağ oranına ait ortalama değerler

## Uçucu Yağ Verimi

Genotipler arasında uçucu yağ verimleri bakımından görülen farklılıklar önemsiz bulunmuştur (Çizelge 2). Uçucu yağ verimleri 2.90-7.11 kg da<sup>-1</sup> arasında değişim göstermiştir (Şekil 9). Uçucu yağ verimi en fazla Türkiye genotipinde (7.11 kg da<sup>-1</sup>) kaydedilirken, en düşük uçucu yağ verimi ise Tebriz genotipinde (2.90 kg da<sup>-1</sup>) görülmüştür. *Satureja hortensis L.*'de daha önce yapılan araştırmaların sonuçları, farklı ekolojik koşullarda genotiplerin uçucu yağ verimlerinin farklılık gösterdiğini ortaya koymuştur. Uçucu yağ verimini etkileyen faktörler arasında hasat zamanı, bitkinin hangi evrede olduğu ve sulama sıklığı önem arz etmektedir (Can ve ark., 2021). Baher ve ark. (2002) yaptıkları araştırma sonucunda uçucu yağ verimini, tarla kapasitesinde sulama için 10.4 kg da<sup>-1</sup>, vejetatif devrede 5.6 kg da<sup>-1</sup>, çiçeklenme devresinde 7.5 kg da<sup>-1</sup> ve fazla sulama için 6 kg da<sup>-1</sup> olarak belirlemişlerdir. Tıbbi ve aromatik bitkilerinin uçucu yağının kalite ve miktarını çevresel stres kaynakları olarak fiziksel stres (sıcaklık ve kurutma yöntemi, kuraklık, toprak tipi ve sulama, ışık yoğunluğu ve rüzgar) ve kimyasal stres (tuzluluk, pH, gübreleme, kimyasal bileşim ve toksinler) etkilemektedir (Abdelmajeed ve ark., 2013). Araştırmada uçucu yağ verimi açısından elde edilen bulgularla diğer araştırma sonuçlarındaki farklılıklar genetik yapı ve bitkinin yetiştiği bölgenin ekolojik koşullarından kaynaklandığı tahmin edilmektedir.



Şekil 9. *S. hortensis* L. genotiplerinin uçucu yağ verimine ait ortalama değerler

## Sonuç

*Satureja hortensis* L. bitkisi tıbbi ve ekonomik yönden yüksek değere sahip olmasına karşın Türkiye ve Doğu Anadolu Bölgesinin üretim deseninde yer almamaktadır. Yüksek verimli ve kaliteli ürün elde edilmesinde uygulanan kültürel işlemler ve iklim koşulları kadar, bölge koşullarına uygun genotiplerin seçimi de önem arz etmektedir. *S. hortensis* L. yetiştiriciliğinde çiftçilerin genotip seçimi bakımından bölgeler ve yetiştirme amacına uygun tercih yapmaları gerekmektedir. Araştırmada *S. hortensis* L. genotipleri bitki boyu, çiçeklenme süresi, tohum verimi ve bin tane ağırlığı karakterleri bakımından önemli farklılıklar göstermiştir. *Satureja hortensis* L. genotipleri arasında önemli farklılıkların bulunduğu gözlemlenirken hareketle bölge için uygun genotiplerin belirlenmiş olması ve elde edilen veriler üreticiler için yol gösterici olacaktır. Araştırma sonuçlarına göre Erzurum ekolojik koşullarında incelenen genotipler arasında kuru herba ve uçucu yağ verimleri bakımından en uygunu Türkiye genotipi olmuş; en yüksek tohum verimi ise Azerşehr genotipinden elde edilmiştir. Öte yandan, eğer yetiştirme amacı yeşil herba ve taze tüketim ise Khoy genotipinin daha uygun olacağı görülmüştür. Bazı parametrelere ilişkin belirlenen değerler farklı ekolojilerde elde edilen değerlerden daha yüksek bulunmuştur. Sonuç olarak, Erzurum ve benzer ekolojilere sahip bölgelerde iklim şartlarına uyum gösteren ve değerli bir tıbbi bitki olan *Satureja hortensis* L. gerek herba verimleri gerekse uçucu yağ bakımından ürün deseni içerisinde alternatif ürün olarak rahatlıkla önerilebilir.

## Teşekkür Bilgi Notu

Bu makale Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde Roghaiyeh BAIRAMIAN DANALOU tarafından yüksek lisans tezi olarak sunulmuştur. Bu makalenin yazarları araştırmaya eşit oranda katkı sağlamıştır. yazarlar arasında her hangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır. Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır.

## Kaynakça

- Abdelmajeed, N.A., Danial, E.N. and Ayad, H.S. 2013. The effect of environmental stress on qualitative and quantitative essential oil of aromatic and medicinal plants. *Archives Des Sciences*, 66(4): 100-120.
- Adıgüzel, A., Özer, H., Kılıç, H. ve Çetin, B. 2007. Screening of antimicrobial activity of essential oil and methanol extract of *Satureja hortensis* L. of food-borne bacteria and fungi. *Czech J. Food Sci*, 25(2): 81-89.
- Alizadeh, A., Khoshkhui, M., Javidnia, K., Firuzi, O., Tafazoli, E. and Khalighi, A. 2010. Effects of fertilizer on yield, essential oil composition, total phenolic content and antioxidant activity in *Satureja hortensis* L. (*Lamiaceae*) cultivated in Iran. *Journal of Medicinal Plants Research*, 4(1): 033-040.
- Aşçı, M. 2009. Çukurova koşullarında *Satureja hortensis* L.'nin çiçeklenme döneminde tarımsal karakterler ve uçucu yağ oranındaki değişimlerin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Adana.
- Baher, Z., Mirza, M., Ghorbanli, M. and Rezaii, M.B. 2002. The influence of water stress on plant height, herbal and essential oil yield and composition in *Satureja hortensis* L. *Flavour and Fragrance Journal*, 17(4): 275-277.
- Başer, K.H.C., Özek, M., Tümen, G. ve Sezik, E. 1993. Composition of the essential oils of Turkish *Origanum* species with commercial importance. *Essent. Oil Res*, 5: 619-623.
- Başer, K.H.C. 2001. Her derde deva bir bitki kekik. *Bilim ve Teknik Dergisi*, 402: 74-77.
- Başer, K.H.C., Özek, T., Kirimer, N. ve Tümen, G. 2004. A comparative study of the essential oils of wild and cultivated *Satureja hortensis* L. *Journal of Essential Oil Research*, 16(5): 422-424.
- Baytop, T. 1984. Türkiye'de Bitkiler İle Tedavi (Geçmişten ve Bugüne). İstanbul Üniversitesi Yayınları No. 3225-Eczacılık Fakültesi, No. 40. s, 1-9.
- Bozdemir, Ç. 2019. Türkiye'de yetişen kekik türleri, ekonomik önemi ve kullanım alanları. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 29(3): 583-594.
- Can, M., Katar, N. ve Katar, D. 2021. Ontogenetik ve diurnal varyabilitenin İzmir kekiği (*Origanum onites* L.)'nin uçucu yağ içeriği ve kompozisyonuna etkisi. *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 35(1): 1-12.
- Chambre, D.R., Moisa, C., Lupitu, A., Copolovici, L., Pop, G. and Copolovici, D.M. 2020. Chemical composition, antioxidant capacity and thermal behavior of *Satureja hortensis* L. essential oil. *Sci. Repor*, 10. No: 21322.
- Davis, P.H. 1982. Flora of Turkey and East Aegean Islands. *Edinburgh University Pres*, Edinburg, 7: 297-322.
- Dzida, K., Zawislak, G., Nurzynska-Wierdak, R., Michalojc, Z., Jarosz, Z., Pitura, K. and Karczmarz, K. 2015. Yield and quality of the summer savory herb (*Satureia hortensis* L.) grown for a bunch harvest. *Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus*, 14(3): 141-156.

- Farzaneh, M., Kiani, H., Sharifi, R., Reisi, M. and Hadian, J. 2015. Chemical composition and antifungal effects of three species of *Satureja* (*S. hortensis*, *S. spicigera*, and *S. khuzistanica*) essential oils on the main pathogens of strawberry fruit. *Postharvest Biol. Tech.* 109: 145–151.
- Fierascu, I., Dinu-Pirvu, C.E., Fierascu, R.C., Velescu, B.S., Anuta, V., Ortan, A. and Jinga, V. 2018. Phytochemical profile and biological activities of *Satureja hortensis* L., A review of the last decade *Molecules*, 23(10): 24-58.
- Hassanzadeh, M. K., Tayarani Najaran, Z., Nasery, M. and Emami, S.A. 2016. *Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety* (ed Victor R. Preedy). 757–764 (Academic Press, 2016).
- Hejja, M., Bernath, J. and Szentgyörgyi, E. 2002. Comparative investigation of *Satureja hortensis* L. of different origins. *Proc. Int. Conf. on Map.* (eds: J.Bernath et al). *Acta Hort*, 576: 65-68 ISHS.
- Kaçar, O., Göksu, E. ve Azkan, N. 2006. İzmir kekiğinde (*Origanum onites* L.) farklı sıklıkların bazı agronomik ve kalite özellikleri üzerine etkisinin belirlenmesi. *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.* 20(2): 51-60.
- Katar, D., Arslan, Y., Subaşı, I. ve Bülbül, A. 2011. Ankara ekolojik koşullarında sater (*Satureja hortensis* L.) bitkisinde uçucu yağ ve bileşenlerinin ontogenetik varyabilitesinin belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 8(2): 29-36.
- Katar, D., Kacar, O., Kara, N., Aytaç, Z., Göksu, E., Kara, S., Katar, N., Erbaş, S., Telci, İ. ve Elmastaş, M. 2017. Ecological variation of yield and aroma components of summer savory (*Satureja hortensis* L.). *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 7: 131-135.
- Kızıllı, S. ve Tonçer, Ö. 2001. Farklı bitki sıklıklarının kekik (*Satureja hortensis* L.) te bazı tarımsal ve kalite karakterleri üzerine etkisi . Türkiye 4. Tarla Bitkileri Kongresi, 17-21 Eylül, 2001.
- Meriçli, F. 1986. Volatile oil of *Thymus kotschyanus* var. *glabrescens* and *Thymus fedtschenkoi* var *handeli*. *Journal of Natural Products*, 49(5): 942.
- Omidbaigi, R. and Hejazi, M. 2004. Essential oil content and composition of *Satureja hortensis* of two different origins. *J. Essent. Oil Bearings. Plants*, 7(2): 175–178.
- Özgülven, M. ve Kırıcı, S. 2002. Composition of essential oil of *Thymus vulgare* L. clones of different origins in the Çukurova conditions. Workshop on Agricultural and Quality Aspects of Medicinal and Aromatic Plants. May 29-June 01-2001, Adana, Turkey, s, 255-261.
- Padulosi, S. 1997. Oregano promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 14. Proceedings of the IPGRI International Workshop on Oregano, 8-12 May 1996, CIHEAM, Valenzano (Bari), Italy.
- Pfefferkorn, A., Krüger, H. and Pank, F. 2008. Chemical composition of *Satureja hortensis* L. essential oils depending on ontogenetic stage and season. *Journal of Essential Oil Research*, 20(4): 303-305.
- Satıl, F., Dirmenci, T. ve Tümen, G. 2004. Türkiye’deki *Satureja* L. türlerinin ticareti ve doğadaki durumu. 14. Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı, 29-31 Mayıs 2002, Eskişehir, s, 94-100.



- Sefidkon, F. and Jamzad, Z. 2005. Chemical composition of the essential oil of three Iranian *Satureja* Species (*S. mutica*, *S. macrantha* and *S. intermedia*). *Food Chemistry*, 91(1): 1-4.
- Svab, J. and Hornok, L. 1986. The cultivation of medicinal plants. *Cultivation and Processing of Medicinal Plants* (Ed.L. Hornok). Budapest, pp. 218-220.
- Tansı, S. ve Tonçer, Ö. 1999. Diyarbakır Bölgesinde doğal olarak yetişen Sater otu (*Satureja hortensis* L.) nun Morfolojik, biyolojik ve tarımsal karakterleri. *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 14(3): 71-76.
- Temel, M., Tımmaz, A.B., Öztürk, M. ve Gündüz, O. 2018. Dünyada ve Türkiye’de Tıbbi -Aromatik Bitkilerin Üretimi ve Ticareti. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg*, 21(Özel Sayı): 198-214.
- Tüik (2021). Türkiye İstatistik Kurumu, Dış ticaret istatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/disticaretapp/menu.zul> (Erişim tarihi: 15.10.2021).
- Tümen, G., Kırimer, N., Ermin, N. ve Başer, K.H.C. 1998. The essential oil of new *Satureja* species for Turkey, *S. pilosa* and *S. icaria*. *J. Essent Oil Res*, 10(5): 524-526.
- Wesolowska, A., Grzeszczuk, M. and Jadcak, D. 2015. Influence of distillation method on the content and composition of essential oil isolated from Summer Savory (*Satureja hortensis* L.). *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 18(1): 215-221.





## Evaluation on Biosecurity Practices of Dairy Farms in Bursa Province -I<sup>A</sup>

Şehri YILMAZ<sup>1</sup>, Mehmet KOYUNCU<sup>2\*</sup>

**Abstract:** The purpose of biosecurity is to create a barrier against disease-causing agents and other threats by minimizing the transport of biological organisms and external threats to livestock holdings. This research was carried out to reveal the current biosecurity practices of dairy cattle farms in Bursa. In the study, the farms and districts with 20 heads and above in Bursa province, which is registered in the Türkvet and herd book-program database were determined. The farms in five districts (Mustafakemalpaşa, Yenişehir, Karacabey, Nilüfer, Osmangazi) that are suitable for this purpose are grouped according to their animal number. The farms taken into consideration were divided into three layers as those with 20-50, 51-100, and >101 head cattle. The farms were determined and the farms within the population size were chosen and visited randomly by stratified sampling method. In the survey, questions were asked to reveal information about breeders, herd management practices, animal purchase and quarantine, competence in biosecurity, equipment, hygiene and health protection practices. In this context, although there is no difference in terms of districts in terms of quarantine application for buying animals, application of biosecurity rules and disinfection of equipment after use, the difference is significant in terms of farm size ( $P<0.05$ ). In terms of keeping regular health records, the differences between districts and farm size are important ( $P<0.05$ ). According to the  $\chi^2$  analysis, there was no difference between the districts in terms of the reasons for not using biosecurity practices in the size of the farms. It was determined that some of the breeders understood the meaning of the concept of biosecurity, but they acted reluctantly by putting forward different reasons at the point of application.

**Keywords:** Bursa province, biosecurity practices, dairy farms, survey.

<sup>A</sup> Ethics committee approval was obtained with the decision letter of Bursa Uludağ University Research and Publication Ethics Committee dated 31.01.2022 and numbered 6 of the 2022-01 session. Research and Publication Ethics were followed in this study.

<sup>1</sup> Şehri YILMAZ, Tarım ve Orman Bakanlığı, Bursa Tarım İl Müdürlüğü, Bursa, Turkey. e-mail: safran495@hotmail.com  
OrCID 0000-0003-0038-9303

\* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** <sup>2</sup> Mehmet KOYUNCU, Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, Bursa, Turkey. e-mail: koyuncu@uludag.edu.tr, OrCID 0000-0003-0379-7492

## Bursa İli Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Biyogüvenlik Uygulamaları Açısından Değerlendirilmesi -I

**Öz:** Biyogüvenliğin amacı, biyolojik organizmaların ve dış tehditlerin hayvancılık işletmelerine taşınmasını en aza indirerek hastalığa neden olan etkenlere ve diğer tehditlere karşı bir engel oluşturmaktır. Süt sığırcılığı işletmelerindeki temel hedef biyogüvenlik kriterleri çerçevesinde insana, hayvana, toprağa ve çevreye önem verirken, üretimde kaliteye erişim noktasında işletmelerin doğru yönlendirilmeleri ve yönetilmeleridir. Bu araştırma Bursa ilindeki süt sığırcılığı işletmelerinin mevcut biyogüvenlik uygulamalarının durumunu ortaya koymak amacıyla yürütülmüştür. Araştırmada Türk- vet ve e- ıslah sistemi veri tabanına kayıtlı Bursa ilindeki 20 baş ve üzeri sığır varlığına sahip olan işletmeler belirlenmiştir. Bu amaca uygun olan beş ilçedeki (Mustafakemalpaşa, Yenişehir, Karacabey, Nilüfer, Osmangazi) işletmeler hayvan varlıklarına göre gruplandırılmıştır. Değerlendirmeye alınan işletmeler 20-50 baş, 51-100 baş ve 101 baş üzeri sığır varlığına sahip olanlar şeklinde üç sınıfa ayrılmıştır. Tabakalı örnekleme yöntemine göre örnek büyüklüğü belirlenmiş ve tabaka içerisindeki işletmeler tesadüfi olarak seçilip ziyaret edilmiştir. Ankette temel olarak yetiştiricilere ait bilgiler, sürü yönetim uygulamaları, hayvan satın alma ve karantina, biyogüvenlik konusundaki yeterlilik, ekipman hijyeni ve sağlık koruma uygulamalarını ortaya koyacak sorular yöneltilmiştir. Bu bağlamda hayvan alımı için karantina uygulaması, biyogüvenlik kurallarının uygulanması ve kullanım sonrası ekipmanların dezenfeksiyonu açısından ilçeler açısından farklılık bulunmamakla birlikte, işletme büyüklüğü açısından farklılık anlamlıdır ( $P<0.05$ ). Düzenli sağlık kayıtlarının tutulması açısından ilçeler ve işletme büyüklükleri arasındaki farklılıklar önemlidir ( $P<0.05$ ).  $\chi^2$  analizine göre işletmelerde biyogüvenlik uygulamalarının kullanılmama nedenleri ve çiftliklerin büyüklükleri açısından ilçeler arasında fark bulunmamıştır. Yetiştiricilerin bir kısmının biyogüvenlik kavramının anlamını kavradıkları ancak uygulama noktasında farklı gerekçeler ortaya koyarak gönülsüz davrandıkları belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Bursa ili, biyogüvenlik uygulamaları, süt sığırcılığı işletmeleri, anket.

### Introduction

Biosecurity refers to protecting people and animals from infectious diseases, pests, and the other biological threats. In farms with an important place in a healthy, and balanced diet, sustainable breeding with healthy animals, food safety, and consumer health and satisfaction are directly related to biosecurity (Köseman, 2008).

Although animal breeding is done for different purposes, breeding is healthy animals and profitable animal production. Especially in recent years, the concern of contamination of unidentified disease agents in livestock farms in developing countries has led to an awareness of biosecurity practices. Biosecurity and biological risk management are as important as other herd management practices as they contain many potential threats. With

the emerging attention, the movement of biological organisms is minimized, and it becomes possible to create a barrier that can struggle internal and external threats in livestock farms (Hersom, 2015).

Dairy farms are aiming at growth and development must implement correct and applicable biosecurity measures to maintain maximum production with disease-free herds. Otherwise, infectious diseases may enter the herd even with a single animal purchased and affect other animals, including humans. For this reason, some high-risk diseases should be identified, and prevention and control practices should be put in place against those that may pose potential problems (Wallace 2003). Training and informing the farmer and personnel about the issue's importance is important to prevent possible losses. In this context, it should be taken into account that disease risks may arise from newly purchased animals, deficient health-protection practices, or risky environmental conditions. If these risks are known, it is easier to deal with or overcome problems at the enter farms level. Visitor management, training of employees, management of newly commissioned animals, technical services, storage and transportation of feed, farms practices, and manure management are the main subjects of biosecurity training (Hersom et al., 2017).

Although the risks in biosecurity practices are valid for every farms, it has been determined that large-scale herds follow more biosecurity practices than small-scale herds. The frequency of diagnostic testing and the tendency to practices such as the inspection of purchased cattle increase with herd size. On the other hand, breeders generally try to minimize the negative effects of the risks they know. It has been determined that those working in farms with more presencethat is animal have more information about the risks associated with zoonotic pathogens. Overall, it has been concluded that many management practices are associated with herd size (Hoe and Ruegg, 2006). The measure of how difficult or unsuccessful an animal is coping with its conditions gives information about the degree of poor welfare of the animal. If the animal welfare is good level in the conditions in which it will give the most accurate information about what an animal's preferences (Koyuncu and Altınçekiç, 2007).

In general, there are almost no data on the level of biosecurity practice in livestock farms in Turkey. From this point of view, it has been determined that there is no previous study to determine the biosecurity level of dairy farms in Bursa. In particular, the studies to be carried out based on the farms by way of sampling in the field are important in defining the problems in production and revealing their solutions. Considering the importance of dairy cattle farming activities from the past, the presence of animals, and their place in the country's plan and production capacities, it has been concluded that this type of study is necessary and important. This study, it is aimed to reveal an awareness of the importance of biosecurity in dairy farms, to what extent biosecurity is known or applied, especially considering the districts that stand out in terms of dairy cattle presence in the province.

## Material and Method

As research material, farms with twenty or more cattle registered in Turkvet and e-İslah databases (2016) in three districts (Mustafakemalpaşa, Yenişehir, Karacabey) and two central districts (Nilüfer, Osmangazi) in Bursa province where dairy cattle breeding is intense were taken. The counties of Mustafakemalpaşa, Yenişehir and Karacabey, which were taken into consideration, have approximately 60% of the total number of cattle. Data obtained from face-to-face surveys conducted on a voluntary basis with farm owners regarding biosecurity in selected farms were used. Ethics committee approval was obtained with the decision letter of Bursa Uludağ University Research and Publication Ethics Committee dated 31.01.2022 and numbered 6 of the 2022-01 session.

In this study, the population was divided into homogeneous subgroups in terms of one or more characteristics, and a “stratified sampling method” was used. The farms were first divided into five subgroups according to the districts in which they were located, and secondly, into three layers according to the size of the farms. In the stratification process, paying attention to the fact that each enter farms prise belongs to the group (layer) to which it belongs. It has been determined that there are 1603 dairy farms that meet these criteria. In the second stage, the districts where such farms are concentrated were determined, and the stage of determining the farms in five districts (Mustafakemalpaşa, Yenişehir, Karacabey, Nilüfer, Osmangazi) by the criteria discussed in terms of transportation and healthy conduct of the work was started. The fact that these districts are included in the evaluation is due to the intensive dairy cattle breeding. In the third stage, the selected farms were grouped according to the existing animal existence. In this context, farms are divided into three layers as holdings with 20-50 head, 51-100 head and >101 head cattle. The sample population sizes to represent the farms in these three layer and in five districts were determined by calculating according to the "stratified sampling" method (Sümbüloğlu and Sümbüloğlu, 2002).

A minimum of 150 participants' information was evaluated to ensure that made sufficient observations to meet the estimation of the coefficients for each response in the five districts considered (Table 1). In terms of districts, there were cases where no answer could be given to all the questions asked in the farms visited, and this was reflected in the total number of answers. On the other hand, the participants could choose more than one criterion in the answers given to some of the survey questions.

**Table 1.** Number of surveys conducted by districts and farms capacity

Districts	Farms capacity (head)			Total
	20-50	51-100	>101	
Yenişehir	20	12	5	37
Osmangazi	4	2	2	8
Nilüfer	16	6	1	23
M.Kemalpaşa	30	10	7	47
Karacabey	19	5	11	35
Total	89	35	26	150

The questionnaire forms obtained at the end of the research were transferred to the computer using the Google forms program. Some answers were numerically coded and exported to Microsoft Excel to aid analysis. Then, numerical (frequency) and proportional values were calculated for the answers given to each survey question. Finally, tested the effect (relationship) of district and farm sizes on the answers with Chi-square analysis (Minitab, 2014).

## **Results and Discussion**

Age is one of the important criteria for orientation to research studies and biosecurity training programs at the point of the future of farms. (Ellis-Iversen et al., 2010) reports that those who intend to implement zoonotic control programs are generally young and middle-aged breeders. On the other hand, studies on both humans and animals show that young people have lower compliance with recommended practices, and aged people adopt approaches that protect themselves and their animals more (Barr 2008; Bish and Michie 2010; Schemann et al., 2011). In the study, 20-40 years old were classified as young, 41-60 years old as middle-aged, and over 60 years old as old. While more than half of the breeders are in the middle-aged group (54.2%), the ratios of young and old are 35.4 and 10.4 ( $P<0.05$ ). On the contrary, in Mustafakemalpaşa, the majority of breeders are in the young group (53.33%), while in other districts, the majority are in the middle-aged group. According to their operating capacities, the majority of breeders are in the young and middle-aged groups. It was observed that those in the group considered young have awareness in following current issues and understanding the importance of the issue. Another age-related finding of this study is that the preference of young breeders to obtain information from experts on the subject is lower than the aged group. It has been observed that they prefer accessing and applying information on the topic. It has been evaluated that the educational status of cattle farm owners can be an important factor in the continuation of production activities. It has been determined that the education level of the breeders' increases in parallel with the farm capacity.

When the education level of the breeders in the visited farm is evaluated by districts, the ratio of primary and high school graduates and secondary school and university graduates is close to each other in Mustafakemalpaşa district, high school graduates are prominent in Yenişehir district, primary and high school graduates are close to each other in Karacabey district and those in Nilüfer district are predominantly primary school graduates. All of the breeders evaluated in the Osmangazi district are primary or high school graduates. When evaluated in terms of the size of the farm, it was determined that the education level of the breeders increased in parallel with the increase in the capacity. As the size of the farm increases, the ratio of primary, secondary and high school graduate's decreases. Such that there are no primary or secondary school graduates in the >101 head group, and 83.2% are university and high school graduates. In the  $\chi^2$  analysis in terms of education level, no difference was found in terms of districts and farms sizes.

There are barns built using different resources depending on the development of dairy cattle in the districts discussed in the research. It is seen that the open shed barn system, which is the type of structure that takes into

account the climatic conditions of the region, the environmental demands, and the welfare of the animals, is predominantly preferred. In particular, the closed barn system is used in farms with an older establishment date and low animal populations, which can be seen in the grouping according to the size of the farms in the second part of Table 2. Yener et al (2013), 17.5% of the barns examined are closed, and 82.5% of them are open shed barns, 40.9% had an administration building. In terms of the breeding model, no difference was found districts and farm sizes in the  $\chi^2$  analysis.

**Table 2.** The breeding model applied in dairy farms (%)

Criteria		Closed barn	Open yard	Open shed barn
Districts	M.Kemalpaşa	17.0	6.4	76.6
	Yenişehir	18.9	0.0	81.1
	Karacabey	12.1	3.0	84.9
	Nilüfer	17.4	17.4	65.2
	Osmangazi	12.5	0.0	87.5
Farms capacity (head)	20-50	23.0	8.0	69.0
	51-100	5.7	2.9	91.4
	>101	7.7	0.0	92.3

It is seen that the breeders that emerged here can make inquiries about only one of the five criteria specified when buying animals, and there are those who choose the way of buying animals by considering more than one criterion (Table 3). It has been determined that a significant part of the breeders did not research the disease history of the farms capacity (head) selling their animals before buying the animal. On the other hand, the breeders did not know what to do within the scope of obtaining and using this information. Based on the appearance of an animal that is seen to be at risk in terms of health, it emphasizes the necessity of researching it to shed light on future studies (Sibley, 2010). While the buyer's response to animal inspection was found to be significant based on districts, the difference between the answers given in terms of farm sizes was generally significant ( $P<0.05$ ).

When the subject is evaluated on the basis of districts, it is seen that the point of getting information from the seller and examining the animals by the buyers comes to the fore. When the evaluation is made according to the capacity of the farms, while the above-mentioned two criteria remain important in small-scale farm, it has been determined that the points of requesting the test results of the animals to be purchased and getting information from the veterinarian of the farms are more frequently questioned in farms with 101 head or more animal assets.



**Table 3.** The path followed when buying animals from outside the farms (%)

Answers	Districts					P
	Karacabey	M.Kemalpaşa	Nilüfer	Osmangazi	Yenişehir	
I would like information from the seller	60.0	53.2	47.8	50.0	70.3	
I evaluate the animal	31.4 <sup>b</sup>	55.3 <sup>a</sup>	47.8 <sup>a</sup>	87.5 <sup>a</sup>	70.3 <sup>a</sup>	*
I want test results	22.9	10.6	4.3	12.5	2.7	
I get information from the seller's vet	11.4	12.8	4.3	0.0	24.3	
I request the cattle health certificate	11.4	4.3	8.7	0.0	2.7	
	Farm capacity (head)			P		
	20-50	51-100	>101			
I would like information from the seller	59.6	62.9	46.2			
I evaluate the animal	51.7 <sup>b</sup>	77.1 <sup>a</sup>	30.8 <sup>b</sup>	*		
I want test results	3.4 <sup>b</sup>	2.9 <sup>b</sup>	46.2 <sup>a</sup>	*		
I get information from the seller's vet	3.4 <sup>c</sup>	22.9 <sup>b</sup>	34.6 <sup>a</sup>	*		
I request the cattle health certificate	1.1 <sup>b</sup>	5.7 <sup>b</sup>	23.1 <sup>a</sup>	*		

\* Values with different superscripts in the same row differ at (p<0.05).

While it was determined that about 77.7% of all farms examined did not have any tests on the animals they bought, the rate of those who had the test was 12.8% (Table 4). When the farms based on districts are evaluated for any testing following the purchase of animals, it is seen that a significant part of them do not prefer this. It has been determined that this approach reaches 42.3%, especially in farms with a capacity of 101 heads or more. Approaches to animal identification are important to minimize the risks that a contagious disease may pose to the farms being purchased. As a result of the  $\chi^2$  analysis, testing on animals following the buying did not differ in terms of districts. However, the differences in the size of the farm are significant (P<0.05) in animal testing following the buying.

**Table 4.** Animal testing following buying (%)

Criteria	Yes	No	Sometimes	P	
Districts	M.Kemalpaşa	8.5	78.7	12.8	
	Yenişehir	13.5	70.3	16.2	
	Karacabey	17.1	77.2	5.7	
	Nilüfer	19.0	81.0	0.0	
	Osmangazi	0.0	100.0	0.0	
Farms capacity (head)	20-50 <sup>b</sup>	6.9	85.1	8.0	
	51-100 <sup>b</sup>	5.7	85.7	8.6	*
	>101 <sup>a</sup>	42.3	42.3	15.4	

\* Values with different superscripts in the same column differ at (p<0.05).

The application of quarantine has increased due to the increase in capacity in farms (Table 5). Talapha et al (2008) state that quarantine can reduce disease transmission between herds of newly brought animals to a farm. Despite the recommendations of Defra (2002), it is a cause for concern that more than 50% of farmers in the current study do not isolate incoming animals. Newly brought animals to the farm may in some cases, be kept in an easily separated pasture or a quarantine location away from the rest of the herd. These farms also show that

the implementation of biosecurity measures includes a behavioral change (Ellis-Iversen et al., 2008). Such preventive strategic approaches are specific to the farms and should be developed with subject experts who know the herd structure and inform the breeder at critical points (Villarroel et al., 2007; Ellis-Iversen et al., 2008; Brennan and Christley, 2013). On the basis of districts, no answer to this question stands out in Mustafakemalpaşa district, while yes answer stands out in Yenişehir, Nilüfer and Osmangazi districts. It has been found that the rate of those who say that they sometimes resort to this type of practice varies between 9.5-17.1% among districts. When this question is considered in terms of farm capacity, it has been determined that the application of quarantine has increased due to the increase in capacity. While this value is 29.9% in small-scale farm (20-50 heads), it rises to 80% in farm with a capacity of 101 heads or more. According to the  $\chi^2$  analysis, there was no difference between the districts in terms of quarantine for the purchased animals. However, differences between farm sizes are important for quarantine purchased animals ( $P < 0.05$ ). The recommended quarantine period for newly brought animals to the establishment may vary. Preferably, 3-4 weeks is recommended for diseases with a short incubation period (Wells et al., 2002; Barrington et al., 2002; Callan and Garry, 2002; Villarroel et al., 2007). Even if animals have been tested on arrival at the farm, they should be quarantined until the results of the tests, which are not generally done, are complete. In addition, it is known that cattle may be more carriers of disease agents than some tested conditions.

**Table 5.** Quarantine application for buying animals (%)

Criteria		Sometimes	Yes	No	Never	P
Districts	M.Kemalpaşa	12.8	29.8	57.4	0.0	
	Yenişehir	16.7	47.2	33.3	2.8	
	Karacabey	17.1	40.0	40.0	2.9	
	Nilüfer	9.5	47.6	33.3	9.5	
	Osmangazi	12.5	37.5	25.0	25.0	
Farms capacity (head)	20-50 <sup>b</sup>	13.8	29.9	54.0	2.3	
	51-100 <sup>a</sup>	17.1	34.3	40.0	8.6	*
	>101 <sup>b</sup>	12.0	80.0	4.0	4.0	

\* Values with different superscripts in the same column differ at ( $p < 0.05$ ).

Questions were asked to the farms about buying animals from outside and the answers received are shown in Tables 6 and 7. In the evaluation made by all farms, it was determined that buying animals from outside was around 58%, and this value decreased to 24.7% in buying as pregnant. In the evaluation made according to the farm capacities, buying animals from outside decreases as the operating capacity increases. A similar situation is seen in the bought of pregnant animals. When the results obtained from the evaluations made to determine what breeders question in order to monitor the health status of the buying animals, those who say that they will buy them in my farm without any testing or isolation reach 50% in Osmangazi, while it is below 20% in other districts. This answer should approach zero. Because the most important source of transmitting diseases to the existing herd is the animals purchased from abroad.

**Table 6.** Distribution of the path followed in buying of new animals to the districts (%)

Answers	Districts					P
	Karacabey	M.Kemalpaşa	Nilüfer	Osmangazi	Yenişehir	
The animal is bought	51.4	63.8	52.2	62.5	59.5	
Buying a pregnant animal	14.3	27.7	21.7	37.5	29.7	
Animals bought from markets or farms join the herd without testing or isolation	11.4	12.8	17.4	50.0	13.5	
Animals are taken from herds with similar or better health standards	8.6	23.4	17.4	37.5	24.3	
Animals taken from markets or farms are isolated for at least two weeks	0.0	8.5	4.3	12.5	2.7	
Animals are only taken from farms in known health condition and isolated for at least 30 days	8.6	0.0	4.3	0.0	5.4	
Animals are not bought and the herd is kept closed to the outside	20.0 <sup>b</sup>	21.3 <sup>b</sup>	30.4 <sup>a</sup>	12.5 <sup>b</sup>	16.2 <sup>b</sup>	*

\* Values with different superscripts in the same row differ at (p<0.05).

In the evaluation made according to the operating capacities, buying animals from outside decreases as the capacity of the farm increases, the farm uses its own resources and those with a capacity of more than 101 heads answered yes to the question of whether to buying animals from outside, with 46.7%. A similar situation is seen in the buying of pregnant animals. While those who said that they would add the animals taken from the markets or from the farms that sell them to the herd without any testing, were 7.7% above 101 heads, while it changed between 14-23% in the other groups. The approach to the follow-up of the health status of the purchased animals and isolation is well below what it should be, and the positive development due to the increase in the operating capacity is not fully seen. Keeping animals in the farm closed to the outside is a way to protect them from contagious diseases. In closed herds, no outside cattle are taken into the farms so the cattle in the herd does not contact the cattle in other farms. On the other hand, when it is necessary to animals from outside to minimize the risk of contracting a contagious disease, the existing animals must be protected with a correct vaccination program.

**Table 7.** Distribution of the path followed in buying of new animals to the size of the farm (%)

Answers	Farm capacity (head)			P
	20-50	51-100	>101	
The animal is bought	62.9	54.3	46.1	
Buying a pregnant animal	28.1	14.3	26.9	
Animals bought from markets or farms join the herd without testing or isolation	14.6	22.9	7.7	
Animals are taken from herds with similar or better health standards	16.9	25.7	23.1	
Animals taken from markets or farms are isolated for at least two weeks	3.4	2.9	11.5	
Animals are only taken from farms in known health condition and isolated for at least 30 days.	2.2 <sup>c</sup>	28.6 <sup>a</sup>	15.4 <sup>b</sup>	*
Animals are not bought and the herd is kept closed to the outside	14.6 <sup>b</sup>	0.0 <sup>c</sup>	30.7 <sup>a</sup>	*

\* Values with different superscripts in the same row differ at (p<0.05).

In addition, care should be taken to bought animals whose health status is known and whose vaccination program is applied in the herd to be bought. Preferring heifers, especially for buying, provides an advantage for the farms. Because heifers are not milked, and quarantine are easier. In addition to the records containing health information about the purchased cattle, documents regarding the somatic cell count, especially for dairy cattle, must also be requested. It is stated that it would be a correct approach to test the milk tank of the farms, where the purchase is made, in terms of contagious mastitis, when possible (Anonymous 2008).

Sarrazin et al (2014), state that the transition from treatment to health protection has an important place in the correct implementation of biosecurity, within the scope of all measures that prevent the entry of pathogens into the herd and the spread of pathogens in the herd at the point of the health of animals. While determined that the rate of keeping regular health records in farms was above 60% in other districts except for Osmangazi (Table 8). The low number of farms visited in Osmangazi also affects this. It has been determined that as the holding capacity increases, keeping records for the health of animals is higher. In a study conducted in Şanlıurfa, 68% of dairy farms kept in-farm records, and this result was evaluated as an indication that breeders tend to make conscious and long-term plans (Yener et al., 2013). Thanks to the records, it is possible to eliminate the farm's deficiencies regarding biosecurity, plan the future, and make periodic applications on time. The rate of keeping records in cattle farms was found to be high (97.7%), while the rate of keeping records of sick animals was found to be very low (34.3%). On the other hand, the rate of controlling and keeping records of rodents and pests was found to be 98.3% (Köseman and Şeker, 2016). In terms of keeping regular health records, the differences between the districts and the size of the farms are significant ( $P < 0.05$ ).

**Table 8.** Health management records for districts and farm capacity (%)

Criteria		Yes	No	P
Districts	M.Kemalpaşa <sup>a</sup>	61.7	38.3	*
	Yenişehir <sup>a</sup>	77.8	22.2	
	Karacabey <sup>a</sup>	61.8	38.2	
	Nilüfer <sup>a</sup>	63.6	36.4	
	Osmangazi <sup>b</sup>	12.5	87.5	
Farms capacity (head)	20-50 <sup>b</sup>	54.7	45.3	*
	51-100 <sup>b</sup>	65.7	34.3	
	>101 <sup>a</sup>	88.5	11.5	

\* Values with different superscripts in the same column differ at ( $p < 0.05$ ).

**Table 9.** Request for information on biosecurity (%)

Criteria		Regular	Never	Rarely	P
Districts	M.Kemalpaşa	20.0	33.3	46.7	
	Yenişehir	34.3	31.4	34.3	
	Karacabey	35.3	35.3	29.4	
	Nilüfer	31.8	40.9	27.3	
	Osmangazi	28.6	28.6	42.9	
Farms capacity (head)	20-50 <sup>b</sup>	20.0	42.4	37.6	*
	51-100 <sup>b</sup>	25.7	28.6	45.7	
	>101 <sup>a</sup>	69.6	13.0	17.4	

\* Values with different superscripts in the same column differ at ( $p < 0.05$ ).

Breeder's demands on biosecurity to get information about are given in Table 9. While the rates of farms that regularly and rarely request information are about 29.4% and 36.4%, respectively, the rate of those who never request information is 34.2%. On the other hand, when the approaches of the farms to the subject according to the presence of animals are considered, the answer is that the interest in biosecurity has increased due to the increase in the capacity and the help of the relevant subject experts comes to the fore. On the other hand, when the approaches of the farm to the subject according to the animal existence are taken into consideration, the answer that the interest in biosecurity has increased due to the increase in the capacity and the help of the relevant subject experts comes to the fore. Differences between farm sizes are significant in terms of information demand on biosecurity ( $P<0.05$ ).

The approaches of the breeders to the four basic criteria given in response to the question of why they should comply with the biosafety rules in the first place are shown in Table 10. Here, breeders are given the chance to choose more than one answer. It is understood that the breeders especially perceive the issue of biosecurity as an awareness of the protection of animals against diseases and that this can be prevented with some measures that can be taken against health problems that may occur.

**Table 10.** Responses of breeders to the question "why should they apply biosecurity rules" (%)

Answers	Districts					P
	Karacabey	M.Kemalpaşa	Nilüfer	Osmangazi	Yenişehir	
Provides economic benefits	22.9	36.2	39.1	12.5	35.1	
In obligatory cases	40.0 <sup>b</sup>	23.4 <sup>b</sup>	17.4 <sup>b</sup>	25.0 <sup>b</sup>	51.4 <sup>a</sup>	*
To prevent diseases	31.4	53.2	34.8	62.5	40.5	
For welfare and health	25.7	21.3	43.5	25.0	27.0	
	Farm capacity (head)					P
	20-50	51-100	>101			
Provides economic benefits	28.1	34.3	42.3			
In obligatory cases	38.2	37.1	11.5			
To prevent diseases	34.8	57.1	50.0			
For welfare and health	14.6 <sup>c</sup>	31.4 <sup>b</sup>	65.4 <sup>a</sup>			*

\* Values with different superscripts in the same row differ at ( $p<0.05$ ).

The answers given by the breeders to the previous questions revealed that they did not have sufficient knowledge and equipment on biosecurity. However, the subject of their behavior will be their behavior if the subject is told to them, as shown in Table 11. In this sense, promising results have been obtained. In other words, optimistic values for the future have been reached (87.5-97.1%) at the point of transferring the information to be given to the breeders on the subject into practice. In the same way, this situation shows itself in the evaluations made according to the farm capacity, and it is seen that the approach to the subject is 100% in the farms with more than >101 cattle. If the principles of biosecurity are explained, there was no difference between the districts in terms of the approach of the breeders to the application and in terms of the size of the farms compared to the  $\chi^2$  analysis.

**Table 11.** The approach of the breeders to the application if the biosecurity principles are explained (%)

Criteria		Yes	No
Districts	M.Kemalpaşa	93.6	6.4
	Yenişehir	97.1	2.9
	Karacabey	91.4	8.6
	Nilüfer	90.9	9.1
	Osmangazi	87.5	12.5
Farms capacity (head)	20-50	89.5	10.5
	51-100	97.1	2.9
	>101	100.0	0.0

When the breeders were asked about the reasons for their lack of interest in biosecurity practice, the cost to be brought to the farm was brought into the plan as expected (Table 12). The importance of applying biosecurity rules to help control communicable diseases at the farm level has become more and more recognized internationally in recent years (More, 2007; Maunsell and Donovan, 2008; Negrón et al., 2011). This situation is especially prominent in countries where the perspective on production (animal welfare/product monitoring) has changed and increased the farm capacity.

**Table 12.** Reasons for not using biosecurity practices in farms (%)

Answers	Districts					P
	Karacabey	M.Kemalpaşa	Nilüfer	Osmangazi	Yenişehir	
Too costly	42.9 <sup>b</sup>	61.7 <sup>b</sup>	43.5 <sup>b</sup>	37.5 <sup>b</sup>	73.0 <sup>a</sup>	*
I do not have time	14.3	38.3	21.7	25.0	18.9	
I don't have enough information	11.4	27.7	34.8	50.0	35.1	
Does not prevent/reduce diseases	2.9	12.8	4.3	12.5	2.7	
I don't think	11.4	19.1	17.4	0.0	8.1	
	Farm capacity (head)					P
	20-50	51-100	>101			
Too costly	57.3 <sup>b</sup>	71.4 <sup>a</sup>	30.8 <sup>b</sup>			*
I do not have time	29.2 <sup>a</sup>	25.7 <sup>a</sup>	7.7 <sup>b</sup>			*
I don't have enough information	32.6	22.9	19.2			
Does not prevent/reduce diseases	10.1	2.9	0.0			
I don't think	11.2	8.6	26.9			

\* Values with different superscripts in the same row differ at (p<0.05).

The biosecurity baseline data to be considered in this context can also form a basis for detailed sociological, demographic, and future studies that can also characterize biosecurity education opportunities within the farming community (Gordon et al., 2008; Heffernan et al., 2008; Buckner et al., 2011; Schemann et al., 2011). In addition to implementing biosecurity planning in entering farms; the definition and training of employees are also critical. Because the best way to directly harm and pose a potential threat to a farm is with uninformed and malicious personnel employed. For this reason, the training of the personnel is mandatory, and the employees have to comply with the working environment and conditions. The discovery and mitigation of a potential biological risk

start in the livestock farms, and the employees on the farm make the first response and prevent the problem that may occur before it grows. Personnel is in the first line of active defense against biological threats. For this reason, the training of employees is extremely important in evaluating the situation and choosing appropriate methods (Anonymous, 2008).

The evaluation of the activities carried out within the scope of herd management practices during the year by districts is given in Tables 13 and 14. In general, 12 applications were evaluated, and the breeders were given a chance to mark more than one option. Among these criteria, colostrum giving, manure cleaning, barn cleaning and animal welfare, vaccination program follow-up and balanced ration preparation appeared to be higher priority for breeders. In terms of herd management practices, the differences between the answers given to some questions in the  $\chi^2$  analysis in terms of districts and herd size were found significant ( $P<0.05$ ). The results regarding the preparation of a correct and balanced ration, the content of feed raw materials, the control of the ration and TMR applications have revealed that such applications are not considered sufficiently in small farms. It is seen that practices related to manure and shelter cleaning are taken into account less in small-scale farms, and there is a difference between groups in routine follow-up of milk quality according to farm capacity.

**Table 13.** Herd management practices in farms by districts (%)

Answers	Districts					P
	Karacabey	M.Kemalpaşa	Nilüfer	Osmangazi	Yenişehir	
Colostrum protocol follow-up for calves	91.4	70.2	78.3	100.0	78.4	
Correct and balanced ration preparation	34.3 <sup>b</sup>	34.0 <sup>b</sup>	52.2 <sup>b</sup>	62.5 <sup>a</sup>	62.2 <sup>a</sup>	*
Following the roughage quality / content of raw materials	31.4	17.0	30.4	12.5	18.9	
Regular ration control	22.9 <sup>a</sup>	2.1 <sup>b</sup>	26.1 <sup>a</sup>	25.0 <sup>a</sup>	27.0 <sup>a</sup>	*
Expert assistance in preparing a balanced/correct ration	22.9	14.9	17.4	25.0	21.6	
TMR is applied and selective consumption of the ration is minimal	20.0 <sup>b</sup>	4.3 <sup>d</sup>	21.7 <sup>c</sup>	62.5 <sup>a</sup>	0.0 <sup>d</sup>	*
Manure is removed regularly	71.4	78.7	60.9	62.5	67.6	
Attention is paid to the cleanliness of the stall and the welfare of the cattle	45.7	68.1	47.8	62.5	48.6	
Attention is paid to shelter ventilation	37.1	38.3	34.8	62.5	35.1	
Milk quality monitoring	25.7	19.1	43.5	37.5	24.3	
Routine vaccination schedule follow-up	40.0 <sup>b</sup>	57.4 <sup>b</sup>	47.8 <sup>b</sup>	87.5 <sup>a</sup>	54.1 <sup>b</sup>	*
Regular lameness, BCS, rumination, etc. physiological case follow-up	20.0 <sup>b</sup>	12.8 <sup>b</sup>	34.8 <sup>b</sup>	75.0 <sup>a</sup>	24.3 <sup>b</sup>	*

\* Values with different superscripts in the same row differ at ( $p<0.05$ ).

**Table 14.** Herd management practices in farms by farm size (%)

Answers	Farm capacity (head)			P
	20-50	51-100	>101	
Colostrum protocol follow-up for calves	74.2 <sup>b</sup>	94.3 <sup>a</sup>	80.8 <sup>b</sup>	*
Correct and balanced ration preparation	32.6 <sup>c</sup>	54.3 <sup>b</sup>	76.9 <sup>a</sup>	*
Following the roughage quality / content of raw materials	11.2 <sup>c</sup>	31.4 <sup>b</sup>	50.0 <sup>a</sup>	*
Regular ration control	11.2 <sup>b</sup>	20.0 <sup>b</sup>	38.5 <sup>a</sup>	*
Expert assistance in preparing a balanced/correct ration	7.9 <sup>c</sup>	22.9 <sup>b</sup>	53.8 <sup>a</sup>	*
TMR application is used and the selective consumption of the ration is minimal.	5.6 <sup>b</sup>	14.3 <sup>b</sup>	34.6 <sup>a</sup>	*
Manure is removed regularly	68.5	68.6	80.8	
Attention is paid to the cleanliness of the stall and the welfare of the cattle	48.3	60.0	69.2	
Attention is paid to shelter ventilation	28.1 <sup>b</sup>	42.9 <sup>b</sup>	65.4 <sup>a</sup>	*
Milk quality monitoring	15.7 <sup>c</sup>	34.3 <sup>b</sup>	53.8 <sup>a</sup>	*
Routine vaccination schedule follow-up	37.1 <sup>c</sup>	65.7 <sup>b</sup>	88.5 <sup>a</sup>	*
Regular lameness, BCS, rumination, etc. physiological case follow-up	10.1 <sup>b</sup>	28.6 <sup>b</sup>	65.4 <sup>a</sup>	*

\* Values with different superscripts in the same row differ at ( $p < 0.05$ ).

The answers given to the breeders' questions regarding the farms' hygiene infrastructure are shown in Tables 15 and 16. Breeders commented on more than one subject. According to this, the issues of keeping young people separate from adults and giving birth in a separate section took place in front of other topics in the districts and general. A similar situation was obtained from the results of the evaluation made according to the farm capacities. Breeders' approach to assessment questions reveals a low level of internal biosecurity on farms. Such an approach can be explained by a low level of internal biosecurity and suggests that breeders tend to ignore applying the right management strategies to reduce disease spread in their herds (Brennan and Christley, 2013). Because internal biosecurity practices require breeders to take some precautions themselves, they may encounter some biosecurity recommendations that they consider time-consuming and impractical (Gordon et al., 2008). In terms of the hygiene infrastructure in the farms, the differences between the answers given to the questions according to the size of the farm, especially the birth hygiene, were found significant ( $P < 0.05$ ).

**Table 15.** Evaluation of the hygiene infrastructure in the farms according to the districts (%)

Answers	Districts				
	Karacabey	M.Kemalpaşa	Nilüfer	Osmangazi	Yenişehir
Calves are kept separate	20.2	66.0	60.9	75.0	83.8
Work layout from young animals to adults	9.0	8.5	21.7	12.5	13.5
The same materials are not used for young and adults	5.6	10.6	17.4	12.5	21.6
Lastly, sick animals are taken care of	11.2	19.1	26.1	25.0	32.4
Regular abortion follow-up is done	2.2	0.0	4.3	0.0	8.1
Aborting animals leave the herd	9.0	14.9	17.4	12.5	18.9
After the abortion, the pen is cleaned and disinfected	7.9	6.4	21.7	12.5	16.2
Births are done in a separate space	19.1	53.2	47.8	12.5	45.9
A compartment reserved for sick animals is not used as birth pen	11.2	4.3	21.7	12.5	8.1
The pen is cleaned after each birth	11.2	27.7	34.8	25.0	29.7
All postpartum items are cleaned, disinfected or disposable items are used	10.1	10.6	17.4	37.5	27.0
Herdsman differ between age groups or change clothes and equipment	5.6	4.3	21.7	12.5	2.7
Hands are cleaned and disinfected during the transition between age groups	6.7	2.1	8.7	12.5	8.1



**Table 16.** Evaluation of hygiene infrastructure in farms according to farm capacity (%)

Answers	Farm capacity (head)			P
	20-50	51-100	>101	
Calves are kept separate	61.8	82.9	61.5	
Work layout from young animals to adults	15.7	14.3	15.4	
The same materials are not used for young and adults	11.2	20.0	23.1	
Lastly, sick animals are taken care of	21.3	28.6	38.5	
Regular abortion follow-up is done	2.2 <sup>b</sup>	0.0 <sup>b</sup>	15.4 <sup>a</sup>	*
Aborting animals leave the herd	15.7	20.0	23.1	
After the abortion, the pen is cleaned and disinfected	10.1 <sup>b</sup>	17.1 <sup>b</sup>	26.9 <sup>a</sup>	*
Births are done in a separate space	37.1 <sup>b</sup>	60.0 <sup>a</sup>	65.4 <sup>a</sup>	*
A compartment reserved for sick animals is not used as birth pen	6.7 <sup>b</sup>	17.1 <sup>b</sup>	34.6 <sup>a</sup>	*
The pen is cleaned after each birth	19.1 <sup>b</sup>	42.9 <sup>a</sup>	46.1 <sup>a</sup>	*
All postpartum items are cleaned, disinfected or disposable items are used	16.9	22.9	30.8	
Herdsman differ between age groups or change clothes and equipment	5.6 <sup>b</sup>	11.4 <sup>b</sup>	19.2 <sup>a</sup>	*
Hands are cleaned and disinfected during the transition between age groups	2.2 <sup>c</sup>	11.4 <sup>b</sup>	26.9 <sup>a</sup>	*

\* Values with different superscripts in the same row differ at (p<0.05).

It has been found that the highest rate of budget allocation for health protection practices in farms, according to districts, is in Mustafakemalpaşa with 89.4% (Table 17). One of the most important reasons for this is that large farms are located in this district. As the capacity of farms increases, the budget allocated to health protection practices also increases. It is seen that this rate reaches 100% in farms with 101 cattle or more. The rate of budget allocation for health protection in all farms was about 73.9%. According to the  $\chi^2$  analysis, there was no difference between the districts in terms of budget allocation for health protection practices. However, the differences between farm sizes are important in terms of the necessity of applying biosafety rules (P<0.05).

Vaccination is at the forefront of health protection practices. An important issue that should not be forgotten is that it is always easier and cheaper to protect the farms from disease than to treat infections. The follow-up of in-farm biosecurity principles provides the source of this. Veterinary and health costs include payments made for veterinary examinations and medicines during the period. The share of this value in the total farm expenses is a criterion that shows the farms' level of compliance with preventive health practices. According to the  $\chi^2$  analysis, there was no difference between the districts regarding budget allocation for health protection practices. However, the differences between the size of the farms in terms of the necessity of applying the biosecurity rules are significant (P<0.05).

**Table 17.** Budgeting for health protection practices (%)

Criteria		Yes	No	P
Districts	M.Kemalpaşa	89.4	10.6	
	Yenişehir	64.9	35.1	
	Karacabey	69.7	30.3	
	Nilüfer	61.9	38.1	
	Osmangazi	75.0	25.0	
Farms capacity (head)	20-50 <sup>b</sup>	67.4	32.6	
	51-100 <sup>b</sup>	70.6	29.4	*
	>101 <sup>a</sup>	100.0	0.0	

\* Values with different superscripts in the same column differ at (p<0.05).

Biosecurity practices have been considered the third-level bovine viral diarrhoea virus (Lindberg and Houe, 2005). At the same time, biosecurity practices are considered necessary protective measures to control diarrhoea and respiratory disorders in calves (Borrington et al., 2002). With the implementation of biosecurity measures, the spread of the disease will slow down, and productivity will be increased again in the herd. Therefore, the expected results with increased productivity can be listed as higher income, good animal welfare, improved positive immune responses to vaccines, the morale for breeders, and revival of positive expectations for the future (Brennan and Christly, 2013).

Zoonotic diseases are infectious diseases caused by bacteria, fungi, viruses, and parasites transmitted from animals to humans or from humans to animals. It is vital for breeders to know the factors that may cause the emergence of zoonotic diseases and the ways of transmission, in order to protect themselves in this regard. Based on the evaluation of this point within the scope of biosecurity measures, the approaches of the breeders on the subject are given in Table 18. According to the districts, the rate of those who stated that they did not have knowledge varied widely between 4.3% and 21.3%. It has been revealed that they are aware of the importance of the issue depending on the capacity increase within the scope of the farm size.

**Table 18.** Awareness of breeders about zoonotic diseases transmitted from animals to humans (%)

Criteria	I don't know	I know, but I don't take precautions	I know, I'm taking the necessary precautions	P
Districts	M.Kemalpaşa	21.3	19.1	59.6
	Yenişehir	5.6	30.6	63.9
	Karacabey	8.8	14.7	76.5
	Nilüfer	4.3	39.1	56.5
	Osmangazi	12.5	37.5	50.0
Farms capacity (head)	20-50 <sup>a</sup>	16.1	29.9	54.0
	51-100 <sup>c</sup>	5.7	28.6	65.7
	>101 <sup>b</sup>	3.8	3.8	92.3

\* Values with different superscripts in the same column differ at ( $p < 0.05$ ).

According to the  $\chi^2$  analysis, there was no difference between the districts regarding the breeders' knowledge about zoonotic diseases transmitted from animals to humans. However, the differences between the size of the farms in terms of the necessity of applying the biosecurity rules are significant ( $P < 0.05$ ). Smith and Grotelueschen (2004), state that the control of infectious diseases is based on increased host resistance to infection, elimination of sources of infection, and prevention of contact that result in transmission. It is important to remember that comprehensive biosecurity implementation programs, whether state or private, are part of the overall approach to controlling infectious diseases.

The climatic conditions of our country create a suitable habitat for most ectoparasites. Some diseases seen in farm animals must be transmitted biologically and mechanically (Oğuz et al., 2016). Flies cause economic losses in cattle breeding due to the diseases they cause and the loss of production (Anonymous, 2018). The results of the control methods against external parasites and biting insects are shown in Tables 19 and 20 according to the

districts and the size of the farms. Differences were significant in terms of the distribution of control methods against ectoparasites and biting insects according to districts and farm sizes ( $P<0.05$ ).

**Table 19.** Distribution of external parasites and pest control methods by districts (%)

Answers	Districts					P
	Karacabey	M.Kemalpaşa	Nilüfer	Osmangazi	Yenişehir	
Suitable drugs, fly tapes, etc. used, different measures can be used if he develops resistance to them	31.4 <sup>b</sup>	36.2 <sup>b</sup>	21.7 <sup>b</sup>	87.5 <sup>a</sup>	37.8 <sup>b</sup>	*
An integrated method can be used against this type of pest. Instead of increasing the resistance of insects to pesticides, methods should be used to break their resistance	17.1	10.6	0.0	0.0	10.8	
There is always a prevention exercise, but not successful	8.6 <sup>c</sup>	29.8 <sup>b</sup>	39.1 <sup>a</sup>	0.0 <sup>c</sup>	8.1 <sup>c</sup>	*
No control application	51.4	27.7	39.1	12.5	40.5	

\* Values with different superscripts in the same row differ at ( $p<0.05$ ).

**Table 20.** Distribution of external parasites and pest control methods by farms capacity (%)

Answers	Farm capacity (head)			P
	20-50	51-100	>101	
Suitable drugs, fly tapes, etc. used, different measures can be used if he develops resistance to them	32.6	34.3	50.0	
An integrated method can be used against this type of pest. Instead of increasing the resistance of insects to pesticides, methods should be used to break their resistance	0.0 <sup>c</sup>	17.1 <sup>b</sup>	34.6 <sup>a</sup>	*
There is always a prevention exercise, but not successful	22.5	14.3	15.4	
No control application	42.7 <sup>a</sup>	42.9 <sup>a</sup>	11.5 <sup>b</sup>	*

\* Values with different superscripts in the same row differ at ( $p<0.05$ ).

The answers given by the breeders regarding the cleaning and disinfection processes after using the equipment are given in Tables 21 and 22 according to the districts and farm sizes. According to the  $\chi^2$  analysis, there was no difference between the districts in disinfecting the equipment used between uses. The rate of those who say that no cleaning is done is 6.7-23.6%. It is something that should be taken with caution. Those who stated that they do cleaning and disinfection together vary between 22.5-60.0%. When evaluated according to the operating capacity, it can be said that the importance of the subject is understood more or the application conditions are formed as the number of animals increases. It has been determined that cleaning the equipment only or applying both cleaning and disinfection is about 85% in farms with more than 101 heads. In terms of farm sizes, the difference between the values given for the answer that each animal is cleaned and disinfected after use is significant ( $P<0.05$ ).

**Table 21.** Distribution of disinfection of used equipment between uses by districts (%)

Answers	Districts				
	Karacabey	M.Kemalpaşa	Nilüfer	Osmangazi	Yenişehir
It is not cleaned and disinfected after use	11.4	23.4	26.1	25.0	13.5
It is cleaned after each use, but not disinfected	48.6	38.3	39.1	37.5	48.6
It is cleaned and disinfected after each use	28.6	31.9	21.7	37.5	35.1

**Table 22.** Distribution of disinfection of used equipment between uses by farms capacity (%)

Answers	Farm capacity (head)			P
	20-50	51-100	>101	
It is not cleaned and disinfected after use	23.6	14.3	7.7	
It is cleaned after each use, but not disinfected	47.2	45.7	26.9	
It is cleaned and disinfected after each use	22.5 <sup>b</sup>	31.4 <sup>b</sup>	57.7 <sup>a</sup>	*

\* Values with different superscripts in the same row differ at ( $p < 0.05$ ).

## Conclusion

Biosecurity refers to management practices that protect the health of livestock and workers by raising awareness of conditions that could potentially adversely affect animals and humans. On the other hand, biological risk management is a general awareness training process against the elements that may arise from infectious diseases that enter or spread on a livestock farm. In this study carried out from these points, the awareness of the biosecurity phenomenon in the districts that stand out in dairy cattle breeding in Bursa province was revealed within the scope of the district and farms scales.

It has been determined that some of the dairy cattle farms evaluated in Bursa do not have enough knowledge and practice in terms of biosecurity practices. In contrast, others are reluctant to practice or emphasize economic difficulties even though they know. At this point, one should not forget that financial benefit in every farm would be achieved by correct targets, better management of resources, protection of assets, and avoiding costly mistakes. Another important point is that farms' lack of biosecurity sensitivity in farms will cause serious problems in the fight against epidemic diseases, environmental protection, and food safety.

## Acknowledgments

This study was produced from Şehri YILMAZ'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 6 of the 2022-01 session.

## References

- Anonim, 2008. Biosecurity and Biological Risk Management for Livestock Enterprises, University of Florida. (Erişim tarihi: 12.10.2018).
- Anonim, 2018.<http://traglor.cu.edu.tr/objects/objectFile/tcfdm9mU-2232013-48.pdf> (Erişim tarihi: 20.12.2018).
- Barr, D. J. 2008. Analyzing ‘visual world’ eye-tracking data using multilevel logistic regression. *Journal of memory and language*, 59(4), 457-474.
- Barrington, S., Choinière, D., Trigui, M., and Knight, W. 2002. Effect of carbon source on compost nitrogen and carbon losses. *Bioresource Technology*, 83(3), 189-194.
- Bish, A. and Michie, S. 2010. Demographic and attitudinal determinants of protective behaviours during a pandemic: a review. *British Journal of Health Psychology*, 15(4), 797-824.
- Brennan, M. L. and Christley, R. M. 2013. Cattle producers’ perceptions of biosecurity. *BMC Veterinary Research*, 9:71.
- Buckner, C. D., Bremer, V.R., Klopfenstein, T.J., Erickson, G. E. Vander Pol, K.S., Karges, K. K. and Gibson, M.L. 2011. Evaluation of a prefermentation-fractionated by-product corn grain dry milling ethanol process in growing and finishing cattle diets. *The Professional Animal Scientist*, 27(4), 295-301.
- Callan, R. J. and Garry, F. B. 2002. Biosecurity and bovine respiratory disease. *The Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice*, 18(1), 57-77.
- Defra, 2002. Department for Environment, Food and, Rural Affairs.
- Ellis-Iversen, J., Cook, A.J.C., Watson, E., Nielsen, M., Larkin, L., Wooldridge, M. and Enticott, G. 2008. The spaces of biosecurity: prescribing and negotiating solutions to bovine tuberculosis. *Environment and Planning*, 40: 1568–1582.
- Gordon, H.G., Oxman, A.D., Kunz, R., Vist, G.E., Falck-Yetter, Y. and Schünemann, H.J. 2008. What is “quality of evidence” and why is it important to clinicians? US National Library of Medicine National Institutes of Health. *BMJ*. Vol: 336.
- Heffernon, C., Nielsen, L., Thomson, K. and Gunn, G. 2008. An exploration of the drivers to bio-security collective action among a sample of UK cattle and sheep farmers. *Preventive Veterinary Medicine*, 87(3-4): 358-372.
- Hersom, M., Irsik, M. and Thrift, T. 2017. Biosecurity and Biological Risk Management for Livestock Enterprises. UF/IFAS Biosecurity and Biological Risk Management for Livestock Enterprises Handbook.
- Hoe, F. G. H. and Ruegg, P. L. 2006. Opinions and practices of Wisconsin dairy producers about biosecurity and animal well-being. *Journal of Dairy Science*, 89(6), 2297-2308.
- Koyuncu, M., Altınçekiç Ş.Ö. 2007. Çiftlik Hayvanlarında Refah. *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 21:2, 57-64.
- Köseman A. 2008."AB Müzakere Süreci ve Hayvan Refahı", *Türktarım Dergisi*, (ss.62-64)

- Köseman, A. and Şeker, İ. 2016. Malatya İlinde Sığırcılık İşletmelerinin Mevcut Durumu: II. Hayvan Sağlığı ve Ahır Hijyeni Perspektifinde Biyogüvenlik Uygulamaları. *Kocatepe Veterinary Journal*, 9(1): 61-69.
- Maunsell F. and Donovan G.A. 2008. Biosecurity and risk management for dairy replacements. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 24(1):155-90. doi: 10.1016/j.cvfa.2007.10.007.
- Minitab Inc., 2014. (MINITAB release 17: statistical software for Windows) (Minitab Inc., USA).
- More, K. 2007. Scientific aspects of polymer electrolyte fuel cell durability and degradation, *Chemical Reviews*, 107 (10), 3904-3951
- Negron, M., Raizman, E.A., Pogranichniy, R., Hilton, W.M. and Levy, M. 2011. Survey on management practices related to the prevention and control of bovine viral diarrhoea virus on dairy farms in Indiana, United States. *Prev.Vet.Med.* 99,130–135.
- Oğuz, B., Özdal, N. ve Değer, S. 2016. Stomoxys (Diptera, Muscidae) sinekleri ve taşıdığı bazı önemli parazitler hastalıklar. *Kocatepe Veterinary Journal*, 9(2):97-104.
- Schemann, K., Taylor, M.R., Toribio, J.A. and Dhand, N.K. 2011. Horse owners' biosecurity practices following the first equine influenza outbreak in Australia. *Preventive veterinary medicine*, 102(4), 304-314.
- Sibley, R. 2010. Biosecurity in the dairy herd. In *Pract.* 32, 274–280. doi:10.1136/inp.c3913.
- Smith, D. R. and Grotelueschen, D.M. 2004. Biosecurity and biocontainment of bovine viral diarrhoea virus. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, 20(1), 131-149.
- Sümbüloğlu, K., Sümbüloğlu, V. 2002. Biyoistatistik, Hatipoğlu Yayınları, Ankara.
- Talafha, A. Q., Lafi, S. Q., and Ababneh, M. M. 2008. The effect of estrus synchronization treatment on somatic cell count of transitional-anestrus Local-Damascus crossbreed goats' milk. *Tropical Animal Health and Production*, 40(3), 185-192.
- Villarroel, A., Dargatz, D.A., Lane, V.M., McCluskey, B.J. and Salman, M.D. 2007. Suggested outline of potential critical control points for biosecurity and biocontainment on large dairy farms. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 230: 808–819.
- Wallace, R.L. 2003. Practical and sensible dairy farm biosecurity. Proceedings of the 6th Western Dairy Management Conference \_March 12- 14 2003\_ Reno NV- 202.
- Wells, S.J., Dee, S. and Godden, S. 2002. Biosecurity for gastrointestinal diseases of adult dairy cattle. *The Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice*, 18(1), 35-55.
- Yener, H., Atalar, B. and Mundan, D. 2013. Şanlıurfa ilindeki sığırcılık işletmelerinin biyogüvenlik ve hayvan refahı açısından değerlendirilmesi. *Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 2(2) 87-93.



## Evaluation on Biosecurity Practices of Dairy Farms in Bursa Province -II<sup>A</sup>

Şehri YILMAZ<sup>1</sup>, Mehmet KOYUNCU<sup>2\*</sup>

**Abstract:** Biosecurity is focused on reducing, preventing, and minimizing the spread of animal diseases or pests on a farm. Biosecurity action plans need to be considered mainly in farms where disease agents can be carried by various sources such as workforce, consultants, substitute cattle, consumables, feedstuffs, and vehicles. The concept of biological risk management recognizes that animal diseases cannot be completely eliminated, but that producers can manage disease risk through effective control measures. In the study, the farms and districts with 20 heads and above in Bursa province, which are registered in the Türkvat and herd book-program database were determined. The farms in these five districts (Mustafakemalpaşa, Yenişehir, Karacabey, Nilüfer and Osmangazi) are grouped according to their number of animals. The farms are divided into three layers: 20-50 head, 51-100 and >101 head cattle. The farms were determined and the farms within the population size were chosen and visited randomly by stratified sampling method. During the farms' visits, questions were asked to reveal the border security of the farms, animal movements, applications for visitors and the protection of feed and water resources. There is no awareness at this point in the districts, especially in the questioning about animal mobility, especially about the transport vehicles and their drivers. It has been revealed that the necessary care is not taken to clean the vehicles in which the animals will be transported beforehand, that there are no other animals or equipment in the vehicles, or that the vehicle driver does not enter the shelters. Although some farms have generally protective approaches, it has been found that basic biosecurity measures are rarely used and these measures are not applied to all visitors to the same extent.

**Keywords:** Bursa province, biosecurity practices, dairy farms, survey.

<sup>A</sup> Ethics committee approval was obtained with the decision letter of Bursa Uludağ University Research and Publication Ethics Committee dated 31.01.2022 and numbered 6 of the 2022-01 session. Research and Publication Ethics were followed in this study.

<sup>1</sup> Şehri YILMAZ, Tarım ve Orman Bakanlığı, Bursa Tarım İl Müdürlüğü, Bursa, Turkey. e-mail: safran495@hotmail.com  
OrcID 0000-0003-0038-9303

\* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** <sup>2</sup> Mehmet KOYUNCU, Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Bursa, Turkey. e-mail: koyuncu@uludag.edu.tr, OrcID 0000-0003-0379-7492

## Bursa İli Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Biyogüvenlik Uygulamaları Açısından Değerlendirilmesi-II

**Öz:** Biyogüvenlik, bir çiftlikte hayvan hastalıklarının veya zararlılarının girişini azaltmaya, önlemeye ve yayılmasını en aza indirmeye odaklanmıştır. Biyogüvenlik eylem planlarının esas olarak, hastalık etkenlerinin işgücü, danışmanlar, ikame sığır, sarf malzemeleri, yem maddeleri ve araçlar gibi çeşitli kaynaklar tarafından taşınabileceği işletmelerde dikkate alınması gerekir. Biyolojik risk yönetimi kavramı, hayvan hastalıklarının tamamen ortadan kaldırılamayacağını, ancak üreticilerinin etkili kontrol önlemleri yoluyla hastalık riskini yönetebildiğini kabul etmektedir. Bu araştırmada Bursa ilinde sığırcılık işletmelerinin biyogüvenlik uygulamalarının mevcut işletmelerdeki durumunun incelenmesi amacıyla yürütülmüştür. Araştırmada Türk- vet ve e- ıslah sistemi veri tabanına kayıtlı Bursa ilindeki 20 baş ve üzeri sığır varlığına sahip olan işletme ve ilçeler belirlenmiştir. Bu tip işletmelerin yoğun olduğu beş ilçedeki (Mustafakemalpaşa, Yenişehir, Karacabey, Nilüfer, Osmangazi) işletmeler hayvan varlıklarına göre gruplandırılmıştır. Bu kapsamda işletmeler 20-50 baş, 51-100 ve >101 baş üzeri sığır varlığına sahip olanlar olmak üzere üç sınıfa ayrılmıştır. Tabakalı örnekleme yöntemine göre örnek büyüklüğü belirlenmiş ve tabaka içerisindeki işletmeler tesadüfi olarak seçilip ziyaret edilmiştir. İşletme ziyaretlerinde sınır güvenliği, hayvan hareketleri, ziyaretçilere yönelik uygulamalar ve yem ve su kaynaklarının korunması konularını ortaya koyacak sorular yöneltilmiştir. Hayvan hareketliliği konusunda özellikle nakil araçları ve sürücüsü ile ilgili yapılan sorgulamada ilçelerde bu noktada bir farkındalık bulunmamaktadır. Hayvanların taşınacağı araçların önceden temizlenmesi, araçlarda başka hayvan veya ekipmanların bulunmaması ya da araç sürücüsünün barınaklar içine girmemesi konusunda gerekli özenin gösterilmediği ortaya çıkmıştır. Bazı çiftliklerin genel anlamda koruyucu yaklaşımlara sahip olmasına rağmen, temel biyogüvenlik önlemlerinin nadiren kullanıldığını ve bu tedbirlerin tüm ziyaretçilere aynı ölçüde uygulanmadığı tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Bursa ili, biyogüvenlik uygulamaları, süt sığırcılığı işletmeleri, anket.

### Introduction

Biosecurity practices can often be neglected when creating a plan against the threats that may come from inside and outside to livestock Farms. In addition to the economic losses caused by epidemics or pests in the farms, this situation also makes it necessary to follow up the applications that cover a long and troublesome process such as quarantine. However, with simple biosecurity measures to be taken, the prevention of epidemic diseases in the farms, and the transmission of new diseases to animals can be prevented. Disease agents can be transmitted to animals directly or indirectly Direct contamination; While it occurs through saliva, nasal and eye discharge, genital discharge, fetal fluids, feces, urine, milk, or blood, indirect contamination occurs due to contact with any object in the environment or living vectors.



Although protective practices to protect animals against diseases have been used for years, biosafety was first used in the UK during the foot and mouth disease (FMD) epidemic in 2001 (Nerlich and Wright, 2006; Enticott, 2008). The concept of biosecurity can be defined in various ways. While its scope is limited to "management systems that reduce the risk of transmission of infectious diseases to the herd" (external biosecurity), it is expressed as management practices that regulate the contact of animals with each other (internal biosecurity) (Caldow, 2004; Villarroel et al., 2007). At the same time, this approach includes herd management systems that reduce the risk of infectious diseases entering the herd. The benefits of biosecurity practices to prevent or control diseases offer producers significant advantages with increased production efficiency, good animal welfare, and enhanced immune responses. There are many recommendations within the scope of biosecurity in farms to prevent diseases in general or minimize specific infection risks, including zoonotic risks (Brennan and Christley, 2012). In other words, biosecurity is an indispensable tool for the control of infectious diseases. It can be expressed as all the management systems implemented to reduce the risk of infectious disease for a herd. (Cullor, 2004). On the other hand, biosecurity stands out as farm management and routine health protection practices (Anderson, 2010).

Biosecurity in animals is the assurance of the health and productivity of the herd. While the cost of diagnosis and treatment of the disease can be high, it can also create inconveniences in food safety. At this point, it should not forget that preventive practices are important in terms of efficiency and product reliability to minimize the emergence and spread of diseases (Erganiş 2009, Sungur and Çöven 2009). Large-scale farms are generally advised to include various biosecurity practices to prevent disease or minimize specific infection risks, including zoonotic risks. While many of these approaches recommend preventive procedures, no information is often provided about the cost-effectiveness or participation of such practices. Few studies generally focus on a single practice, such as disinfectant footbaths (Amass et al., 2000; Morley et al., 2005) or approaches to prevent only a disease (Ellis-Iversen et al., 2008).

Training and informing the farm owner and personnel about the issue's importance is vital in preventing possible losses. In this context, it will consider that disease risks may arise from newly purchased animals, deficient health-protection practices, or risky environmental conditions. If these risks are known, it will be easier to deal with or overcome problems on the farms level. The main subjects of biosafety training are management of visitors, traffic control, training of employees, management of newly commissioned animals, technical services, storage and transportation of feed, in-farm practices, and manure management. Whether the welfare of farm animals is measured accurately enough with scientific variables is an issue that awaits resolution. Because well-being is relates to people's moral views, its solution is complicated in some cases. The difference in this matter is also prominent in the definition of welfare. While some of the researchers equated welfare with biological fitness (only in cases where the animal's ability to live and reproduce), others defined it as the mental and physical health of the animal, which includes different criteria (Koyuncu and Altınçekiç, 2007).

There is almost no data on the level of biosafety practice in livestock enterprises in Turkey. In particular, the studies to be carried out based on the enterprise by way of sampling in the field are of great importance in defining the problems in production and revealing their solutions. This study, it is aimed to reveal an awareness

of the importance of biosecurity in dairy cattle farms, to what extent biosecurity is known/implemented, taking into account the districts that stand out in terms of dairy cattle presence in Bursa.

## **Material and Method**

As research material, farms with twenty or more cattle in three districts (Mustafakemalpaşa, Yenişehir, Karacabey) and two central districts (Nilüfer, Osmangazi) where dairy cattle breeding is intensely maintained in Bursa province registered in the database of Türkvat and e-İslah system in 2016 taken into consideration. The counties of Mustafakemalpaşa, Yenişehir and Karacabey, which were taken into consideration, have approximately 60% of the total number of cattle. Data obtained from face-to-face surveys conducted on a voluntary basis with farm owners regarding biosecurity in selected farms were used. Ethics committee approval was obtained with the decision letter of Bursa Uludağ University Research and Publication Ethics Committee dated 31.01.2022 and numbered 6 of the 2022-01 session.

In this study, the population was divided into homogeneous subgroups in terms of one or more characteristics, and a "stratified sampling method" was used. The farms were first divided into five subgroups according to the districts in which they were located, and secondly, into three layers according to the size of the farms. In the stratification process, paid attention to the fact that each farms belongs to the group (layer) to which it belongs. It has been determined that there are 1603 dairy farms that meet these criteria (Table 1). In the second stage, the districts where such farms are concentrated were determined, and the selection phase the farms in five districts (Mustafakemalpaşa, Yenişehir, Karacabey, Nilüfer, Osmangazi) in accordance with the criteria discussed in terms of transportation and healthy conduct of the work was started. In the third stage, the selected farms were grouped according to the existing animal existence. In this context, farms are divided into three layer as holdings with 20-50 head, 51-100 head, and >101 head cattle. The sample population sizes to represent the farms in these three layer and in five districts were determined by calculating according to the "stratified sampling" method (Sümbüloğlu and Sümbüloğlu, 2002).

A minimum of 150 participants' information was evaluated to ensure that made sufficient observations to meet the estimation of the coefficients for each response in the five districts considered (Table 1). In terms of districts, there were cases where no answer could be given to all the questions asked in the farms visited, and this was reflected in the total number of answers. On the other hand, the participants could choose more than one criterion in the answers given to some of the survey questions.

The questionnaire forms obtained at the end of the research were transferred to the computer using the Google forms program. Some answers were numerically coded and exported to Microsoft Excel to aid analysis. Then, numerical (frequency) and proportional values were calculated for the answers given to each survey question. Finally, tested the effect (relationship) of district and farm sizes on the answers with Chi-square analysis (Minitab, 2014).

**Table 1.** Number of surveys conducted by districts and farms capacity

Districts	Farms capacity (head)			Total
	20-50	51-100	>101	
Yenişehir	20	12	5	37
Osmangazi	4	2	2	8
Nilüfer	16	6	1	23
M.Kemalpaşa	30	10	7	47
Karacabey	19	5	11	35
Total	89	35	26	150

## Results and Discussion

Biosecurity is an important tool in controlling infectious diseases and can be defined as management systems applied to reduce the risk of introducing infectious diseases into the herd (Caldow, 2004). Many studies have investigated the implementation of biosecurity in farms at an international level (Faust, 2001; Delabbio, 2006; Pol and Ruegg, 2007; Brandt et al., 2008). The consensus that emerged in most of these studies is that although there is an awareness of biosecurity, implementing biosecurity measures at the farm level is generally weak. The importance of biosecurity practices to help control contagious diseases at the farm level has started to gain international recognition day by day (More, 2007; Negron et al., 2011).

The evaluation results made for the presence of other animal species in or around the farms evaluated in the study are given in Tables 2 and 3. They were keeping other animal species in the holdings increases depending on the rise in the farm capacity. The likelihood of other herds being around is slightly higher in areas with small farms. Farms should not be kept together with different animal species to create an ideal biosecurity level. A study conducted in Malatya related to this issue determined that 9.9% of the farms had other animals (Köseman and Şeker, 2016). It is stated that this value is 84.8% in Şanlıurfa (Yener et al., 2013). Keeping the herd indoors is the primary way to protect cattle from contagious diseases. In this type of closed herd, no cattle are included from outside, and resident cattle do not come into contact with any animals from other farms.

**Table 2.** Relationships within the farms themselves or with other species in the environment according to the districts (%)

Answers	Districts				
	Karacabey	M.Kemalpaşa	Nilüfer	Osmangazi	Yenişehir
No different types of animals	51.4	44.7	47.8	0.50	43.2
No dog	8.6	8.5	13.0	0.0	8.1
Rodent control is done regularly	20.0	21.3	17.4	25.0	27.0
Grassland not used	28.6	46.8	39.1	25.0	40.5
No other herds around (500 m)	11.4	10.6	13.0	12.5	18.9
No conditions to associate with other species	14.3	25.5	21.7	25.0	16.2

Contacting other animals such as rodents, cats, and dogs that move freely on the farm can threaten internal and external biosecurity. Rodent control is generally well practiced with poisons and traps. Additionally, breeders have reported that cats move freely around the farm and enter barns to support rodent control. However, cats have been identified as a risk factor for the presence of Salmonella (Evans and Davies, 1996) and Q-fever (Schimmer et al., 2011). The role of dogs in the epidemiology of neosporosis has also been demonstrated (Almeria and Lopez-Gatius, 2013). According to the  $\chi^2$  analysis, there was no difference between the districts in terms of the presence of other animal species within or around the farm. Regarding farm sizes, the differences between the responses at the point of no different types of animals, no conditions to associate with other species, and common rodent control were significant ( $P<0.05$ ).

**Table 3.** Relationships within the farms themselves or with other species in the environment according to the districts (%)

Answers	Farm capacity (head)			P
	20-50	51-100	>101	
No different types of animals	41.6 <sup>b</sup>	42.9 <sup>b</sup>	69.2 <sup>a</sup>	*
No dog	9.0	14.3	0.0	
Rodent control is done regularly	13.5 <sup>a</sup>	0.0 <sup>b</sup>	0.0 <sup>b</sup>	*
Grassland not used	31.5	51.4	46.2	
No other herds around (500 m)	11.2	20.0	11.5	
No conditions to associate with other species	18.0 <sup>b</sup>	11.4 <sup>b</sup>	38.5 <sup>a</sup>	*

\* Values with different superscripts in the same row differ at ( $p<0.05$ ).

When the border security of the lands where the farms are established, 80.8% of all farms were safe (Table 4), it has been determined that the attention given to border security in small-scale farms is somewhat low, and the importance given to border security increases as the capacity increases. According to the  $\chi^2$  analysis, there was no difference between the districts in terms of the reliability of the land borders and terms of the size of the farms. The fact that the farms is not surrounded means that various pathogens enter the farms and uncontrolled human and animal entry from the outside. For this reason, surrounding farms provide better control. In a study on this subject in Malatya province, the ratio of surrounding dairy farms was determined as 70.5% (Şeker et al., 2017).

**Table 4.** Farm border security (%)

Criteria	Yes	No	No animals on neighboring lands	
Districts	M.Kemalpaşa	89.1	8.7	2.2
	Yenişehir	80.6	13.9	5.6
	Karacabey	73.5	20.6	5.9
	Nilüfer	77.3	22.7	0.0
	Osmangazi	75.0	25.0	0.0
Farms capacity (head)	20-50	72.9	22.4	4.7
	51-100	91.4	8.6	0.0
	>101	92.2	3.8	3.8

To remove the animals that died for any reason in the farms, the approach of burying them outside the farm where they cannot reach the predators constitutes approximately 60% of the responses given (Table 5). The rate of buying this material by local administrations is generally around 30%. It has also been stated that animals that died in such cases were released into nature uncontrolled. This poses a threat to both the environment and farm biosecurity. It has been revealed that the necessary care is not taken to clean the vehicles in which animals will be transported beforehand, not to have animals or equipment purchased from other farms in the vehicles, or to create conditions in which the vehicle driver can move freely within the farms.

**Table 5.** Animal movements by districts (%)

Answers	Districts					P
	Karacabey	M.Kemalpaşa	Nilüfer	Osmangazi	Yenişehir	
Dead animals are buried out of reach of predators	57.1	68.1	60.9	62.5	51.4	
Help is received from local governments for dead animals	22.9	29.8	30.4	0.0	43.2	
Vehicle cleaning is done before loading for animals for sale	20.0	12.8	21.7	25.0	16.2	
The vehicle that will take the animals to be sold is empty when it arrives at the farm	25.7	23.4	17.4	12.5	32.4	
The vehicle and its driver are not allowed to roam the farm	8.6	17.0	13.0	12.5	13.5	
No shared equipment with other farms	14.3 <sup>b</sup>	29.8 <sup>b</sup>	17.4 <sup>b</sup>	50.0 <sup>a</sup>	10.8 <sup>b</sup>	*

\* Values with different superscripts in the same row differ at ( $p < 0.05$ ).

The carcasses of animals that died in farms can harm people and other animals. They can contaminate soil, air, and water and require particular disposal. Within the scope of minimizing the pollution and disease spread risk in the farms, carcasses must be destroyed within 48 hours of death, including any contaminated bedding, milk, manure, or feed. In particular, disposal methods should be chosen to prevent predators from reaching these wastes (Hersom, 2015). Dead animals should not be thrown into the forest or in areas where predators can get them. When needed, it should be removed from the farms with the help of local authorities and buried correctly.

While animal movements often consider the spread of disease as the leading cause of visitors and vehicles entering the farm, they are also issues to be considered when establishing a biosecurity strategy on the farm (Alvarez et al., 2011). The risk of disease transmission may vary according to vehicle types. In a study conducted on this subject, only half of the farms planned a feed preparation unit at the entrance of the farm. The feed supplier had to enter the area where the barns are located during unloading in only one-third of the feed while unloading the feed, on the other hand. However, feed and milk collection trucks rarely come into direct contact with animals on a farm, it is stated that these vehicles should be considered as a biosecurity risk since they visit several herds on the same day (Ribbens et al., 2009). Studies have revealed that cattle farms are frequently visited by professional visitors, but visitors' biosecurity measures are badly affected. Nöremark et al. (2013) state that veterinarians, artificial insemination technicians, and sellers directly contact animals. When professional visitors frequently enter the herd and come into direct contact with animals, adequate biosecurity

measures such as location-specific protective clothing and boots or footbath disinfection should be provided (Villarroel et al., 2007; Nöremark et al., 2013). The study observed that these basic biosecurity measures were rarely used, although some of the farms had these measures. In addition, it has been determined that these measures are not applied to all visitors to the same extent. Generally, it has been determined that veterinarians use protective clothing and boots more frequently.

**Table 6.** Animal movements by districts (%)

Answers	Farm capacity (head)			P
	20-50	51-100	>101	
Dead animals are buried out of reach of predators	60.7	60.0	57.7	
Help is received from local governments for dead animals	22.5 <sup>b</sup>	37.1 <sup>b</sup>	46.2 <sup>a</sup>	*
Vehicle cleaning is done before loading for animals for sale	14.6 <sup>b</sup>	11.4 <sup>b</sup>	34.6 <sup>a</sup>	*
The vehicle that will take the animals comes to the farm empty	19.1 <sup>b</sup>	25.7 <sup>b</sup>	42.3 <sup>a</sup>	*
The vehicle and its driver are not allowed to roam the farm	6.7 <sup>b</sup>	22.9 <sup>a</sup>	23.1 <sup>a</sup>	*
No shared equipment with other farms	10.1 <sup>c</sup>	31.4 <sup>b</sup>	42.3 <sup>a</sup>	*

\* Values with different superscripts in the same row differ at ( $p < 0.05$ ).

This study is an important problem because vehicles are not cleaned and disinfected infrequently. Similarly, it was reported that manure spreaders visited more than half of the farms in the study area, but their vehicles were sparsely cleaned and disinfected. It should consider that this is very important, especially considering many diseases that can be transmitted through manure (Newell et al., 2011; Strauch and Ballarini, 1994).

While it is pleasing that different materials are prominent in the responses received from the breeders on the subject, those who say that they use materials without the need for cleaning in both activities in 11.4%-26.1% of the farm by districts are alarming (Table 7,8). This rate was determined as 18% in all farms. It is seen that the rate of those who state that the equipment used at the scale of the farm is not cleaned between applications increases as the capacity increases. In the evaluation, the differences between the answers given to the 2nd and 3rd questions except the first question were found to be significant ( $P < 0.05$ ).

Equipment contaminated with manure, urine, and other wastes can spread disease organisms between farms by equipment management. Therefore, it is recommended to clean and disinfect borrowed or rented equipment (Defra, 2002). Brennan et al. (2008) state that farmers who borrow equipment must clean and disinfect contaminants before returning it. There was no significant difference in the evaluation of the practices to prevent the contamination of the equipment and feed with manure according to the size of the farms.

**Table 7.** Evaluation of practices to prevent manure contamination of equipment and feed by districts (%)

Answers	Districts					P
	Karacabey	M.Kemalpaşa	Nilüfer	Osmangazi	Yenişehir	
The same equipment is used in feed and manure works and is not cleaned between uses	11.4	19.1	26.1	25.0	16.2	
When the equipment is cleaned very well, it can be used in both feed and fmanure works	42.9 <sup>a</sup>	36.2 <sup>a</sup>	26.1 <sup>a</sup>	0.0 <sup>b</sup>	35.1 <sup>a</sup>	*
Equipment used in feed and manure works should be separate and the same equipment should not be used	25.7 <sup>b</sup>	34.0 <sup>b</sup>	43.5 <sup>b</sup>	75.0 <sup>a</sup>	40.5 <sup>b</sup>	*

\* Values with different superscripts in the same row differ at (p<0.05).

**Table 8.** Evaluation of practices to prevent manure contamination of equipment and feed by districts (%)

Answers	Farm capacity (head)		
	20-50	51-100	>101
The same equipment is used in feed and manure works and is not cleaned between uses	15.7	22.9	19.2
When the equipment is cleaned very well, it can be used in both feed and fmanure works	41.6	20.0	26.9
Equipment used in feed and manure works should be separate and the same equipment should not be used	29.2	51.4	46.2

Access of pets, wild animals, and birds to silos and feed preparation units where feed raw materials are stored should be prevented. Feed tanks, silos, and feed distribution vehicles should be cleaned and disinfected regularly. The most common way to contaminate feed or feeding areas is agricultural equipment used for fertilization. Things to consider to reducing this risk can be listed as follows. It should be avoided to operate equipment used in manure transport for feed preparation and transportation activities. If necessary, it should be cleaned before using it to transport feed. For these activities under consideration, common traffic routes should be avoided, feed storage and composting areas should be planned, and barns should be planned and constructed where cattle cannot pass through feed storage and preparation areas. Contaminated forage (feeds, pasture, grains and concentrates, water and waste milk), feeding equipment, and systems should be considered when preparing a biosecurity plan on the farm (Anderson, 2010). The farm environment should be surrounded by wire mesh; the doors should be closed and locked permanently.

Stale or contaminated feed must be disposed of safely, kept away from animals, and protected from pests. To prevent the bait from spreading around by wind or other means (vehicle wheel, clothing, etc.), care should be taken to clean up any feedstuff immediately spilled (Anonymous, 2018b). The results of protecting feedstuff in the farms from birds, cats, dogs, and insects are given in Tables 9 and 10. Considering both the districts and the size of the farms, the most prominent response in the farms is the option "I keep the raw feed materials in a closed area." On the other hand, it is well preserved checked against spoilage and rodents. As the operating capacity grows, care is taken to protect the feedstuffs. Improper feed storage encourages pests and diseases that can contaminate feed or reduce its usefulness. Contaminated feedstuff can harbor disease organisms and pests that can harm farm animals. Care should be taken to keep baits in a clean and dry storage area.

**Table 9.** Distribution of the protection of feedstuffs in the farms by districts (%)

Answers	Districts					P
	Karacabey	M.Kemalpaşa	Nilüfer	Osmangazi	Yenişehir	
Unprotected against external factors	14.3 <sup>c</sup>	14.9 <sup>c</sup>	39.1 <sup>b</sup>	62.5 <sup>a</sup>	16.2 <sup>c</sup>	*
Feedstuff are kept in a closed area	65.7	72.3	56.5	25.0	59.5	
Feedstuff are checked for spoilage and rodents	25.7 <sup>b</sup>	12.8 <sup>b</sup>	4.3 <sup>b</sup>	12.5 <sup>b</sup>	32.4 <sup>a</sup>	*
Silos are cleaned regularly	11.4	17.0	13.0	0.0	13.5	

\* Values with different superscripts in the same row differ at (p<0.05).

**Table 10.** Distribution of the protection of feedstuffs in the farms by districts (%)

Answers	Farm capacity (head)			P
	20-50	51-100	>101	
Unprotected against external factors	25.8	14.3	15.4	
Feedstuff are kept in a closed area	66.3	60.0	53.8	
Feedstuff are checked for spoilage and rodents	12.4 <sup>c</sup>	31.4 <sup>a</sup>	26.9 <sup>b</sup>	*
Silos are cleaned regularly	9.0 <sup>b</sup>	8.6 <sup>b</sup>	34.6 <sup>a</sup>	*

\* Values with different superscripts in the same row differ at (p<0.05).

The inquiry results about the protection of water resources from pathogens are given in Table 11 and 12. The option of using water from a regularly controlled source has the highest value, with a rate of 42.3% in farms with 101 heads or more. The water given to the animals should be clean; unsuitable drinking water can cause big problems. Contaminated water from artesian wells (containing coliform bacteria and E. Coli) causes acute gastroenteritis (Won et al., 2013). Klebsiella spp. causing mastitis and milk loss in farms. It is transmitted orophocally by fecal contamination and drinking contaminated water. (Zadoks et al., 2011). Many pests and diseases can survive in water for a long time until they find another host, so it is important to keep the water clean. According to the  $\chi^2$  analysis, there was no difference between the districts in terms of protecting water resources from pathogens. On the other hand, when evaluated regarding farm sizes, the difference in answers to questions 3 and 5 is significant (P<0.05).

**Table 11.** Distribution of protection of water resources from pathogens by districts (%)

Answers	Districts				
	Karacabey	M.Kemalpaşa	Nilüfer	Osmangazi	Yenişehir
It comes from the uncontrollable environment	0.0	0.0	0.0	12.5	16.2
There is a regular water supply and it is under control.	17.1	14.9	17.4	25.0	13.5
It provides fmanure and natural life from a protected source	45.7	46.8	39.1	12.5	37.8
A resource is used that is checked twice a year	2.9	4.3	13.0	25.0	13.5
Uses a regularly checked resource	34.3	27.7	13.0	37.5	18.9



**Table 12.** Distribution of protection of water resources from pathogens by farms size (%)

Answers	Farm capacity (head)			P
	20-50	51-100	>101	
It comes from the uncontrollable environment	12.4	8.6	3.8	
There is a regular water supply and it is under control.	15.7	14.3	19.2	
It provides fmanure and natural life from a protected source	48.3 <sup>a</sup>	37.1 <sup>a</sup>	23.1 <sup>b</sup>	*
A resource is used that is checked twice a year	5.6	8.6	19.2	
Uses a regularly checked resource	16.9 <sup>c</sup>	34.3 <sup>b</sup>	42.3 <sup>a</sup>	*

\* Values with different superscripts in the same row differ at (p<0.05).

Especially in areas with high cattle housing, short distances to neighboring herds, and a high frequency of professional visits require breeders to be aware of the various ways disease agents can enter and spread within the herd. According to Nöremark et al. (2010) stated in their study that even breeders with insufficient biosecurity knowledge stated that this was sufficient in their farms. This approach reveals the necessity of informing and guiding the breeders to create an adequate biosecurity strategy, especially for farm visitors (Sarrazin et al., 2014). Another study showed that most breeders are broadly familiar with the concept of biosecurity, but it lacks practical application (Brennan and Christley, 2012). It has been found that the importance given to the cleanliness of the visitors to the farms is over 80% in the farms outside the Nilüfer district (Table 13). It is seen that as the current capacity increases according to the size of the farms, the importance given to the cleanliness of the visitors in the farms increases and even reaches 100% in the farms with 101 cattle or more. According to the  $\chi^2$  analysis, the differences between the districts and the size of the farms are significant (P<0.05) in terms of checking the cleanliness of the visitors coming to the farm.

**Table 13.** Checking the cleanliness of the visitors to the farm (%)

Criteria	Yes	No	P	
Districts	M.Kemalpaşa <sup>b</sup>	80.0	20.0	
	Yenişehir <sup>b</sup>	87.9	12.1	
	Karacabey <sup>b</sup>	81.3	18.8	*
	Nilüfer <sup>a</sup>	52.2	47.8	
	Osmangazi <sup>b</sup>	87.5	12.5	
Farms capacity (head)	20-50 <sup>b</sup>	69.1	30.9	
	51-100 <sup>b</sup>	82.4	17.6	*
	>101 <sup>a</sup>	100.0	0.0	

\* Values with different superscripts in the same column differ at (p<0.05).

It is stated that the parking lot of the vehicles of the guests, salespeople, and specialist personnel who come to visit the farms is an area determined at the entrance of the farm with 56.0% of the districts. However, 24.7% of them are allowed to park wherever they want within the farms is quite remarkable in terms of endangering farm biosecurity. In the evaluation made according to the farm capacity, it is notable that the value of parking in the desired place is 33.7% for those who have 20-50 animals (Table 14). However, the decrease of this value to 10%

and below in farms with >101 heads answering the same question is promising in terms of restricting in-farm vehicle mobility, which is one of the main topics of biosecurity. Vehicles have an important place in transporting or spreading disease agents to farms. For this reason, it is important that the entrance to the farms is through a single door and this is controlled. At these entrances, disinfection applications especially for vehicles should be used. The access of people and visitors to the stables should be limited (Anonymous, 2014). The differences between the answers given to all questions among the districts in terms of the parking arrangement of the vehicles of the visitors to the farm and the answers given to the 1st and 3rd questions in terms of the size of the farm are significant ( $P<0.05$ ).

**Table 14.** Distribution of car parks of visitors to the farm by districts (%)

Answers	Districts					P
	Karacabey	M.Kemalpaşa	Nilüfer	Osmangazi	Yenişehir	
No restrictions	28.6 <sup>a</sup>	12.8 <sup>b</sup>	39.1 <sup>a</sup>	50.0 <sup>a</sup>	21.6 <sup>a</sup>	*
A designated area at the main entrance	45.7	70.2	39.1	50.0	59.5	
A designated area at the main entrance (away from shelters, manure and feed haul roads)	14.3	4.3	13.0	0.0	13.5	
	Farm capacity (head)					P
	20-50	51-100	>101			
No restrictions	33.7 <sup>a</sup>	14.3 <sup>b</sup>	7.7 <sup>c</sup>			*
A designated area at the main entrance	49.4	68.6	61.5			
A designated area at the main entrance (away from shelters, manure and feed haul roads)	5.6 <sup>b</sup>	8.6 <sup>b</sup>	26.9 <sup>a</sup>			*

\* Values with different superscripts in the same row differ at ( $p<0.05$ ).

In the inquiry about the visitors' use of the farm entrance, approximately 17% of the districts in general stated that they could use whatever they wanted, even if there were different entrances (Table 15). However, although there are other doors, the entrance from the main entrance or the door defined for visitors is high. In the evaluation made according to the operating capacity, it was determined that as the number of animals in the farm increased, the sensitivity and awareness to the subject increased, and it was preferred that the entrances be made from controlled entrances determined within a certain discipline (Table 16). The differences between the districts in terms of the farm entrances used by the visitors coming to the farm for different purposes and the answers given to the question that all visitors will use a single clearly defined entrance gate in terms of the size of the farm are significant ( $P<0.05$ ).

**Table 15.** Evaluation of the farm entrances used by the visitors coming to the farm according to the districts (%)

Answers	Districts					P
	Karacabey	M.Kemalpaşa	Nilüfer	Osmangazi	Yenişehir	
Multiple entries can be used	17.1 <sup>a</sup>	6.4 <sup>b</sup>	26.1 <sup>a</sup>	25.0 <sup>a</sup>	21.6 <sup>a</sup>	*
Although an entry point is not specified, the main entrance is usually used	25.7	46.8	26.1	25.0	27.0	
Some visitors (medium and high risk) use the main entrance	2.9	2.1	4.3	0.0	0.0	
All visitors use a single defined entrance door	40.0	25.5	30.4	50.0	40.5	

\* Values with different superscripts in the same row differ at (p<0.05).

In the biosecurity risk analysis of farms, people and workers, relatives of employees, veterinarians, and service personnel who provide services should be considered. First, it should be known for what purpose and frequently the visitors come to the establishment, and regular records should be kept at the point of following the occurrence of any disease depending on these visits. The contact of visitors and their vehicles with the herds in the open or closed environment should be limited. Farm employees and visitors should avoid direct contact with other animals outside their field of duty (Anonymous, 2008).

**Table 16.** Evaluation of the farm entrances used by the visitors coming to the farm according to the districts (%)

Answers	Farm capacity (head)			P
	20-50	51-100	>101	
Multiple entries can be used	19.1 <sup>a</sup>	20.0 <sup>a</sup>	3.8 <sup>b</sup>	*
Although an entry point is not specified, the main entrance is usually used	37.1	34.3	15.4	
Some visitors (medium and high risk) use the main entrance	2.2	2.9	0.0	
All visitors use a single defined entrance door	24.7 <sup>b</sup>	34.3 <sup>b</sup>	69.2 <sup>a</sup>	*

\* Values with different superscripts in the same row differ at (p<0.05).

According to the current risk situation about 40.7% stated that visitor entries are not restricted according to the districts (Tables 17 and 18). People can carry diseases pests unintentionally without realizing it. Suppliers, veterinarians, shippers, workers, and visitors are at risk of transmitting disease. To limit the risk of visitors carrying the disease to the farm, there should be only one access point first so that all movements within the farm can be recorded and it can be known who came into contact with the farm (Anonymous, 2018). When there is a risk of disease in neighboring farms, visit entrances should be restricted as the most important precaution and visitors should not be accepted, especially to the farm. The differences between the answers given to the questions in terms of districts and the restriction of visitor entries according to the risk situation are important (P<0.05). In terms of farm sizes, the differences between the answers given to the questions other than we have just implemented biosecurity practices, an approach is followed, are significant (P<0.05).

**Table 17.** Distribution of restrictions on visitor entries according to risk status by districts (%)

Answers	Districts					P
	Karacabey	M.Kemalpaşa	Nilüfer	Osmangazi	Yenişehir	
No restrictions	57.1 <sup>a</sup>	36.2 <sup>a</sup>	52.2 <sup>a</sup>	0.0 <sup>b</sup>	32.4 <sup>a</sup>	*
Biosecurity rules started to be implemented	11.4	4.3	0.0	12.5	16.2	
Current risks are known and access to some sections is blocked	22.9 <sup>b</sup>	31.9 <sup>b</sup>	21.7 <sup>b</sup>	62.5 <sup>a</sup>	35.1 <sup>b</sup>	*

\* Values with different superscripts in the same row differ at (p<0.05).

**Table 18.** Distribution of restriction of visitor entries according to risk status by farms size (%)

Answers	Farm capacity (head)			P
	20-50	51-100	>101	
No restrictions	58.4 <sup>a</sup>	22.9 <sup>b</sup>	3.8 <sup>c</sup>	*
Biosecurity rules started to be implemented	4.5 <sup>b</sup>	11.4 <sup>b</sup>	19.2 <sup>a</sup>	*
Current risks are known and access to some sections is blocked	19.1 <sup>b</sup>	48.6 <sup>a</sup>	46.2 <sup>a</sup>	*

\* Values with different superscripts in the same row differ at (p<0.05).

Regarding the dress code applied for farm visitors about 32.7% of the breeders stated that the hygiene rules for visitors are involved in their farms (Table 19). According to the size of the farms, overalls, and disinfectants indicate that about 70% of the disposable covers are used in farms with a capacity of >101 heads, and they show the necessary sensitivity in terms of biosecurity (Table 20). It has been observed that about 7.3% of the farms do not allow the vehicles that bring feed and their users to enter the farms. Since the vehicles that bring feed goes from farms to farms, they are the vehicles that best carry pathogens from the previous farms or to the following farms. Keeping these vehicles out of farms as much as possible and high-pressure washing with a broad-spectrum disinfectant in cases where it is mandatory will further reduce the risk of introducing less visible threats such as bacteria, viruses, and spores (Anonymous 2018). Hygiene rules are applied for the visitors in terms of the size of the establishments and the difference between the answers given to the questions except for the questions, they enter the barn directly is significant (P<0.05).

**Table 19.** Distribution of special clothes code for farm visitors by districts (%)

Answers	Districts				
	Karacabey	M.Kemalpaşa	Nilüfer	Osmangazi	Yenişehir
No attention to clothes	17.1	42.6	47.8	50.0	43.2
Hygiene rules apply to visitors	34.3	36.2	17.4	25.0	37.8
Visitors can enter the barn directly	25.7	10.6	8.7	0.0	16.2
Visitors go through a disinfectant foot bath	28.6	31.9	8.7	0.0	24.3
Clean-looking boots and overalls are used	25.7	36.2	21.7	12.5	24.3
Disposable equipment is used	17.1	6.4	4.3	0.0	8.1
Vehicles or drivers are not allowed in the barn.	8.6	0.0	4.3	12.5	16.2

**Table 20.** Distribution of special clothes code for farm visitors by farms size (%)

Answers	Farm capacity (head)			P
	20-50	51-100	>101	
No attention to clothes	43.8 <sup>a</sup>	42.9 <sup>a</sup>	11.5 <sup>b</sup>	*
Hygiene rules apply to visitors	24.7	42.9	46.2	
Visitors can enter the barn directly	16.9	17.1	3.8	
Visitors go through a disinfectant foot bath	16.9 <sup>b</sup>	37.1 <sup>a</sup>	30.8 <sup>b</sup>	*
Clean-looking boots and overalls are used	19.1 <sup>b</sup>	28.6 <sup>b</sup>	53.8 <sup>a</sup>	*
Disposable equipment is used	2.2 <sup>b</sup>	2.9 <sup>b</sup>	38.5 <sup>a</sup>	*
Vehicles or drivers are not allowed in the barn.	3.4	14.3	11.5	*

\* Values with different superscripts in the same row differ at (p<0.05).

**Table 21.** Distribution of measures to protect the herd by districts when breeders visit other farms (%)

Answers	Districts					P
	Karacabey	M.Kemalpaşa	Nilüfer	Osmangazi	Yenişehir	
Changing only boots	20.0	44.7	21.7	25.0	37.8	
Wear clean clothes and boots, avoiding contaminated areas	11.4 <sup>b</sup>	8.5 <sup>b</sup>	13.0 <sup>b</sup>	75.0 <sup>a</sup>	18.9 <sup>b</sup>	*
It is not allowed to enter the fertile areas and the feed unit, and the boots are disinfected at the exit	25.7	10.6	21.7	0.0	21.6	

\* Values with different superscripts in the same row differ at (p<0.05).

Indirect links through visitors can play a role in spreading both endemic and exotic diseases. Good biosecurity routines can minimize the risk of such a spread by using clean boots and protective clothing, and cleaning equipment between farms. In parallel, the lack of biosecurity may contribute to the spread of the disease (Anonymous, 2018). When other farms are visited, the results of the evaluation of both the visited and the health of the herd according to the districts and the size of the farms are given in Tables 21 and 22. The differences between the answers given to the second question among the districts are significant (P<0.05) in terms of the measures taken or the existing herd when the breeders visit other farms. There was no significant difference according to the size of the farm.

**Table 22.** Distribution of measures to protect the herd by districts when breeders visit other farms (%)

Answers	Farm capacity (head)		
	20-50	51-100	>101
Changing only boots	38.2	31.4	15.4
Wear clean clothes and boots, avoiding manure-contaminated areas	12.4	22.9	19.2
It is not allowed to enter the fertile areas and the feed unit, and the boots are disinfected at the exit.	12.4	28.6	23.1

## Conclusion

Biosecurity practices can often be neglected when creating a plan against threats from inside and outside to farms. This situation necessitates the economic losses caused by epidemics or pests in the farms, as well as the practices that cover a long and laborious process such as quarantine. However, with the simple biosecurity measures to be taken, it is ensured that epidemic diseases are prevented in the farms and those new diseases are not transmitted to animals. In this study, it was tried to reveal the current situation with the questions prepared based on the titles mentioned. The awareness of biosafety practices in the districts where the evaluated farms are located or the responses of the districts to the questions regarding the application differed, so it was seen that each district stood out at different points in terms of the criteria discussed. However, it has been determined that Karacabey, M.Kemalpaşa, and Yenişehir districts are ahead of the other two districts, Osmangazi and Nilüfer, the main factor in this is the experience and farmcapacities of these districts. When the answers to the survey questions are considered in terms of the size of the farms, it has been determined that the awareness of the farm owner about biosecurity increases as the animal presence in the farms visited increases, and they are more open to developments and innovations in the current situation and the future. The main factor here is that the income from the farm is closely related to the investment to be made on the subject or being open to new applications.

## Acknowledgments

This study was produced from Şehri YILMAZ'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 6 of the 2022-01 session.

## References

- Almería, S. and López-Gatius, F. 2013. Bovine neosporosis: clinical and practical aspects. *Research in Veterinary Science*, 95(2), 303-309.
- Álvarez, J., Sáez, J. L., García, N., Serrat, C., Pérez-Sancho, M., González, S., Jesusu Ortega, M., Gou, J., Carbajo, L., Garrido, F., Goyache, J. and Dominguez, L. 2011. Management of an outbreak of brucellosis due to *B. melitensis* in dairy cattle in Spain. *Research in Veterinary Science*, 90(2), 208-211.
- Amass, S.F., Vyerberg, B.D., Ragland, D., Dowell, C.A., Anderson, C.D., Stover, J.H. and Beaudry, D.J. 2000. Evaluating the efficacy of boot baths in biosecurity protocols. *Swine Health Prod.* 2000;8(4):169-173.
- Anderson, D.E. 2010. Survey of biosecurity practices utilized by veterinarians working with farm animal species. *Online J. Rural Res. Policy*, 5 (7) :1- 13.

- Anonim, 2008. Biosecurity and Biological Risk Management for Livestock Enterprises, University of Florida. (Erişim tarihi: 12.10.2018).
- Anonim, 2014. Biosecurity for Dairy Farms. Wisconsin Veterinary Diagnostic Laboratory. (Erişim tarihi: 10.12.2018).
- Anonim, 2018. <http://traglor.cu.edu.tr/objects/objectFile/tcfdm9mU-2232013-48.pdf> (Erişim tarihi: 20.12.2018).
- Brandt, A. W., Sanderson, M. W., DeGroot, B. D., Thomson, D. U. and Hollis, L. C. 2008. Biocontainment, biosecurity, and security practices in beef feedyards. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 232(2), 262-269.
- Brennan, M. L., Kemp, R. and Christley, R. M. 2008. Direct and indirect contacts between cattle farms in north-west England. *Preventive Veterinary Medicine*, 84(3-4), 242-260.
- Brennan, M.L. and Christley, R.M. 2012. Biosecurity on cattle farms: A Study in North-West England. *PLoS ONE* 7(1):1-8.
- Caldow, G. 2004. Biosecurity, does it have a place in the management of beef herds in the United Kingdom (Reprinted). *Cattle Practice* 12: 149–153.
- Cullor, J.S. 2004. Applied Biosecurity for Dairy Farms. Proceedings of the WBC Congress Quebec Canada 2004 Veterinary Medicine Teaching and Research Center University of California. Available at: <http://www.ivis.org>.
- Defra, 2002. Department for Environment, Food and, Rural Affairs.
- Delabbio, J. 2006. How farm workers learn to use and practice biosecurity. *Journal of extension*, 44(6), 6FEA1. (Erişim 14.12.2018)
- Ellis-Iversen, J., Cook, A.J.C., Watson, E., Nielen, M., Larkin, L., Wooldridge, M. and Enticott, G. 2008. The spaces of biosecurity: prescribing and negotiating solutions to bovine tuberculosis. *Environment and Planning*, 40: 1568–1582.
- Enticott, G. 2008. The spaces of biosecurity: prescribing and negotiating solutions to bovine tuberculosis. *Environment and Planning*, 40: 1568–1582.
- Erganiş, O. 2009. Sürü Sağlığında Biyogüvenlik Prensipleri ve Güvenli Et ve Süt Üretimi için Üretim Yönetimi, <http://atavet.com.tr/bilgibankasi.php?makale=17>. (Erişim Tarihi: 27.04.2011).
- Evans, S. and Davies, R. 1996. Case control study of multiple-resistant *Salmonella typhimurium* DT104 infection of cattle in Great Britain. *The Veterinary Record*, 139(23), 557-558.
- Faust, R. J. 2001. Nile monitors: everything about history, care, nutrition, handling, and behavior. Barron's Educational Series.
- Hersom, M. 2015. Biosecurity and Biological Risk Management for Livestock Enterprises UF/IFAS Biosecurity and Biological Risk Management for Livestock flocks Handbook.
- Koyuncu, M., Altınçekiç Ş.Ö. 2007. Çiftlik Hayvanlarında Refah. *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 21:2, 57-64.

- Köseman, A. and Şeker, İ. 2016. Malatya İlinde Sığırcılık İşletmelerinin Mevcut Durumu:II. Hayvan Sağlığı ve Ahır Hijyeni Perspektifinde Biyogüvenlik Uygulamaları. *Kocatepe Veterinary Journal*, 9(1): 61-69.
- Minitab Inc., 2014. (MINITAB release 17: statistical software for Windows) (Minitab Inc, USA).
- More, K. 2007. Scientific aspects of polymer electrolyte fuel cell durability and degradation, *Chemical Reviews*, 107 (10), 3904-3951.
- Morley, P.S., Morris, S.N., Hyatt, D.R. and Van Metre D.C. 2005. Evaluation of the efficacy of disinfectant footbaths as used in veterinary hospitals. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 226: 2053–2058.
- Negron, M., Raizman, E.A., Pogranichniy, R., Hilton, W.M. and Levy, M. 2011. Survey on management practices related to the prevention and control of bovine viral diarrhoea virus on dairy farms in Indiana, United States. *Prev.Vet.Med.* 99,130–135.
- Nerlich, B. and Wright, N. 2006. Biosecurity and insecurity: The interaction between policy and ritual during the foot and mouth crisis. *Environmental Values* 15: 441–462.
- Newell, D.G., Elvers, K.T. and Dopfer, D., Hansson, I., Jones, P., James, S., Gittins, J., Stern, N.J., Davies, R., Connerton, I., Pearson, D., Salvat, G. and Allen, V.M. 2011. Biosecurity-based interventions and strategies to reduce *Campylobacter* spp. on poultry farms. *Appl. Environ. Microbiol.*, 77(24), 8605-8614.
- Nöremark, M., Frössling, J. and Lewerin, S.S. 2010. Application of routines that contribute to on farm biosecurity as reported by Swedish livestock farmers. *Transboundary and Emerging Diseases*, 57(4), 225-236.
- Nöremark, M., Frossling, J. and Lewerin, S.S. 2013. A survey of visitors on Swedish livestock farms with reference to the spread of animal diseases. *BMC Vet. Res.* 9, 184: 1-14.
- Pol, M., Ruegg, P.L. 2007. Treatment practices and quantification of antimicrobial drug usage in conventional and organic dairy farms in Wisconsin. *Journal of Dairy Science*, 90(1), 249-261.
- Ribbens, S., Dewulf, J., Koenen, F., Mintiens, K., de Kruijff, A. and Maes, D. 2009. Type and frequency of contacts between Belgian pig herds. *Preventive Veterinary Medicine*, 88(1), 57-66.
- Sarrazina, S., Brigitte Cayb A., Laureynsa J. and Dewulfaa J. 2014. A survey on biosecurity and management practices in selected Belgian cattle farms. *Preventive Veterinary Medicine*, 117: 129–139.
- Schimmer, B., Luttikholt, S., Hautvast, J.L., Graat, E.A., Vellema, P. and van Duynhoven, Y.T. 2011. Seroprevalence and risk factors of Q fever in goats on commercial dairy goat farms in the Netherlands, 2009-2010. *BMC Veterinary Research*, 7(1), 81: 1-14.
- Sungur, H. ve Çöven, F. 2009. Kanatlı İşletmelerinde Biyogüvenlik ve Hastalıklardan Korunma. [http://www.yumbir.org/templates/resimler/File/dokumanlar/Biyogüvenlik\\_Kitap.pdf](http://www.yumbir.org/templates/resimler/File/dokumanlar/Biyogüvenlik_Kitap.pdf). (Erişim Tarihi: 01.03.2011).
- Strauch, D. and Ballarini, G. 1994. Hygienic Aspects of the Production and Agricultural Use of Animal Wastes 1. *Journal of Veterinary Medicine, Series B*, 41(1-10), 176-228.



- Sümbüloğlu, K., Sümbüloğlu, V. 2002. Biyoistatistik, Hatipoğlu Yayınları, Ankara.
- Şeker, İ., Köseman, A., Mundan, D. 2017. Biyogüvenlik için Gerekli Bazı Faktörler Bakımından Malatya İli Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Değerlendirilmesi. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 12 (1) : 54- 62.
- Villarroel, A., Dargatz, D.A., Lane, V.M., McCluskey, B.J. and Salman, M.D. 2007. Suggested outline of potential critical control points for biosecurity and biocontainment on large dairy farms. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 230: 808–819.
- Won G., Gill A. and Lejeune J.T., 2013. Microbial quality and bacteria pathogens in private wells used for drinking water in northeastern Ohio. *J Water Health*.
- Yener, H., Atalar, B. and Mundan, D. 2013. Şanlıurfa ilindeki sığırcılık işletmelerinin biyogüvenlik ve hayvan refahı açısından değerlendirilmesi. *Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 2(2) 87-93.
- Zadoks, R.N., Griffiths, H.M., Munoz, M.A., Ahlstrom, C., Bennet, G.J., Thomas, E., Schukken, Y.H. 2011. Sources of Klebsiella and Raoultella species on dairy farms: be careful where you walk. *J. Dairy Sci.* 94(2): 1045-1051.





## Gıda Ambalajlarında Değişen Tüketici Tercihleri<sup>A</sup>

İsmail Bülent GÜRBÜZ<sup>1\*</sup>, Özgecan KADAĞAN<sup>2</sup>

**Öz:** Gıda ambalajları tüketici ile ürün arasındaki ilk iletişimi sağlayan ögedir. Bu nedenle ambalajlar tüketiciyi gördüğü andan itibaren etkilemeli ve ürünü satın almasını sağlamalıdır. Tüketiciler bir ürüne ihtiyaç duydukları andan başlayıp ürünü satın alıp tükettiği ana kadar birçok unsura dikkat etmektedir. Ambalajlar malzeme, renk, logo, içerik bilgisi, depolama kolaylığı, fiyat vb. faktörler ile tüketicinin satın alımını etkilemektedir. Bu araştırmada ambalaj fonksiyonlarının tüketici tarafından algılanan önemi, ambalaja yönelik tüketici tercihleri ve ambalaj özelliklerinin tüketici tercihlerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmada Bursa ilinde ikamet eden 202'si kadın ve 199'u erkek, toplam 401 katılımcı ile yüz yüze anket çalışması yapılmıştır. Elde edilen veriler SPSS 25.0 Paket Programında analiz edilmiştir. Araştırma sorularının cevaplarını bulmak amacı ile Frekans analizi, One-Way Anova analizi ve Korelasyon analizi uygulanmıştır. Analiz sonucunda katılımcıların %29.7'sinin 26-35 yaş aralığında, bekâr ve üniversite mezunu olduğu belirlenmiştir. Gıda ürünlerini satın alırken dikkat ettikleri unsurlar incelendiğinde, katılımcıların %73.6'sı kalitenin çok önemli olduğunu, %46.4'ü ise markanın önemli olduğunu belirtmişlerdir. Ambalaj için çok önemli diyen bireylerin oranı %39.9'dur. Katılımcıların gıda ambalajları hakkındaki düşünceleri eğitim durumuna göre farklılık göstermektedir. Ambalaj ve marka hakkındaki görüşler ile ambalajda dikkat edilen gelişmeler arasında pozitif yönlü ( $r=0.111$ ) ve istatistik olarak anlamlı ( $p=0.013$ ,  $p<0.05$ ) fakat zayıf bir ilişki bulunmaktadır. Ambalajlarda bulunması gereken unsurlar ile ambalajlarda dikkat edilmesi gereken gelişmeler arasında ise orta derecede anlamlı ancak negatif yönlü ( $r=-0.344$ ,  $p=0.001$ ,  $p<0.050$ ) bir ilişki bulunduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Bilgi, tutum, etiket bilgisi, satın alma davranışı.

<sup>A</sup> Bu çalışma Özgecan KADAĞAN tarafından hazırlanan "Gıda Ürünlerinin Ambalajlanmasında Tüketicilerin Satın Alma Kararı: Bursa Örneği" başlıklı yüksek lisans tezinden üretilmiştir. 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 27.01.2020 tarih ve 2020-01 oturum sayısı kararıyla onay alınmıştır.

\* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** <sup>1</sup> İsmail 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)

<sup>2</sup> 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)

## The Influence of Packaging On Consumer Purchasing Preferences In Food Products

**Abstract:** Food packaging provides the first communication between the consumer and the product. Therefore, the packaging should impress the consumers and make them buy the product from the first encounter with the buyer. Consumers consider many factors, from the moment they need a product until they purchase and consume it. Packages contain many elements such as material, colour, logo, content information, ease of storage, and price affecting the purchase decision. This study aimed to determine the perceived importance of packaging functions, consumer preferences for packaging, and the effect of packaging characteristics on consumer preferences. A face-to-face survey was conducted with 401 participants, 202 women and 199 men, residing in Bursa province. The data obtained were analysed by using SPSS 25.0 Package Program. Frequency analysis, One-Way ANOVA analysis, and Correlation analysis were applied to address the research questions. The analysis determined that 29.7% of participants were 26-35 years old, single, and university graduates. When the factors they paid attention to when buying food products were examined, 73.6% of the participants stated quality was very important, and 46.4% stated that brand was important. The proportion of people who said the packaging was very important was 39.9%. The participants' opinions about food packaging vary according to their educational status. There was a positive ( $r= 0.111$ ) and statistically significant ( $p=0.013$ ,  $p<0.05$ ) but weak relationship between the packaging opinions and the brand and the developments observed in the packaging. It was determined that there was a moderately significant but negative ( $r=-0.344$   $p=0.001$ ,  $p<0.050$ ) relationship between the elements included in the packaging and the developments that should be considered.

**Keywords:** Knowledge, attitude, food label knowledge, consumer purchasing behaviour.

## Giriş

Günümüzde aynı ürün grubunda üretilen ve satışa sunulan ürünlerin çoğu şekil, büyüklük, ürün tasarımı açısından benzer özellikler göstermektedir. Ürünlerin bu denli benzer olması nedeniyle ürünlerde fark yaratmak bir zorunluluk haline gelmektedir (Underwood ve Klein, 2015). Tüketici tercihlerini etkileme ve ürünlerin rakiplerine göre daha fazla satın alınmasını sağlama gerekliliği firmalar arasındaki rekabeti de arttırmaktadır (Clement, 2007; Wang, 2013). Satılması istenilen ürünlere rahatlıkla erişebilme, ürünleri karşılaştırabilme, daha önceden ürünü tüketenlerin olumlu/olumsuz yorumlarına ulaşabilme gibi gelişen olanaklar çok önemli olmakla birlikte tüketici tercihlerini etkilemek için yeterli olmamaktadır. Bu nedenle tüketici satın alma eğilimlerin daha derinlemesine incelenmesi gerekmektedir (Dilber ve ark., 2012). Yapılan araştırmalar, eğitim oranının ve toplumsal refah düzeyinin yükselmesi ile bireylerdeki tüketim bilincinin de artması arasında doğrusal bir ilişki olduğunu savunmaktadır (Cengiz, 2019). Buna göre tüketicilerin eğitim seviyeleri arttıkça ve toplumsal refah düzeyi yükseldikçe tüketiciler tercihlerinde daha istekli olacak, sonuç olarak ürün ve ürünle sunulan hizmetlerde aynı doğrultuda gelişecek ve çeşitlenecektir. Bu nedenle tüketicilerin giderek gelişen ve karmaşıklaşan ürün

tercihlerini nelerin etkilediğini derinlemesine analiz etmek gerekmektedir. Ambalaj bu noktada ürünlere farklılık katmakta ve ürün satın alım tercihlerini etkilemektedir.

Ambalajların temel bazı fonksiyonları bulunmaktadır (Örücü ve Tavşancı 2001). Bunlar; koruma (Akkemik ve Güner, 2020), kolaylık, tutundurma, bilgilendirme/ iletişim (Vazquez ve ark., 2003) ve fiyattır. Koruma fonksiyonu bir ambalajın en temel işlemidir. Bununla ambalaj ürünü dışarıdan gelebilecek her türlü etkenden korumayı amaçlamaktadır (Marsh ve Bugusu, 2007). Aynı zamanda ambalajlarda tüketicilerin ürünü nasıl ve ne miktarda kullanabileceğinin yazılması da koruma yönünden önemlidir (Balcı, 2019). Bireyler ürünün rahat tüketilebilir olmasını önemsemektedir. Sıvı ürünlerin taşınmasında sağlanan kolaylık da tüketici için avantajlı olmaktadır (Dilber ve ark., 2012; Erbaş, 2018; Dinçerler, 2019). Ürünlerde yapılan promosyonlar, tanıtımlar, reklamlar tüketicinin ilgisini çekmekte ve merak uyandırmaktadır. Bu noktada tutundurma işlevini gerçekleştirmektedir (Düz, 2012). Bilgilendirme/iletişim, ambalaj etiketlerinde yer alan bilgilerin yeterli olmasını sağlamaktadır. Gıda ürününün içerik bilgisi, üretim ve tüketim tarihi, kullanım şekli, gerekli uyarılar ve muhafaza koşulları bu fonksiyona dahildir (Cooksey, 2005; Ampuero ve Vila, 2006; Dinçerler, 2019). Draskovic ve ark. (2009), yaptıkları çalışmada ambalajların tüketici ile ürün arasında doğrudan iletişim sağladığını ve tüketicilerin duygularını etkilediğini belirlemişlerdir. Araştırmaya göre ambalajların “iletişim” boyutu, tüketicileri etkileyebilecek ve satın alma davranışlarını etkileyebilecek bir faktördür. Ambalajın fiyat fonksiyonunda, ambalajlanan ürünlerin ambalaj maliyetlerinin iyi hesaplanması gerekmektedir. Tüketiciler daha kaliteli ambalajlı ürünler için daha fazla ödeme istegindedir (Anselmsson ve ark., 2007). Fiyat fonksiyonunun tam olarak uygulanması için ürüne uygun malzeme seçimini gerektirmektedir. Zira ürün fiyatının yüksek olması tüketici açısından çoğunlukla olumsuz olarak algılanmaktadır. Aynı zamanda fiyatının son derece uygun olması durumunda da tüketici ürünün kalitesini sorgulamaktadır (Silayoi ve Speece, 2004; Dilber ve ark., 2012).

Günümüzde özellikle çalışan bireyler, öğrenciler, bekar ve yalnız yaşayanlar gerek artan miktarlarda işlenmiş ve dondurulmuş gıdaları tercih etmektedir (Özkan ve Kadağan, 2019). Bu yönde gelişen talep, üretici firmaları pratik ve kolay tüketilebilecek ürünler sunmaya teşvik etmiştir. Hazır ve dondurulmuş gıdaların güvenli bir biçimde tüketilmesinde ambalajlar büyük bir etkiye sahiptir. Ürünler hakkında çok sayıda bilgiye yer veren ambalajlı gıdalar tüketici tarafından daha fazla tercih edilmekte, ayrıca tüketicilerin karar verme mekanizmalarını kolaylaştırarak onlara zaman kazandırmaktadır (Gözübüyük, 2015). Ayrıca meyve sebze gibi çabuk bozulabilen ürünlerin ambalajlanması ve dondurulması sayesinde gıda ürünlerinin israfında da azalmalar görülmektedir. Ambalaj gıdayı koruma özelliğine ek olarak depolama, nakliye sırasında da koruma sağlamaktadır. Satış sonrasında koruma özelliği ile de ürün zarar görmeden tüketiciye ulaşmaktadır (Marsh ve Bugusu 2007; Chen ve ark., 2020). Bu sayede gıda kaybı önlediği gibi üretici zararı az da olsa önlenebilmektedir.

Tüketicilerin satın alma kararlarını etkileyen birçok etken bulunmaktadır. Bu etkenler tüketicilerin demografik özelliklerine göre değişkenlik göstermektedir (Dinçerler, 2019; Gurbuz ve Macabangin, 2019). Aynı içeriğe sahip ürünler arasında tüketiciyi etkileyerek satın alınmasını sağlayan ambalajdır. Firmalar ambalajın yukarıda belirtilen avantajlarını özümstedikçe ambalaj bir rekabet unsuru haline gelmiştir.

Tüketiciler farklı ürünlere farklı tepkiler vermektedir. Bu noktada tüketicilerin davranış şekillerinin iyi belirlenmesi gerekmektedir (Deliya ve Parmar, 2021). Tüketici davranış şekilleri rasyonel tüketici davranışı, faydacı tüketici davranışı, ekonomik tüketici davranışı, sosyal tüketici davranışı, duygusal tüketici davranışı olmak üzere beş alt grupta toplanmaktadır (Almaçık, 2010). Rasyonel tüketiciler bir malı daha uzun süreli kullanımından gelecek faydayı düşünerek normal fiyatından daha fazla bir ödemeye razı olan tüketicilerdir. Bu tüketiciler ürünü satın alırken en yüksek faydayı sağlayan ürünü tercih etmektedir (Samırkaş Komşu ve Akboz, 2019). Faydacı tüketiciler satın almak istedikleri üründe fonksiyonellik ve pratiklik beklemektedir (Doğrul, 2012). Genelde temel ihtiyaçları giderebilmek amacı ile sadece gerekli ürünleri satın alan ve kısıtlı bütçe ile satın alımı gerçekleştirmek durumunda kalan tüketicilerin davranış biçimi ise ekonomik tüketici davranışıdır. Sosyal tüketiciler ürünü satın alırken çevreye en fazla faydası olan ürünü tercih eden bireylerdir. Duygusal tüketiciler ise kendilerine haz veren ürünleri talep etmektedir (Almaçık, 2010). Gıda ürünü ambalajının öncelikle hangi tüketici grubuna hitap edeceği belirlenmelidir. Tüketici grubunun doğru bir şekilde belirlenmesi, ambalaj malzemesinden ambalajın tasarımına kadar bütün süreçleri etkilemektedir (Deliya ve Parmar, 2021). Amacına yönelik olarak kullanılan ambalajlar tüketicilerin satın alımlarını arttırmaktadır (Sünnetçioğlu, 2006).

Ambalajlama, üreticiler için pazarlama da etkin bir rol oynamaktadır. Bunun temel nedeni, tüketicinin ürünle ilgili her şeyi ambalajından öğrenmesi ve ambalaj yardımıyla ürünü diğerlerinden ayırt edebilmesidir. Son yıllarda literatürde ambalaj ve ambalaj kullanımına yönelik araştırmalarda artış görülmektedir. Yenilmez (2013) yaptığı araştırmada, ambalajın başlı başına bir ürün olarak değerlendirilmesi gerektiğini ve ona göre tasarlanmasının önemli olduğunu belirtmiştir. Bir ambalajın tasarımı ambalaj malzemesi, renk ve ürünü pazarlamaya yönelik etiket ile tasarımın birleşmesi ile oluşan yaratıcı bir iştir. Araştırma, ambalaj en temel olarak üreticiden tüketiciye kadar geçen süreçte, ürünü koruma, ürünü saklama, ürünü taşıma ve ürünle ilgili bilgi verme özelliklerine sahip olduğunun altını çizmektedir. Wang (2013) tüketicilerin bir ürünü plansız satın almaları durumunda tüketiciyi en çok etkileyen etmenin ambalaj tasarımı olduğunu ifade etmiştir. Firmalar özellikle görsel açıdan müşterinin ilgisini çeken ambalajları tercih etmektedir. Yazara göre ambalajlarda ürüne uygun renklerin kullanılması ürünü daha iyi yansıtmaktadır. Ene ve Özkaya (2018) ambalajlamanın tüketici algısını yönlendirebileceğini ve tüketicinin satın alma davranışını etkileyebileceğini savunmaktadır. Aynı şekilde ambalajlamaya yönelik algıları bilmek de ambalajlamada eşit derecede önemlidir. Gök ve ark. (2017) İzmir ilinde yaşayan bireylerin süt ve süt ürünlerini satın almalarında ambalaj unsurlarının etkilerini araştırmışlardır. Çalışma, eğitim seviyesinin artışı ile ambalajlı süt ve süt ürünlerinin tercih edilme düzeyinin de artış gösterdiğini göstermiştir.

Mevcut çalışmalar incelendiğinde ambalajın tarihçesi, özellikleri, kullanılan malzemeler, tüketicilerin satın alım davranışları vb. konularında çok sayıda araştırma olduğu görülmüştür. Fakat eğitim durumunun ambalaj hakkındaki düşünceleri ve ambalaja dair görüşleri, ambalajlarda bulunması gereken unsurları nasıl etkilediği hususunda mevcut bir araştırma ile karşılaşılmamıştır.

Bu araştırmada ambalaj fonksiyonlarının tüketici tarafından algılanan önemi, ambalaja yönelik tüketici tercihleri ve ambalaj özelliklerinin tüketici tercihlerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

### Araştırma Hipotezleri

Bireylerin sosyo-demografik özelliklerinin bilinmesi onların davranışlarını tahmin etmede önemlidir, zira bireylerin bu özellikleri onların satın alma davranışlarını önemli ölçüde etkileyebilmektedir. Tüketici davranışlarını tahmin etmede en çok cinsiyet, yaş, meslek, gelir, ailedeki birey sayısı gibi demografik özelliklerden biri veya birkaçı bir arada incelenebilmektedir. Tüketicilerin ambalajlı gıda ürünü satın alımlarına odaklanan araştırmalarda bireylerin gıda alışverişlerinin sahip olduğu demografik faktörlerin etkili olduğunu göstermektedir (Akpınar ve ark., 2015; Öz ve Kazak 2016; Boz ve ark., 2020). Tüketicilerin gıda ambalajları hakkındaki düşüncelerinin araştırıldığı bu çalışmada ise mevcut çalışmada tüm demografik faktörleri incelemekten ise sadece tüketici tercihlerini etkileme olasılığı en yüksek faktörün incelenmesi hedeflenmiştir. Zira gıda ambalaj türleri, özellikleri ve kullanım amaçlarının çeşitlenmesi bir yanda tüketicilere sonsuz seçme imkânı sunarken diğer yanda bu kadar çok ambalaj türünün ve özelliğinin olması kafa karıştırıcı olabilmektedir. Ambalaj çeşitlenmesi ile en sağlıklı, çevreci, pratik ambalajlı ürünü seçmek gıda ürünleri kadar ambalajlar konusunda da bilgi sahibi olmayı gerektirmektedir. Ambalajlar konusunda bilgi sahibi olmak ile gelişen ambalaj teknolojilerini takip etmek tüketicilerin eğitim seviyeleri ile ilişkili olabilecektir. Bu tez Taştan ve ark. (2014)'in araştırma bulguları ile desteklenmektedir. Araştırmacılara göre geleneksel gıda satın alım sürecinde tüketici davranışlarını en çok etkileyen unsur eğitim durumudur. Tapkı ve ark. (2020) araştırmasında tüketicilerin satın alım tercihlerini etkileyen unsurlar incelenmiş ve yaş, cinsiyet, medeni durum, gelir durumu, aylık gıda harcamalarının tüketici satın alımını etkilemediği sadece eğitim durumunun farklılık gösterdiğini ifade etmişlerdir. Gözübüyük, (2015) tüketicilerin ürün satın alma sürecinde istek ve ihtiyaçlarının eğitim durumlarından etkilendiğini eğitim durumundaki artışın tüketicinin o üründen ve ambalajdan olan taleplerini de arttırdığının altını çizmektedir. Benzer şekilde Al-Jeraisy, (2008) eğitimin tüketicilerin davranışlarını, motivasyon ve algılarını en çok etkileyen etmenlerin başında geldiğini ve bireylerin tüketim davranışlarını doğrudan etkilediğini düşünmektedir. Özen (2018), yapmış olduğu çalışmada katılımcıların eğitim düzeylerinin artması ile ambalajlı ürün satışının doğru orantıda olduğunu ve eğitim düzeyinin artış göstermesi durumunda ambalajlı ürünlerin daha fazla talep edildiğini ifade etmiştir. Karakaşoğlu (2021), araştırmasında eğitim düzeyinin tüketici satın alımını etkileyen en temel kişisel faktörlerden biri olduğunu belirtmiştir. Öte yandan Gökçaya (2022), bireylerin sürdürülebilir ve ileri dönüşümlü ambalajlara yönelik tutumlarının eğitim düzeyine göre farklılık göstermediği sonucunu elde etmiştir.

Örneklerden de görüldüğü üzere çalışmalar çoğunlukla eğitim durumu ile ambalaj hakkındaki düşünceler ile arasındaki ilişkiyi genellikle onaylamakla birlikte aksi araştırmalarda mevcuttur. Bu nedenle katılımcıların gıda ambalajları hakkındaki düşünceleri eğitim durumuna göre farklılık gösterip göstermediği belirlemek istenmiştir. Mevcut çalışmada tüketicilerin eğitim seviyelerinin artması ile gelişen teknolojileri yakından takip edeceği ve yüksek eğitime sahip tüketicilerin daha yüksek ambalaj bilincine sahip olacağı yani eğitim seviyesine göre tüketicilerin ambalaj tercihlerinde farklılık olabileceği öngörülmektedir.

Bu nedenle aşağıdaki hipotezler oluşturulmuştur.

H1: Katılımcıların gıda ambalajları hakkındaki düşünceleri eğitim durumuna göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermektedir.

Katılımcıların gıda ürünlerini satın alırken dikkat ettikleri birçok unsur vardır. Bu unsurlar promosyon, ürünün kalitesi, marka, içerik bilgisi, fiyat, son kullanma tarihi, menşei vb.dir. Çalışmada dikkat edilen bu unsurların her birinin birbirleri arasındaki etkileşim merak edilmiştir. Ambalaja ait bu unsurlar (1) Ambalaj ve marka hakkındaki görüşler (2) ambalajlarda bulunması gereken unsurlar (3) ambalajlarda dikkat edilen gelişmelerdir olmak üzere 3 alt grupta toplanmıştır. Oluşturulan bu alt gruplar arasındaki ilişkiler aşağıdaki hipotezler doğrultusunda incelenmiştir.

H2a: Ambalaj ve marka hakkındaki görüşler ile ambalajlarda bulunması gereken unsurlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmaktadır.

H2b: Ambalaj ve marka hakkındaki görüşler ile ambalajlarda dikkat edilen gelişmeler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmaktadır.

H2c: Ambalajlarda dikkat edilen gelişmeler ile ambalajlarda bulunması gereken unsurlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmaktadır.

Araştırmada ambalaj fonksiyonları, tüketici tercihleri ve ambalajlamanın tüketici tercihlerine etkisini araştırmak üzere kuramsal bir çerçeve oluşturulmuştur. Araştırmanın metodolojisi belirlenerek elde edilen bulgular tartışılmış ve elde edilen sonuçlar özetlenerek gelecek araştırmalar için öneriler sunulmuştur.

## Materyal ve Yöntem

Araştırma verileri Bursa ilinin farklı ilçelerinde ikamet eden 202 kadın ve 199 erkek olmak üzere toplam 401 bireyin katılımı ve yapılandırılmış anket yöntemi kullanılarak elde edilmiştir. 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 27.01.2020 tarih ve 2020-01 oturum sayısı kararıyla onay alınmıştır. Bursa ilinin nüfusu 2020 yılında 3.101.833'tür (TÜİK, 2021). Çalışma grubunda yer alanlar tesadüfi olarak seçilmiş ve katılımcıların rızası alındıktan sonra anket formları yüz yüze görüşmelerle tamamlanmıştır (Gürbüz ve Kadağan, 2019).

Örneklem büyüklüğü aşağıda verilen formül ile hesaplanmıştır (Sencer, 1989; Özdamar, 2003)

$$n=(z)^2 p(1-p)/d^2 \quad (1)$$

$$n=(1.96)^2/(4(0.05)^2)=384.16 \quad (2)$$

n: Örneklem büyüklüğü,

z: 1.96, 2.58 ve 3.28 değerleri. (1,96)

p= popülasyon tahmin oranı (0.5)

d= Örneklem hatası için (0.05)



Formüle göre 50000 evren büyüklüğünde 384 örneklem yeterli iken kayıp veri de olabileceği göz önüne alınarak 401 adet bireyle görüşme yapılmıştır. Araştırmanın ana kitlesi Bursa ilinde ikamet edenler olarak belirlenmiştir.

Çalışmada yer alan anket soruları, bu konuda yapılmış birçok çalışmanın ortak yönleri baz alınmış, geri kalan kısım ise özgün olarak hazırlanmıştır. Anket sorularının son kontrolü için 50 katılımcı ile pilot çalışma yapılmıştır. Ankette toplam 22 adet soru sorulmuştur. Anket demografik sorular ve gıda ambalajlarının tüketici satın alımı üzerinde etkisinin belirlenmesi olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. Demografik sorular; katılımcıların cinsiyet, yaş, meslek, eğitim durumu, aylık gelir, hanedeki kişi ve çalışan sayısından oluşmaktadır. İkinci kısımdaki gıda ambalajlarının tüketici satın alımı üzerinde etkisinin belirlenmesi soruları ise; hanedeki alışverişten sorumlu olma durumu, alışveriş esnasında etikete dikkat etme, dikkat edilmesi durumunda en çok dikkat edilen unsurlar, etiketler üzerindeki bilgilerin yeterli olup olmadığı, ambalaj ve markalar hakkında bireylerin görüşleri, ambalajlarda dikkat edilen noktalar, en çok aranan ambalaj bilgileri ve ürünlerde promosyon olması durumunda tüketicilerin verdikleri tepkilerden oluşmaktadır. Araştırmada, 5’li Likert ölçeğinde sorular bulunmaktadır. Verilerin toplanmasının ardından elde edilen verilere göre anket soruları 3 alt grupta toplanmıştır. Bu alt gruplar; (1) Ambalaj ve marka hakkındaki görüşler (2) ambalajlarda bulunması gereken unsurlar (3) ambalajlarda dikkat edilen gelişmelerdir.

Elde edilen verilerin analizlerinde SPSS 25 Paket Programı kullanılmıştır. Çalışmada araştırılmak istenen hipotezler belirlenmiş ve bu hipotezler doğrultusunda analizler gerçekleştirilmiştir. Çalışmada Frekans Analizi, Tek Yönlü Varyans Analizi ve Korelasyon analizleri uygulanmıştır. Analizlerin uygulanabilmesi için verilerin normallik ve güvenilirlik testleri yapılmıştır. Normallik analizi sonucuna bakıldığında Kolmogorov-Smirnov test sonucunun Sig. (.123)  $p > 0.05$  olarak elde edildiği görülmektedir. Araştırma verileri normal dağılım göstermektedir. Dolayısıyla, parametrik analizler uygulanmıştır. Cronbach’s Alpha analizi sonucu ise  $\alpha = .801$  olarak elde edilmiştir. Çalışma verileri yüksek düzeyde güvenilirlerdir.

## **Bulgular ve Tartışma**

### **Demografik Bulgular**

Çizelge 1.’de katılımcıların demografik verileri yer almaktadır. Veriler incelendiğinde katılımcıların %50.4 (202 kişi)’ü kadın ve %49.6 (199 kişi)’sı erkektir. Yaş grupları incelendiğinde katılımcıların %29.7’si 26-35 yaş aralığında, 23.9’u 36-45 yaş aralığında yer almaktadır. 65 yaş ve üzeri 24 katılımcı bulunmaktadır. Medeni durumu bekar olan birey sayısı 62 ve evli-beraber yaşayan birey sayısı 339’dur. Meslek grupları incelendiğinde en fazla işçi (167 kişi) olan katılımcı ve en az (27 kişi) öğrenci olan katılımcı yer almaktadır. Katılımcıların eğitim düzeyleri ise %77.3 ile en fazla üniversite mezunlarıdır.

Çizelge 1. Katılımcıların demografik verileri

Cinsiyet	N	%	Yaş	N	%
Kadın	202	50.4	18-25	44	11.0
Erkek	199	49.6	26-35	119	29.7
Toplam	401	100	36-45	96	23.8
<b>Medeni durum</b>	<b>N</b>	<b>%</b>	46-55	62	15.5
Bekar	62	15.5	56-65	56	14.0
Evli	339	84.5	66+	24	6.0
Toplam	401	100.0	Toplam	401	100.0
<b>Meslek</b>	<b>N</b>	<b>%</b>	<b>Eğitim durumu</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
Memur	25	6.2	Okur yazar	13	3.2
İşçi	167	41.6	İlkokul mezunu	8	2.0
Serbest meslek	36	9.0	Ortaokul mezunu	6	1.5
Ev hanımı	34	8.5	Lise mezunu	64	16.0
Öğrenci	27	6.7	Üniversite mezunu	310	77.3
Esnaf	32	8.0	Toplam	401	100.0
Emekli	80	20.0			
Toplam	401	100.0			

### Tüketicilerin Gıda Ürünlerini Satın Alırken Dikkat Ettikleri Unsurlar

Tüketiciler gıda ürünü satın alırken belirli birtakım özelliklere göre karar vermektedir. Tüketicilerin demografik özellikleri, beklentileri ve ürün türlerine göre bu özelliklerden bazıları daha fazla öneme sahip olabilmektedir. Araştırmanın ilk kısmında tüketicilerin gıda ürünlerinde aradıkları en temel özellikler ve bu özellikler içerisinde ambalaja verilen önceliğin derecesi anlaşılmaya çalışılmıştır. Sonuçlar aşağıdaki Çizelge 2’de özetlenmiştir.

Çizelge 2. Katılımcıların gıda ürünlerini satın alırken dikkat ettikleri unsurlar

	Hiç önemli değil		Önemli değil		Kararsızım		Önemli		Çok önemli		Ort.	SS
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%		
Fiyatı	15	3.7	10	2.5	73	18.2	156	38.9	147	36.7	4.02	0.993
Promosyon	14	3.5	42	10.5	76	19.0	107	26.7	162	40.4	3.90	1.149
Kalite	16	4.0	0	0	36	9.0	54	13.5	295	73.6	4.53	0.954
Ambalaj	31	7.7	24	6.0	93	23.2	93	23.2	160	39.9	3.65	1.131
Marka	8	2.0	17	4.2	73	18.2	186	46.4	117	29.2	3.97	0.908
Anlaşılır etiket	22	5.5	56	14.0	39	9.7	121	30.2	163	40.6	3.87	1.242
Porsiyon	22	5.5	44	11.0	85	21.2	102	25.4	148	36.9	3.77	1.211
Kolay muhafaza	8	2.0	3	0.7	76	19.0	93	23.2	221	55.1	4.29	0.933
Üretildiği ülke	16	4.0	37	9.2	78	19.5	135	33.7	135	33.7	3.84	1.112
Yağ,şeker miktar.	17	4.2	16	4.0	37	9.2	112	27.9	219	54.6	4.25	1.059
Kullanılan kimya.	13	3.2	13	3.2	22	5.5	69	17.2	284	70.8	4.49	0.972
Organik	7	1.7	11	2.7	53	13.2	99	24.7	231	57.6	4.34	0.929
Koruyucu renkl.	6	1.5	14	3.5	26	6.5	49	12.2	306	76.3	4.58	0.874
GDO’lu gıdalar	15	3.7	2	0.5	22	5.5	56	14.0	306	76.3	4.59	0.913

Çizelge incelendiğinde tüketicilerin en çok satın aldıkları gıda ürününün GDO (Genetiği değiştirilmiş Organizmalar)'lu olmamasına (%90.3), koruyucu renklendirici içermemesine (%88.5) ve ürünlerde kimyasal kullanılmamasına (%88) dikkat ettiği görülmektedir. Son yıllarda yaygın medyada GDO lu gıdalar hakkında çıkan yayınlar sonucu tüketiciler satın aldıkları gıda ürünlerin içeriği hakkında yüksek bir farkındalığa sahip olmuştur ve bu farkındalığı alışveriş tercihlerine de yansıtılmaktadır. Tüketiciler gıda ürünlerinde kaliteye son derecede önem vermektedir. Zira gıda kalitesi tüketilen gıdaların tadı, rengi, kıvamı, içeriği ve besin değeriyle ilişkilendirilmektedir ve tüketilen gıda kalitesinin yaşam kalitesi ile ilgili olduğu düşüncesi yaygındır. Bu nedendir ki ürün kalitesi benim için 'önemli' ve 'çok önemli' diyenler katılımcıların %87.1 gibi son derece yüksek bir kısmını oluşturmaktadır. Gıda üreticisi ve satıcısı firmaların ürün kalitesini yükseltme konusunda yaptıkları çalışmaların tüketici tercihlerini olumlu yönde etkilediği görülmektedir. Bu bulgu Gün ve Orhan (2011) araştırması tarafından desteklenmektedir. Gün ve Orhan (2011), GDO ve kimyasal madde içeren ürünlerin tüketici tarafından tercih edilmediğini ifade etmiştir. Öncebe ve Demircan (2019), yaptığı çalışma sonuçları gıda tüketme nedeni olarak ilk sırada sağlığa yararlı olması olduğunu onaylarken bunu tatlarının hoş gitmesi, zinde olmalarını sağlaması ve hastalıklardan korunmalarında etkili olması seçeneklerinin takip ettiğini göstermiştir. Mevcut çalışmada da tüketicilerin temiz içerikli gıdaları tüketmek istedikleri söylenebilir. Temiz içerikli gıda ürünlerinin hastalıklardan koruduğu ve daha sağlıklı olduğu bilinmektedir (Ayduğ, 2020). Tüketicilerin gıda ürünlerinin organik olmasının 'çok önemli' olduğunu belirtenler %57.6 oranında kalmaktadır. Oysa son 10 yıldır organik tarım üretimine verilen önem çok artmış ve çiftçiler organik tarıma yönelmeye çalışılmıştır. Organik tarım yapan çiftçilere verilen desteklerde önemli derecede artış olmuş dolayısı ile organik üretim diğer ürünlere göre daha hızla artmıştır. Araştırmada, üretimdeki bu önemin tüketici tercihlerine yansımadağı ortaya çıkmıştır. Tüketiciler GDO'lu ürünlerden uzak durmakla birlikte organik ürünlere de yönelmekte çekince göstermektedir. Bu araştırma Bursa ilinde yapılmıştır. Büyük ve endüstriyel bir yerleşim yeri olması nedeni ile yaşam giderleri daha yüksektir ve gıda giderleri aile bütçesinde önemli bir yer tutmaktadır. Organik ürünler ise konvansiyonel olarak yetiştirilmiş ürünlerden daha pahalıdır. Dolayısı ile tüketicilerin organik ürünleri tercihi daha kısıtlıdır. Zira Çam ve Karakaya (2018), Siirt ilindeki katılımcıların %84.3'ünün organik ürün tüketmenin çok önemli olduğunu düşündüğünü ifade etmişlerdir. Yapılan çalışmada ise tüketicilerin %57.6'sı organik ürün tüketiminin çok önemli olduğunu düşünmektedir. Siirt ili daha kırsalda kaldığı için tüketiciler organik gıdaya daha kolay ve ucuz olarak ulaşabilmektedir. Ayrıca doğal olarak yetiştirilen ürünlerin organik olduğu düşüncesinde olmaları da mümkündür.

Araştırmalar gıda ürünlerinde özellikle gelişmekte olan ülkelerde fiyatın ürün tercihlerinde ilk sıralarda geldiğini onaylamaktadır (Bahşi ve Bostan Budak, 2014; Saygın ve Demirbaş, 2018). Ancak bu çalışmada fiyat özelliği ürün içeriğinden sonra gelmektedir. Katılımcılar fiyatı %75.6 derecesinde önemli bulmaktadır. Genellikle fiyatın bir göstergesi olarak gösterilen markada tüketiciler gözünde aynı derecede önemli çıkmıştır. Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde tüketici tercihlerinde fiyatın diğer özelliklere göre daha öncelikli olduğunu ortaya koyan çalışmalarda mevcuttur. Bunlardan Kılıç ve Aydın Eryılmaz (2022), tüketicilerin tarım ve gıda ürünü satın alımlarında fiyat unsurunun önemine kesinlikle katıldıklarını ifade etmişlerdir. Söz konusu çalışmada mevcut araştırma bulgularının aksine ürün satın alımında dikkat edilen kriterler sıralamasında fiyat

unsuru içerik bilgisinden daha önce gelmektedir. Araştırma sonuçları, katılımcıların satın alımlarında dikkat ettikleri unsurlar hususunda farklılık göstermektedir. Bu farklılığın araştırmaya katılan bireylerin eğitim durumlarındaki farklılıktan kaynaklandığı düşünülmektedir. Kıyaslanan araştırmada katılımcıların eğitim durumu ortalaması lise mezunu iken mevcut çalışmada üniversite mezunudur. Bu bulgu ek olarak araştırmanın diğer bir hipotezi olan eğitimin incelenmesini desteklemektedir.

Araştırmanın önemli bir diğer sonucu tüketicilerin %70.8'i gıda ürünleri tercihlerinde etiketlerinin anlaşılır olması tercih ettiklerini onaylamasıdır. Ürünlerin kolay muhafazasının önemli olduğunu belirtenler ise %78.3 gibi oldukça yüksek bir seviyededir. Zira özellikle hemen bozulabilen hassas ürünlerde (beyaz-kırmızı et, meyve-sebze) muhafaza koşulları çok önemlidir (Karagöz ve Demirdöven, 2017). Bu bulgular Kılıç ve ark. (2021) araştırması ile benzerlik göstermektedir. Yazarlar araştırmalarında tüketicilerin ürün satın alırken muhafaza koşullarına kesinlikle dikkat ettiklerini ifade etmişlerdir. Araştırmada ürün satın alırken dikkat edilen unsurlar sıralamasında muhafaza koşulları 7. sırada yer almakta ve mevcut araştırmada ise 6. sırada yer almaktadır. Tüketiciler satın aldıkları ürünleri daha uzun süre tüketmek istemektedir.

Bununla birlikte marka ve etiketi üzerinde taşıyan ve porsiyon belirlenmesinde son derece kolaylık sağlayan ambalajın tüketici tercihlerinde 'önemli' olduğunu belirtenler %63.1 seviyesinde kalmaktadır. Katılımcıların sadece %39.9'u ambalajın çok önemli olduğunu ifade etmiştir. Ambalajın tüketicilerin gıda tercihlerini belirlemede göreceli olarak alt sıralarda olduğunu söylemek mümkündür. Mevcut araştırma bulgularını destekler yönde Özer ve ark. (2021) tüketicilerin satın alımlarında öncelikli olarak ürünün sağlıklı, güvenilir olmasını önemsendiğini ve ambalajın daha alt sıralarda yer aldığını belirtmektedir. Benzer şekilde Tapkı ve ark. (2021) araştırmasında da gıda ürünü tercihinde ambalaja verilen önem daha alt sıradadır. Ürünün sağlık olma tercihinin öncelikli olması araştırmalarda benzer sonuçlar ortaya çıkarmıştır. Buradan tüketicilerin ambalajın önemsemedikleri değil ambalajın sağlıkla olan ilişkisini ve ambalajın fonksiyonlarını yeterince algılanmadığını söylemek mümkündür.

### **Eğitim Seviyelerine Göre Katılımcıların Gıda Ambalajları Hakkındaki Düşünceleri**

Katılımcıların gıda ambalajları hakkındaki düşünceleri eğitim durumuna göre farklılık gösterip göstermediğinin belirlenebilmesi amacı ile Anova analizi uygulanmıştır. Analiz sonuçları Çizelge 3'te detaylıca verilmiştir. Analiz sonuçları incelendiğinde ambalajların gıdaları (üreticiden tüketiciye ulaşıncaya kadar) koruduğuna inanan bireylerin eğitim durumuna göre farklılık göstermediği ( $p=0.163$ ,  $p>0.05$ ) görülmektedir. Gıdaları satın alındıktan sonra (evde) korumaya devam eder ifadesi eğitim durumuna göre farklılık göstermektedir ( $p=0.003$ ,  $p<0.05$ ). Gıdaların tazeliğini ve kalitesini uzun süre korumaya yardımcı olur, gıdaları hastalıklardan uzak ve hijyenik tutar ve gıdaların evde saklanmasını kolaylaştırır ifadeleri de eğitim durumuna göre farklılık göstermemektedir. Diğer ifadeler eğitim durumuna göre istatistiksel olarak farklılık göstermektedir. İncelenen 11 ifadeden 7 tanesinde eğitim istatistiksel olarak anlamlı bir fark yaratırken 4 tanesinde yaratmamaktadır. Bu bulgulara dayanarak katılımcıların genel olarak gıda ambalajları hakkındaki düşünceleri eğitim durumuna göre farklılık gösterdiğini söylemek mümkündür. Bu durumda  $H_1$  hipotezi desteklenmektedir.

**Çizelge 3.** Katılımcıların gıda ambalajı hakkındaki düşünceleri ile eğitim durumlarının ilişkisi

No	İfadeler	F	Sig
1	Gıdaları (üreticiden tüketiciye ulaşıncaya kadar) korur	1.641	0.163
2	Gıdaları satın alındıktan sonra (evde) korumaya devam eder	8.287	0.003* <sup>1</sup>
3	Gıdaların tazeliğini ve kalitesini uzun süre korumaya yardımcı olur	1.319	0.262
4	Gıdaları hastalıklardan uzak ve hijyenik tutar	0.069	0.991
5	Gıdaların taşınmasını kolay ve pratik hale getirir	3.669	0.006* <sup>2</sup>
6	Gıdaların evde saklanması kolaylaştırır	2.379	0.051
7	Gıdaların evde kullanımını kolaylaştırır	2.145	0.002* <sup>3</sup>
8	Üzerlerindeki etiketler ile gıda hakkında önemli bilgiler verir	31.561	0.002* <sup>4</sup>
9	Daha önce mevsimsel olarak kabul edilen gıdalara tüm yıl boyunca erişilmesini sağlar	5.567	0.001** <sup>5</sup>
10	Gıda israfını azaltıp, maliyetleri düşürerek ve ek iş olanakları sağlayarak ekonomiyi destekler	4.557	0.001** <sup>6</sup>
11	Ambalajın tüketiciye fayda sağladığını düşünmüyorum	12.550	0.009* <sup>7</sup>

\*P<0,05 \*\*p<0,01

<sup>1</sup> (Tukey): 3-6, <sup>2</sup> (Tukey): 1-6, <sup>3</sup> (Tukey): 2-6, <sup>4</sup> (Tukey):1-6, 1-5, 2-6 ,

<sup>5</sup> (Tukey): 3-6, <sup>6</sup> (Tukey):1-4,1-6,3-5, <sup>7</sup> (Tukey):2-4, 2-6

[(1) Okur-yazar değil (2) Okur-yazar (3) İlkokul mezunu (4) Ortaokul mezunu (5) Lise mezunu (6) Üniversite mezunu].

Eğitim durumuna göre farklılık gösteren 2,5,7,8,9,10,11, nolu ifadelerin hangi eğitim düzeyindeki bireylerden kaynaklandığının belirlenebilmesi amacı ile Post- Hoc analizi uygulanmıştır. Ambalajlar gıdaları satın alındıktan sonra (evde) korumaya devam eder ifadesindeki farklılık ilkököl mezunları ile üniversite mezunları, gıdaların evde kullanımını kolaylaştırır ifadesindeki farklılık sadece okur yazar olan bireyler ile üniversite mezunu bireylerden kaynaklanmaktadır. Daha önce mevsimsel olarak kabul edilen gıdalara tüm yıl boyunca erişilmesini sağlar ifadesindeki farklılık ise ilkököl mezunu bireyler ile üniversite mezunu bireylerden kaynaklanmaktadır. 1,3,4,6 nolu ifadelerde eğitim durumuna göre farklılık bulunmamasının bu 4 ifadenin diğer ifadelerle göre daha fazla kabul görmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Ambalajın ürünü koruması, taze kalmasını sağlaması, hijyenik olması ve evde korumaya devam etmesi her eğitim düzeyindeki birey tarafından aynı şekilde ifade edilmiştir.

Eğitim seviyesi bireylerin çeşitli konularda düşünce ve davranış biçimlerini etkileyebilmektedir. Eğitim seviyesi daha yüksek olan tüketicilerin daha bilinçli olacağı, sağlık ve gıda ile ilgili gelişmeleri daha yakından takip edeceği düşünülmektedir. Dolayısı ile eğitim seviyesi yüksek olanlar ile olmayanlar arasında gıda tüketimi davranışında farklılıklar göstermesi beklenmektedir. Aynı şekilde daha eğitilmiş tüketicilerin ambalaj ve ambalajlı ürünlerin gıda ürünlerine sağlayacağı faydalar ve tüketicilere sunduğu kolaylıklar açısından da bir farklılık olacağı beklenmektedir. Benzer bir araştırmada Dilber ve ark. (2012) Karaman ilinde yaptıkları araştırmada eğitim seviyesinin bireylerin ambalajlı ürün tercihlerindeki etki düzeylerini araştırmışlardır. Yazarlar, bireylerin eğitim düzeylerine bağlı olarak, ambalajın tüketicilerin satın alım davranışları üzerinde etkili olduğu ifade etmişlerdir. Bulgulara göre eğitim seviyesi yüksek katılımcıların daha fazla ambalajlı ürün tercih ettikleri belirlenmiştir. Diğer yandan eğitim seviyesinin tüketicilerin ambalajlı gıda ürünü tercihlerinde etkisi olmadığını gösteren araştırmalar da mevcuttur. Zira ambalajlı gıda tüketimi eğitimi kadar damak zevki, gelenekler, aile içi yetiştirme, yaşanılan yer, merak gibi çok sayıda faktörden etkilenebilmektedir. Bireyler

eğitim seviyelerinden bağımsız olarak örneğin sağlık sebepleri nedeni ile ambalajlı gıda ürünleri hakkında daha bilgili olabilmektedir. Zira Cengiz (2019) eğitim durumlarının ambalajların tüketici satın alımına etkisini katılımcıların eğitim durumuna göre farklılık göstermediğini bulmuştur. ( $p=0.230$ ,  $p> 0.050$ ). Mevcut araştırma bulguları Dilber ve ark. (2012) ile paralellik göstermektedir. Bireylerin eğitim durumlarına göre gıda ambalajları hakkındaki düşünceleri farklıdır. Eğitim durumu yükseldikçe ambalaj hakkında daha fazla bilince sahip olduğu görülmektedir. Özellikle ambalajın koruyuculuk özelliği taşıması ve yeterli etiket bilgisine sahip olması eğitim durumu yüksek bireyler tarafından daha fazla önemsenmektedir. Sadece okuryazar ve ilköğretim mezunu olan bireyler ambalajlardaki etiket bilgisinin yeterli olup olmamasını önemsememektedir. Ambalajların gıdaları hijyenik tutması ve dış etkenlerden koruması düşüncesi ise eğitim durumu fark etmeden herkes için aynı düzeydedir.

### **Ambalajın Satın Alma Davranışına Etkisi**

Araştırma kapsamında tüketicilerin ambalajlı ürün satın alma davranışlarının çok yönlü analizi için ambalajlı gıdalar ile ilgili davranışlar üç temel kategoride toplanmıştır.

Tüketicilerin ambalajlı olan ürünler ile ambalaja girmeden açıkta satılan ürünlere yönelik görüşleri ile belirli markalara sahip gıda ürünlerine yönelik bakışları ‘*ambalaj ve marka*’ grubundan toplanmıştır. Zira ambalajlar markanın en önemli sunucuları arasındadır. Genellikle markanın güvenilirliği ambalajın güvenilirliğine yansımaktadır. Hatta pek çok gıda ürünü ambalajları ile özdeşleşmiştir. Tüketiciler ambalajı gördükleri andan itibaren markayı ayırtılabilmektedir.

Oluşturulan ikinci kategori ise ‘*ambalajlarda bulunması gereken unsurlara*’ aittir. Ambalajlar koruyuculuk ve çekicilik özelliklerinin yanı sıra ürün fiyatı, gıda kullanım talimatları, gıda içeriğini gösteren bilgiler, üretim ve son kullanma tarihleri, ürünün çevreye duyarlı olduğunu gösteren işaretler, markası ve üretici bilgileri, kalite onay bilgi ve sembolleri gibi çok sayıda ve çok önemli bilgiyi barındırmaktadır. Gıda sektörü geliştikçe gıda güvenliğine dair endişeler artmaktadır. Tüketiciyi koruma kanunları geliştikçe, ambalajlarda bulunması arzu edilen bilgi oranında da artış gözlenmektedir. Ancak diğer taraftan çevreci sebepler nedeni ile daha az ambalaj kullanımı yönünde baskılarda mevcuttur. Bu nedenle ambalajların taşıması gereken bilgi miktarı konusu ve hangi bilgilerin tüketicilerce nasıl değerlendirildiği konusu çok önemlidir.

Gıda sektörü hızlı bir şekilde gelişmektedir. Bu gelişmelerde hem tüketicilerin tercihleri hem de teknolojik gelişmeler önemli rol oynamaktadır. Ambalaj sektörü de gıda sektöründeki gelişmelere paralel olarak aynı hızda gelişmektedir. Ürünün daha uzun süre dayanmasını sağlayan ambalajlar, ürünü daha uzun süre taze tutan, açılıp yeniden kapanabilen, tekrar doldurulabilen, tekrar kullanılabilen ambalajlar hızla raflarda yerini almaktadır. Bölünmüş paketler, geri dönüştürülebilir ambalajlar, daha az malzeme kullanan daha hafif ambalajlar gibi yenilikler tüketicilere hızla sunulmaktadır. ‘*Ambalajlarda dikkat edilen gelişmeler*’ grubunda tüketicilerin bu özelliklere ne derecede dikkat ettikleri belirlenmiştir.

Çizelge 4’te oluşturulan gruplar aralarındaki korelasyon analizinin sonuçları yer almaktadır. Analiz sonuçlarına göre, ambalaj ve marka hakkındaki görüşler ile ambalajlarda bulunması gereken unsurlar ( $r= 0.004$ ,

$p=0.470$ ,  $p>0.050$ ) arasında pozitif yönlü, ancak zayıf ve istatistiksel olarak anlamlı olmayan bir ilişki bulunmaktadır. Böylelikle H2a hipotezi desteklenmektedir. Ambalajda bulunması gereken unsurların artması yani bir ambalaj üzerinde daha fazla etiket ve içerik bilgisinin, çevre dostu olmasının kişilerin o markaya ve ambalaja dair görüşlerini değiştirmedikleri görülmektedir. Etiket, içerik bilgisi vs. arttıkça ambalaja ve o ambalaj ile sunulan markaya karşı daha olumlu ilişki olması beklenirken araştırma bulguları bu savı desteklememektedir. Bu iki grup arasındaki ilişkinin anlamlı olmaması literatürde yapılan araştırma bulguları ile de desteklenmektedir. Yapılan çalışmalarda insanların büyük ölçüde etiketleri okumadıkları (Coşkun ve Kayışoğlu, 2018), markaya dikkat etmediklerini (Gürer Özel ve Mankan, 2018), içerik bilgilerini okumadıklarını (Cebeci ve Güneş, 2017) belirtmiştir. Ayrıca ürünlerin paketlenmesi esnasında küçük porsiyonlara bölünmesinin de etiket, içerik vb. gibi bilgilerin okunmamasına neden olduğu düşünülmektedir. Tercih edilen marka bilinen ve güven veren bir marka ise tüketici ambalaj ve içerik bilgileri de doğrudur şeklinde bir kaniya varılabilmektedir. Ayrıca bilgileri okumada zaten anlayamayacağı düşünülürken tüketicilerin sayısı da azımsanmayacak miktardadır. Son yıllarda ortaya çıkan ve hızla yayılmakta olan akıllı telefonlara okutulan barkotlu içerik bilgileri de tüketiciler tarafından henüz tercih edilmemektedir. Bulgular teknolojik gelişmelerin tüketicilerin gıda ürünleri hakkında fikirlerini etkilenmediği, tüketiciler hala geleneksel olarak ürünleri dokunarak, koklayarak, satıcıya sorarak satın alma tercihlerini yönlendirdiği şeklinde de yorumlanabilir.

**Çizelge 4.** Ambalajın satın alma davranışına etkisi

		Ambalaj ve marka hakkındaki görüşler	Ambalajlarda bulunması gereken unsurlar	Ambalajlarda dikkat edilen gelişmeler
Ambalaj ve marka hakkındaki görüşler	r	1	.004*	.111
	p		.470	.013
	N	401	401	401
Ambalajlarda bulunması gereken unsurlar	r		1	-.344
	p			.001**
	N		401	401
Ambalajlarda dikkat edilen gelişmeler	r			1
	p			
	N			401

\* $p<0,05$  \*\*  $p<0,01$

Ambalaj ve marka hakkındaki görüşler ile ambalajlarda dikkat edilen gelişmeler alt grubu incelendiğinde bu iki alt grup birbirleri ile pozitif yönlü ( $r=0.111$ ) ve istatistiksel olarak anlamlı fakat zayıf ( $p=0.013$ ,  $p<0.05$ ) bir ilişkiye sahip olduğu görülmektedir. Bu sonuca göre H2b hipotezi desteklenmemektedir. Ambalaj teknolojisindeki gelişmelerin ve tüketiciye sunulan alternatiflerin (çevreci ambalajlar, minimum ambalaj kullanımı barkotlu ürünler, yeniden kullanılabilir ambalajlar) göstermesi tüketicilerin görüşlerini kısmen etkilemektedir. Bu etkinin zayıflığı henüz bu teknolojilerin çok yeni olması ve gıda ürünleri konusunda tüketicilerin risk almaktan çekiniyor olması şeklinde yorumlanabilir. Ambalaj teknolojilerinin ülkenin gelişmişlik derecesine göre değişmekle birlikte 10 yıllık bir geçmişi bulunmaktadır. Bu ürünler raflarda daha sıklıkla yer aldıkça ve zaman ilerledikçe bu iki olgu arasındaki ilişki güçlenecektir. Çelik ve Tümer (2016)'de



ambalaj teknolojilerindeki gelişmelerin bir sonucu çok yakın zaman içerisinde kullanımdaki ambalajların gelişimi bir gereklilik olacağı ve daha yenilikçi teknolojik sistemlerin ambalajlara uygulanacağı altını çizmektedir. Yazarlar gıda ambalajlarındaki yenilikçi uygulamaların üreticilerin ve tüketicilerin talepleri doğrultusunda artacağını vurgulamışlardır. Mevcut araştırmada katılımcıların yaklaşık üçte biri (%29.7) 26-35 yaş grubundadır. Gençler teknolojik gelişmeleri daha yakından ilgi ve merakla takip etmektedir. Ayrıca genç bireyler aile içi tüketimi yönlendirebilmektedir. Dolayısı ile ambalaj teknolojilerindeki zayıf yönlü olan bu ilişkinin gelecekte ambalaj sektöründeki gelişmeler arttıkça güçlenmesi beklenmektedir.

Ambalajlarda bulunması gereken unsurlar alt grubu ile ambalajlarda dikkat edilen gelişmeler ( $r=-0.344$   $p=0.001$ ,  $p<0.050$ ) alt grubu arasında ise orta derecede anlamlı ancak negatif yönlü bir ilişki bulunmaktadır. Sonuç olarak H2c hipotezi desteklenmiştir. Tüketiciler güvendikleri bir markaya ait olan ürünün gıdanın kendisi kadar ambalajının da kaliteli ve kullanışlı olmasını beklenmektedir. Özellikle zaman kazandırması ve rahat taşınması gibi hususlarda ürünlerin kullanışlı olması önemli bir unsurdur. Bu unsurlar tüketici tercihlerini doğrudan etkilemektedir. Sütütemiz ve ark. (2009), yaptıkları araştırmada tüketicilerin ambalajı kullanım kolaylığına sahip ürünleri tercih etme eğiliminde oldukları ve bu ürünleri daha fazla talep ettiklerini ifade etmiştir. Aynı düzeyde ambalaj kalitesi de tüketici tercihlerini doğrudan etkileyen unsurlardan biridir. Özen (2018), araştırmasında üreticilerin ambalaj kalitesini artırması durumunda ürün satışının artacağını belirtmiştir. İncelenen araştırmalar ile mevcut araştırma sonuçlarında tüketici tercihleri benzerlik göstermektedir. Kaliteli ve kullanışlı ambalajlara sahip ürünler daha güvenilir ve faydalı olarak görülmektedir. Aynı zamanda tüketici sağlığını ve tüketici haklarını korumaya yönelik yasal zorunluluk sonucu ambalajlarda bulunması istenilen etiket bilgisi, yazıların okunabilirliği, nasıl tüketilebileceğine dair bilgiler artış göstermektedir. Ancak diğer yanda bu kadar çok bilginin okunması anlaşılması hatta bu bilgilerin duyulması giderek zorlaşmaktadır.

Özellikle gençler, çalışan kesim ve Covid-19 salgını sürecinin de başlaması ile orta yaş tüketicilerde gıda alışverişlerini internet ortamlarına yönlendirmektedir. İnternet alışverişlerinde ambalaj özelliklerinin ayırt edilmesi daha da güçleşmektedir. Ürün ambalaj teknolojisi geliştikçe bu bilgiyi anlama, özümseme ve kabul etme süreci tüketicileri daha tanıdık gıda ürünlerine yönlendirebilir. Bu nedenle ilişkinin ters yönlü olduğu düşünülmektedir. Covid-19 süreci tüketicilerin başta hijyen kaygıları olmak üzere gıda alışverişlerini köklü bir şekilde değiştirmiştir. Uzmanlar Covid-19 ve benzeri salgınların gelecekte de devam edeceğini öngörmektedir. Dolayısı ile bilinen zincir marketlerin ve diğer gıda satıcısı şirketlerin internet sayfalarında ambalaj bilgilerine de daha detaylı bir şekilde yer vermesi gerekmektedir.

## Sonuç

Teknolojinin gelişmesi ve nüfusun artmasının bir sonucu olarak bireylerin tüketim alışkanlıklarında farklılıklar da meydana gelmektedir. Tüketicilerin ürünler ile ilk etkileşimi ambalajlar aracılığıyla gerçekleşmektedir. Bu durumda ambalajın tüketiciyi satın alıma ikna etme gerekliliği ön plana çıkmaktadır. Firmalar ambalajlardaki tasarımlarda, logolarda, etiket bilgilerinde, renklerde tüketicinin satın alımını davranışını etkilemeyi



hedeflenmektedir. Bu araştırmada ambalaj fonksiyonlarının tüketici tarafından algılanan önemi, ambalaja yönelik tüketici tercihleri ve ambalaj özelliklerinin tüketici tercihlerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda katılımcıların gıda ambalajları hakkındaki düşünceleri eğitim durumuna göre farklılık gösterip göstermediği ve ambalaj ve marka hakkındaki görüşler, ambalajlarda bulunması gereken unsurlar ve ambalajlarda dikkat edilen gelişmeler arasında nasıl bir ilişki olduğu araştırılmıştır.

Tüketicilerin satın alım tercihleri demografik özelliklerinden etkilenebilmektedir. Bulgular katılımcıların çoğu ambalajların ürünleri koruduğu konusunda hemfikiridir. Fakat ambalajların, ürünleri taşıma esnasında kolaylık sağlaması, mevsimsel gıdalara tüm yıl boyunca erişilmesini sağlaması, gıda israfını azaltması ve ambalajın tüketiciye fayda sağlaması hususlarında eğitim durumuna göre farklılıklar olduğu görülmektedir. Eğitim düzeyi yüksek olan katılımcılar ambalajın; bilgilendirme, gıdanın uzun ömürlü olmasını sağlama, israfi azaltma, evde saklama ve koruma gibi fonksiyonları hakkında eğitim düzeyi düşük olan bireylerden daha fazla bilinçli oldukları görülmektedir.

Araştırma bulgularına göre katılımcılar sürekli tükettikleri ve güvendikleri gıda ürünlerinin ambalajlarından yüksek kalite, yeterli içerik bilgisi, okunabilir etiket, çevre dostu ve dönüştürülebilir ambalaj malzemesi gibi özellikler beklemektedir. Araştırmadan elde edilen diğer önemli bir sonuç, tüketicilerin kalitesine güvendikleri markalara ve gıda ürünlerinin ambalajlanmasında daha fazla yenilik beklentisi içinde olmadığını yönündedir. Bu durum güvenilen markaların hâlihazırda ambalaj teknolojisindeki gelişmeleri güncel olarak ürünlerde uygulamasından kaynaklanmaktadır.

Tüketiciler arasında ambalaj ve atıkları konusunda çekinceler giderek artmaktadır. Bu nedenle ambalaj üreticileri daha çevreci olan ambalaj malzemelerine yönelmelidir. Yasa yapıcılar üretici firmaları çevreci ambalaj üretme konusunda teşvik etmeli mevcut kanunları bu yönde güncellemelidir. Ambalajlar için daha yaratıcı ve çevreci fikirler desteklenmeli ve buna yönelik etkinlikler yapılmalıdır. Ayrıca çevre dostu ambalaj kullanan firmaların ambalajın bu yönünü daha fazla vurgulaması gerekmektedir. Çevreci ambalaj üreticilerine yönelik destekler verilmeli bu yöndeki Ar-Ge araştırmaları desteklenmelidir. Yerel yönetimler yaygın eğitim kanalları vasıtası ile gıda eğitimlerine ek olarak ambalaj eğitimleri de verilmelidir. Okullarda gıda ile ilgili olarak verilen eğitimler, bilgilendirmeler ambalaj fonksiyonlarını da içine alacak şekilde geliştirilmelidir. Sivil toplum kuruluşları faaliyetlerini sadece gıda tüketimi konusunda değil ambalaj seçimi ve tüketimini de içerecek şekilde genişletmelidir. Bu konu ile ilgili farkındalık araştırmaları katılımcı destekli atölye çalışmaları, yarışmalar, projeler açılarak tüketicilerin ilgisi ve katılımı sağlanabilir.

Her araştırmada olduğu gibi bu araştırmada da birtakım kısıtlar mevcuttur. Araştırma Bursa ili merkez ilçelerinde yaşayan gelir ve eğitim düzeyi yüksek bireyler ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın, Marmara Bölgesi'ndeki illeri ve/veya Türkiye genelini de kapsayacak şekilde tekrarlanması mevcut araştırmanın bulgularının doğrulanmasını ve bulguların ülke çapında genelleştirilmesini sağlayacaktır.

Ayrıca bu konularda araştırma yapmak isteyenler için gıda ambalajlarının gıda israfı üzerindeki etkileri incelenebilir. Gıda israfını azaltabilmek amacı ile ambalajlara ne gibi yeniliklerin ortaya konulacağı da literatüre katkı sağlar. Gıda israfını azaltabilmek amacı ile ambalajlara getirilecek yenilikler ortaya konulabilir. Gıda

ambalajları için yapılan analizlerin yenilikçi gıda ambalajları için de yapılması araştırma konusunu genişletecektir.

## Teşekkür

Bu çalışma Özgecan KADAĞAN tarafından hazırlanan “Gıda Ürünlerinin Ambalajlanmasında Tüketicilerin Satın Alma Kararı: Bursa Örneği” başlıklı yüksek lisans tezinden üretilmiştir. 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 27.01.2020 tarih ve 2020-01 oturum sayısı kararıyla onay almıştır. Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır. Yazarlar çalışmaya ortak katkı sağlamış ve yazarlar arasında her hangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

## Kaynakça

- Akpınar, M. G., Gül, M., Oral, M. A., Akay, A. Ş. ve Gülcan, S. 2015. Meyve suyu ürünleri satın alma tercihinde ambalaj faktörünün değerlendirilmesi. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (44).
- Akkemik, Y. ve Güner, A. 2020. Gıda ambalaj sistemlerinde yeni yaklaşımlar: Akıllı ambalaj sistemleri. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 13(1): 9-22.
- Al-Jeraisy, K. 2008. *Consumer behavior: An analytical study of the saudi family's purchase decisions*. Saudi Arabia: Al Jeraisy Establishment. 344.
- Almaçık, B. 2010. Tüketici davranışlarındaki değişimin marka sadakatine yansımaları. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Halkla İlişkiler Anabilim Dalı, Reklamcılık ve Tanıtım Bilim Dalı.
- Ampuero, O. and Vila, N. 2006. Consumer perceptions of product packaging. *Journal of Consumer Marketing*, 23(2): 102-114.
- Anselmsson, J., Johansson, U. and Persson, N. 2007. Understanding price premium for grocery products: A conceptual model of customer-based brand equity. *Journal of Product & Brand Management*, 16(6): 401-414. 10.1108/10610420710823762
- Atmaca, M. 2018. Sürdürülebilir ambalaj tasarımına sahip ürünlerin tüketici tarafından talep edilme eğilimi: Zeytinyağı ambalajı üzerinden değerlendirme. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Endüstri Ürünleri Tasarımı Ana Bilim Dalı.
- Ayduğ, İ. 2020. Paketli gıda ambalajlarının satın alma davranışına etkisi. *Journal of Global Tourism and Technology Research*, 1(1): 50-76.
- Bahşi, N. ve Budak, D. B. 2014. Tüketicilerin gıda ürünlerini satın alma davranışı üzerine pazarlama iletişimi araçlarının etkisi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 6: 1349-1356.

- Balcı, E. 2019. Bir iletişim aracı olarak yaratıcı düşünmenin karton gıda ambalaj tasarımına yansımaları. Yüksek Lisans Tezi, Yeditepe Üniversitesi, Grafik Tasarım Bölümü.
- Boz, Z., Korhonen, V. and Koelsch Sand, C. 2020. Consumer considerations for the implementation of sustainable packaging: A review. *Sustainability*, 12(6): 2192. MDPI AG. 10.3390/su12062192
- Cebeci, A. ve Güneş F. E. 2017. Türkiye ve Avrupa'daki tüketicilerin gıda etiketi okuma tutumlarını etkileyen faktörlerin değerlendirilmesi. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 6(4): 261- 267.
- Cengiz, H. İ. 2019. Ürün ambalajlarının tüketici satın alma kararlarına etkisi: Torlu bisküvi ve çikolata ürünleri örneği. Yüksek Lisans Tezi, Aksaray Üniversitesi, Üretim Yönetimi ve Pazarlama Bilim Dalı.
- Chen, S., Brahma, S., Mackay, J., Cao, C. and Aliakbarian, B. 2020. The role of smart packaging system in food supply chain. *Journal of Food Science*, 85(3): 517-525. 10.1111/1750-3841.15046
- Clement, J. 2007. Visual influence on in-store buying decisions: An eye-track experiment on the visual influence of packaging design. *Journal of Marketing Management*, 23(9): 917-928.
- Cooksey, K. 2005. Effectiveness of antimicrobial food packaging materials. *Food Additives and Contaminants*, 22(10): 980–987. 10.1080/02652030500246164
- Coşkun, F. ve Kayışoğlu, S. 2018. Besin etiketi okuma alışkanlıklarına ve etiket okumanın satın alma tercihlerine cinsiyetin etkisi: Tekirdağ ili örneği. *Akademik Gıda*, 16(4): 422-430. 10.24323/akademik-gida.505518
- Çam, O. ve Karakaya, E. 2018. Siirt il merkezindeki tüketicilerin organik ürün tüketim tercihleri ve tercihlerini etkileyen faktörlerin belirlenmesi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15(2): 33-41. 10.25308/aduziraat.422021
- Çelik, İ. ve Tümer, G. 2016. Gıda ambalajlamada son gelişmeler. *Akademik Gıda*, 14(2): 180-188
- Deliya, M. M. ve Parmar, B. J. 2012. Role of packaging on consumer buying behavior–patan district. *Global Journal of Management and Business Research*, 12(10): 49–67.
- Dilber, F., Dilber, A. ve Karakaya, M. 2012. Gıdalarda ambalajın önemi ve tüketicilerin satın alma davranışlarına etkisi (Karaman ili örneği). *Gümüşhane Üniversitesi İletişim Fakültesi Elektronik Dergisi*, 3: 159–190.
- Diñçerler, E. M. 2019. Ambalajda renk kullanımının tüketici satın alma davranışına etkisi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Bilgi Üniversitesi, Pazarlama İletişimi Yüksek Lisans Programı.
- Doğrul, Ü. 2012. Elektronik alışveriş davranışında faydacı ve hedonik güdülerin etkisi. *Sosyal ve Beşeri Bilimler Dergisi*, 4(1): 321-331.
- Draskovic, N., Temperley, J. and Pavicic, J. 2009. Comparative perception(s) of consumer goods packaging: Croatian consumers perspective(S). *International Journal of Management Cases*, 11(2): 154-163. 10.5848/APBJ.2009.00028
- Düz, N. 2012. Ambalaj-reklam ilişkisi ve tasarım eğitimindeki yeri. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 3(6): 19-52.

- Ene, S. ve Özkaya, B. 2018. Alışveriş sürecinde ambalaja yönelik tüketici algıları üzerine bir araştırma. *Marmara Üniversitesi Öneri Dergisi*, 13(50): 1-15. 10.14783/maruoneri.v13i38778.364845
- Erbaş, M. 2018. Farklı bileşenlerdeki plastik ambalajlarda muhafaza edilen bazı süt ürünlerinde mikrobiyal gelişimin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Kimya Ana Bilim Dalı.
- Gök, B., Salkın, M., Kenanoğlu Bektaş, Z. ve Kınıklı, F. 2017. Tüketicilerin süt ve süt ürünleri satın alma tercihinde ambalajın etkisi: İzmir ili örneği. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 23(2): 241-253. 10.24181/tarekoder.369451
- Gökkaya, H. 2022. Ambalaj tasarımında yenilik ve ileri dönüşümlü ambalaj tasarımına yönelik tüketici tutumu ile satın alma niyeti ilişkisi. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Gözübüyük, H. Ş. 2015. Satın alma davranışı üzerinde ambalajın etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi, İşletme Anabilim Dalı.
- Gurbuz, I. B. ve 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.
- Gün, İ. ve Orhan, H. 2011. Süt ve ürünleri tüketicilerinin etiket bilgi düzeylerinin incelenmesi. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 1(1): 45-51.
- Gürbüz, İ. B. ve Kadağan, Ö. 2019. Büyükşehir yasasının kırsala etkileri; Bursa ili örneği. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 33(2): 209-226.
- Gürer Özel, E. ve Mankan, E. 2018. Farklı meslek gruplarında çalışan kadınların gıda ürün etiketi (ambalaj) okuma durumları-İstanbul Adalet Sarayı örneği. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 11(56): 1089-1095. 10.17719/jisr.20185639074
- Karakaşoğlu, Z. 2021. Ambalajın tüketicinin satın alma kararı üzerine etkileri: Paketli cips örneği. Yüksek Lisans Tezi, Maltepe Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.
- Karagöz, Ş. ve Demirdöven, A. 2017. Gıda ambalajlamada güncel uygulamalar: Modifiye atmosfer, aktif, akıllı ve nanoteknolojik ambalajlama uygulamaları. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 6(1): 9-21.
- Kılıç, O. ve Aydın Eryılmaz, G. 2022. Covid-19 sürecinde tüketicilerin tarım ve gıda ürünü tercihleri: Samsun ili örneği, Türkiye. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 9(1): 72-78. 10.19159/tutad.1053386
- Küster, I., Vila, N. and Sarabia, F. 2019. Food packaging cues as vehicles of healthy information: Visions of millennials (early adults and adolescents). *Food Research International*, 119: 170-176.
- Marsh, K. and Bugusu, B. 2007. Food packaging-roles, materials, and environmental issues. *Journal of Food Science*, 72(3): R39-R55. 10.1111/j.1750-3841.2007.00301.x
- Örücü, E. ve Tavşancı, S. 2001. Gıda ürünlerinde tüketicinin satın alma eğilimini etkileyen faktörler ve ambalajlama. *Muğla Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 1(3): 1-13.
- Öncebe, S. ve Demircan, V. 2019. Tüketicilerin fonksiyonel gıda tüketimini etkileyen faktörler. *Akademik Gıda Dergisi*, 17(4): 497-507. 10.24323/akademik-gida.667263

- Öz, M. ve Kazak, M. 2016. Taklit ve esinlenme ambalajın tüketici satın alma kararları üzerindeki etkisi ve Karaman'da bir uygulama. *Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 18(30): 41.
- Özdamar, K. 2003. Modern bilimsel araştırma yöntemleri. Eskişehir: Kaan Kitabevi.
- Özen, F. 2018. Tüketici satın alma karar sürecinde ambalajın yeri ve önemi. *International Journal of Entrepreneurship and Management Inquiries*, 2(3): 139-151.
- Özkan, G. ve Kadağan, Ö. 2019. Bursa ili tarımsal potansiyelinin geliştirilmesine yönelik bir değerlendirme. *Turkish Studies - Economics, Finance, Politics*, 14(2): 503-522. 10.29228/TurkishStudies.22850
- Samırkaş Komşu, M. ve Akboz, A. 2019. İnternet alışverişlerinde tüketici davranışları: Rasyonel ve irrasyonel davranış. *Turizm Ekonomi ve İşletme Araştırmaları Dergisi*, 1(1): 15-30.
- Saygın, Ö. ve Demirbaş, N. 2018. Türkiye'de kırmızı et tüketimi: Sorunlar ve öneriler. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 32(3): 567-574.
- Sencer, M. 1989. Toplumbilimlerinde yöntem. İstanbul: Beta Basım.
- Silayoi, P. and Speece, M. 2004. Packaging and purchase decisions: An exploratory study on the impact of involvement level and time pressure. *British Food Journal*, 106(8): 607-628. 10.1108/00070700410553602
- Sünnetçioğlu, İ. 2006. Kozmetik sektöründe ambalajlamanın rolü ve önemi: Parfüm üzerine geliştirilmiş bir örnek uygulama. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İşletme Anabilim Dalı.
- Sütütemiz, N., Çiftiyıldız, S. S. ve Konuk, F. A. 2009. Paketlenmiş süt için ambalaj özelliklerinin algılanan önemi ve satın alma davranışına etkisi: İstanbul ili örneği. *Akademik Gıda*, 7(6): 18-28.
- Tapkı, N., Demirtaş, B. ve Dağıstan, E. 2020. Hatay kent merkezindeki tüketicilerin zeytinyağı satın alma tercihlerini etkileyen faktörlerin belirlenmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 7(2): 331-341. 10.30910/turkjans.725784
- Tapkı, N., Tapkı, İ., Dağıstan, E. ve Sapmaz, K. 2021. Hatay ilinde tüketicilerin süt ve süt ürünleri satın alma davranışları ve tüketici tercihlerini etkileyen faktörler: İskenderun ilçesi örneği. *Hayvan Bilimi ve Ürünleri Dergisi*, 4(1): 10-22. 10.51970/jasp.878434
- Taşdan, K., Albayrak, M., Gürer, B., Özer, O. O., Albayrak, K. ve Güldal, H. T. 2014. Geleneksel gıdalarda tüketicilerin gıda güvenliği algısı: Ankara ili örneği. II. Uluslararası Davraz Sempozyumu, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, 31.
- TÜİK 2021. Türkiye İstatistik Kurumu. TÜİK Kurumsal (tuik.gov.tr) (Erişim tarihi: 07.02.2022).
- Tüyben, E. 2018. Tüketicilerin gıda güvenilirliği yönünden etiket okuma alışkanlığı ve algısının değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Toplu Beslenme Sistemleri Programı, Ankara.
- Underwood, R. L. and Klein, N. M. 2002. Packaging as brand communication: effects of product pictures on consumer responses to the package and brand. *Journal of Marketing Theory and Practice*, 10(4): 58-68. 10.1080/10696679.2002.11501926

- Vazquez, D., Bruce, M. and Studd, R. 2003. A case study exploring the packaging design management process within a UK food retailer. *British Food Journal*, 5(9): 602-617. 10.1108/00070700310497345
- Wang, E. S. T. 2013. The influence of visual packaging design on perceived food product quality, value, and brand preference. *International Journal of Retail & Distribution Management*, 41(10): 805-816.
- Yenilmez, F. 2012. Ambalaj tasarımında kullanıcı deneyimi: Bir zeytinyağı ambalajı üzerinden değerlendirme. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Endüstri Ürünleri Tasarımı Programı.



## Armut (*Pyrus communis* L.) Bahçelerinde Toprakta Bulunan Bor Fraksiyonlarının Belirlenmesi<sup>A</sup>

Serhat GÜREL<sup>1\*</sup>, Haluk BAŞAR<sup>2</sup>

**Öz:** Bu çalışma, armut ağaçlarının bulunduğu topraklarda çeşitli bor (B) fraksiyonlarının araştırılması amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla Türkiye'nin Bursa yöresindeki “Deveci” ve “Santa Maria” armut (*Pyrus communis* L.) çeşitleri bulunan bahçelerde yürütülmüş, toprak örnekleri 0-30 cm ve 30-60 cm derinlikten alınmıştır. Ayrıca meyve ve yaprak örnekleme yapılmıştır. Bor fraksiyonları, yaprak, meyve kabuğu ve meyve etinin toplam B içerikleri ve toprak özellikleri arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Topraktaki toplam borun büyük bir kısmı rezidüal formda (% 94.28-94.51) bulunmuş olup bunu mangan (Mn) oksihidroksitler, amorf demir (Fe) ve alüminyum (Al) oksitler ile kristal Fe ve Al oksitler olmak üzere üç gruba ayrılan oksitlere bağlı B (% 2.13-2.97) takip etmiştir. Organik madde tarafından adsorbe edilen B (% 1.38-1.72), toprak kolloid yüzeylerinde spesifik olarak adsorbe edilen B (% 0.42-0.57) ve kolayca çözünen (bitki tarafından alınabilir) B değerleri (% 0.20 – 0.23) sırasıyla toplam B değerlerini oluşturmaktadır. Sıcak su > 0.01 M CaCl<sub>2</sub> > 1 M NH<sub>4</sub>OAc > 0.1 M KCl > 0.005 M DTPA sırasına göre, kolay çözünen bor (KÇ-B) fraksiyonu beş farklı ekstraksiyon solüsyonu ile belirlenmiştir. Meyve B konsantrasyonu ve toprak B fraksiyonları, yaprak B konsantrasyonundan daha yakın korelasyonlar göstermiştir. Toprak ve bitki analiz sonuçları birlikte değerlendirildiğinde, bitkiler tarafından kolaylıkla kullanılabilen bor elementini temsil eden ve kolayca çözünen B fraksiyonunun belirlenmesinde sıcak su yöntemi en etkili yöntem olarak görünmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Bor fraksiyonları, ekstraksiyon yöntemleri, toprak özellikleri, armut.

<sup>A</sup> Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir. Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır.

\* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** <sup>1</sup> Serhat Gürel, Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Bursa, Türkiye, [sgurel@uludag.edu.tr](mailto:sgurel@uludag.edu.tr), OrcID 0000-0002-2971-8353

<sup>2</sup> Haluk Başar, Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Bursa, Türkiye, [bhaluk@uludag.edu.tr](mailto:bhaluk@uludag.edu.tr), OrcID 0000-0001-9640-4832

**Atf/Citation:** Gürel, S. ve Başar, H. 2022. Armut (*Pyrus communis* L.) Bahçelerinde Toprakta Bulunan Bor Fraksiyonlarının Belirlenmesi. *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 36(2) 377-400.

<https://doi.org/10.20479/bursauludagziraat.987388>

## Determination of Boron Fractions in Soil in Pear (*Pyrus communis* L.) Orchards

**Abstract:** This study was carried out to investigate various boron (B) fractions in soils with pear trees. For this purpose, it was carried out in orchards with “Deveci” and “Santa Maria” pear (*Pyrus communis* L.) varieties in Bursa region of Turkey, soil samples were taken from 0-30 cm and 30-60 cm depths. In addition, fruit and leaf sampling has done. The relationships between boron fractions, total B content of leaves, fruit skin and fruit flesh and soil properties were investigated. Most of the total B in the soil is in the residual form (94.28-94.51%). This was followed by oxides bound B (2.13-2.97%), which were divided into three groups: manganese (Mn) oxyhydroxides bound, amorphous iron (Fe) and aluminum (Al) oxides bound, and crystalline Fe and Al oxides bound. The B adsorbed by organic matter (1.38-1.72%), The specifically adsorbed B on soil colloid surfaces (0.42-0.57%) and easily soluble (can be taken up by the plant) B values (0.20 - 0.23%) constitute the total B values, respectively. The easily soluble boron (KÇ-B) fraction was determined with five different extraction solutions, in the order of hot water > 0.01 M CaCl<sub>2</sub> > 1 M NH<sub>4</sub>OAc > 0.1 M KCl > 0.005 M DTPA. Fruit B concentration and soil B fractions showed closer correlations than leaf B concentration. When the soil and plant analysis results are evaluated together, the hot water method seems to be the most effective method in determining the easily soluble B fraction, which represents the boron element that can be easily used by plants.

**Keywords:** Boron fractions, extracting methods, soil properties, pear.

## Giriş

Armut (*Pyrus communis* L.), antik Yunan şair Homer tarafından “Tanrıların Hediyesi” olarak adlandırılır. Çünkü armut, kanser önleyici, diyabet dostu, antioksidan, yaşlanma geciktirici, antimikrobiyal, iltihap kurutucu, ateş düşürücü, öksürük giderici, ishal kesici, kalp ve damar hastalıklarına karşı koruyucu olmak gibi çeşitli tıbbi özelliklere sahiptir. Öte yandan besin değeri yüksek ve aynı zamanda tatlı, sulu meyveleri vardır (Parle ve Arzoo, 2016). Armut, yetiştirilen meyveler arasında beslenmede elmadan sonra ikinci sırada yer almakta ve dünyanın ılıman bölgelerinde kolaylıkla yetiştirilmektedir (Parle ve Arzoo, 2016). Armut, Türkiye’de çok uzun bir tarım geçmişine sahiptir (Gerçekçioğlu ve ark., 2008). Dünya armut üretimi 2017 yılında 24 milyon tona ulaşmıştır. Türkiye yıllık 530.723 ton üretim ile dünyanın 6. büyük üreticisidir (FAO, 2019). Türkiye’nin Güneydoğu Marmara Bölgesi, Türkiye’nin toplam armut mahsulünün % 25’ini üretmektedir (TÜİK, 2018). Türkiye’nin en yüksek üretim değerine sahip olan bu bölgede yetiştirilen ürünler arasında armut ekonomik ve geleneksel öneme sahiptir. Türkiye’de ve Marmara Bölgesinde armut üretimi, 'Deveci', 'Santa Maria' ve 'Williams' gibi çeşitlerle her yıl artmaktadır (Öztürk ve Öztürk, 2014).

Bor (B), ağaçların büyümesi ve verimliliği için temel unsurdur (Gupta ve Solanki, 2013). Hücre duvarı yapısında, üreme, büyüme ve gelişmesinde, bitki metabolizmasında, zar yapısında ve işlevinde hayati rol oynar (Brown ve ark., 2002). Ağaç verimini ve meyve kalitesini etkileyebilecek farklı metabolik fonksiyonlarda



önemli rollere sahiptir (Marschner, 1995). Armut, B gereksinimine duyarlı bir ürün olarak kabul edilmektedir (Wojcik ve Wojcik, 2003). Bor yeterli miktarda mevcut değilse, çiçekler tam çiçeklenme döneminden önce ölür ve sonuç olarak, armut meyve tutumu ve verimi düşer (Sánchez ve ark., 1998; Lee ve ark., 2009). Öte yandan bor toksisitesinin armutun fotosentetik kapasitesini azalttığını gösteren çalışmalar mevcuttur (Wang ve ark., 2011). Bor, topraklarda borosilikatlar ve boratlar olarak doğal olarak bulunur (Gross ve ark., 2008). Suda çözündüğünde borik asit ( $H_3BO_3$ ) veya borat  $[B(OH)_4^-]$  iyonu olarak görünür (Epstein ve Bloom, 2005) ve bitkiler de bu iki bor formunu kullanırlar (Çelik ve ark., 2017).

Bor toksisitesi tüm dünyada kurak ve yarı kurak bölge topraklarında yaygın bir sorundur (Eraslan ve ark., 2016). Bitkisel üretimde B gübrelemesinin yönetimi çok zordur çünkü B eksikliği ve toksisite aralığı birbirine çok yakındır (Yau ve Ryan, 2008). Bor eksikliğini önlemek için bilinçsiz yapılan gübreleme uygulamaları toksisite sorunlarına yol açabilmektedir (Alloway, 2008). Bitkilerde bor gübrelemesinin daha iyi yönetimi, B fraksiyonlarının daha iyi tanımlanması ve bunların reaksiyonlarının, topraktaki hareketliliği ve bitki alım mekanizmalarının mevcudiyetinin anlaşılmasıyla sağlanabilir.

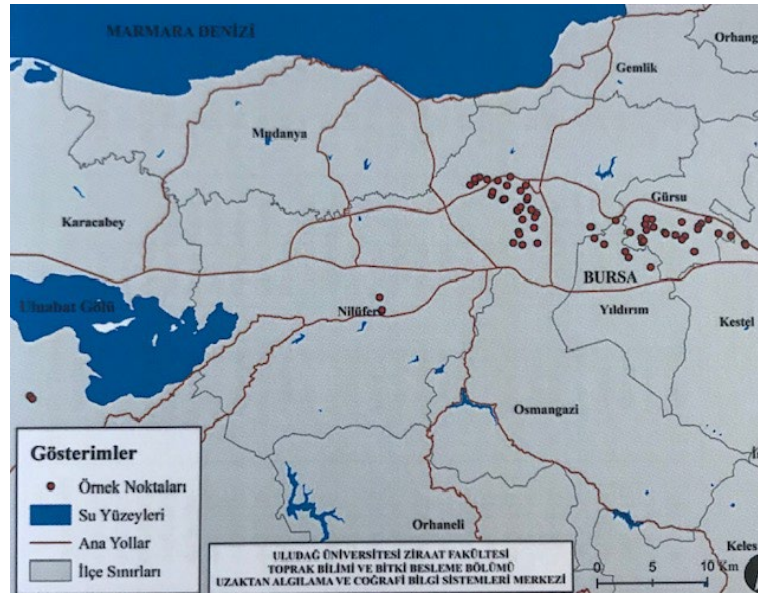
Bor fraksiyonasyonu ve miktar tayini ile ilgili bazı yeni araştırmalarda yapılmıştır. Bu araştırmalarda; topraklardaki bor; genellikle kolayca çözünür, spesifik olmayan ve spesifik olarak adsorbe edilmiş, oksitlere bağlı (Mn oksit, Fe-Al amorf ve kristalize), organik olarak bağlı, toprak silikatlarıyla ilişkili, kalıntı ve toplam B olarak ayırt edilmiştir (Sarkar ve Haldar, 2011; Sathya ve ark., 2013; Çolak, 2013; Barman ve ark., 2017; Kumari ve ark., 2017; Padbuhushan-Kumar, 2017).

Bor, armut bahçelerinde en kritik mikro besin maddesi olarak kabul edilmektedir (Wojcik ve Wojcik, 2003). Meyvede optimum toplam B konsantrasyonu 16 ila 20 mg B  $kg^{-1}$  arasında değişebilir (Raese, 1989). Bu nedenle, yüksek verim ve kaliteli ürün elde etmek için yeterli B gübrelemesi yapılmalıdır (Lee ve ark., 2009). Bu amaçla bor fraksiyonu üzerine sorpsiyon çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmanın amacı, borun farklı fraksiyonları içindeki dağılımını ve aralarındaki ilişkiyi anlamak, farklı B fraksiyonlarının toprak özellikleri ve bitki materyallerinin bor içerikleri ile arasındaki ilişkisini belirlemek ve armut bitkisinin tarımsal analizleri için en uygun yöntemin belirlenmesidir.

## Materyal ve Yöntem

Bu çalışma Bursa kentinin Gürsu, Kestel, Osmangazi, Yıldırım, Nilüfer ve Karacabey ilçelerinde ( $40^{\circ} 2' - 40^{\circ} 35' K$  enlemleri ve  $28^{\circ} 35' - 32^{\circ} 2' D$  boylamları) ticari bahçelerin bulunduğu toplam 76 adet armut bahçesinde yürütülmüştür (Şekil 1). Türkiye'nin armut üretiminde bu bölge hâkimdir. Bahçeler, “Deveci” ve “Santa Maria” çeşidi armut ağaçları ile kurulmuştur. Ağaçların yaş ortalaması 13'tür. Toprak örnekleri erken ilkbahar döneminde Mart ayında, taç izdüşümünden, meyve ağaçları için önerilen 0-30 cm ve 30-60 cm derinlikten alınmış (Chapman ve Pratt, 1961) ve analizler için hazırlanmıştır (Kacar, 2009). Toprak pH'sı, 1:2.5 toprak-saf su suspansiyonunda ölçülmüştür (Jackson, 1958). Elektriksel iletkenlik (EC), toprakların 1:2.5 toprak-saf su suspansiyonunda ölçülmüştür (Rhoades, 1982). Toprak bünyesi için tane boyutu belirlemesi, hidrometre yöntemi

(Bouyoucus, 1955) kullanılarak yapılmıştır ve Amerika Birleşik Devletleri (ABD) Tarım Bakanlığı toprak taksonomisi (USDA, 2013) kullanılarak bünye sınıflandırması yapılmıştır. Toprak örneklerinin kalsiyum karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) miktarı Nelson (1982) tarafından bildirildiği şekilde Scheibler kalsimetresi ile belirlenmiştir. Toprak organik maddesi (O.M.), Walkley Black'in (1934) ıslak oksidasyon yöntemiyle belirlenmiştir. Toplam azot (N), Bremner (1965) tarafından bildirilen Kjeldahl metodu ile belirlenmiştir. Alınabilir katyonlar (Ca, Mg ve K) pH 7.0'da 1 M amonyum asetat ( $\text{NH}_4\text{OAc}$ ) ile ekstraksiyondan sonra belirlenmiştir (Kacar, 2009). Alınabilir Ca ve K Eppendorf Elex 6361 model alev fotometresi ile ve alınabilir Mg ise PE 400 model atomik absorpsiyon spektrofotometresi (AAS) ile analiz edilmiştir. Yarıyıllık fosfor (P), pH 8.5'te (Olsen ve Dean, 1965) 0.5 M sodyum bikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ) ile ekstrakte edilmiştir. Askorbik asit ile mavi renk geliştirildikten sonra konsantrasyon kolorimetrik olarak ölçülmüştür. Toprakların alınabilir Fe, Zn, Cu ve Mn içerikleri, 0.005 M dietilen triamin penta asetik asit (DTPA) yöntemi ile belirlenmiştir (Lindsay ve Norvell, 1978). Bahçelere ait bazı toprak özellikleri Çizelge 2'de verilmiştir.



Şekil 1. Örneklemeye yapılan armut bahçelerinin bulunduğu yerler

Yaprak örnekleri Temmuz ayında, her ağaçtan, tacının orta bölümünün farklı taraflarında bulunan yıllık sürgünlerin orta kısmından yaprak sapı ile birlikte tam boyutta alınmıştır (Kacar ve İnal, 2008). Meyve örnekleri Eylül ayında, hasat olgunluğunda toplanmıştır. Yaprak ve meyve örnekleri sırasıyla musluk suyu, 0.01 M hidroklorik asit (HCl) solüsyonu ve deiyonize su ile yıkanmıştır. Meyve eti ve kabuğu üzerinde de analizler yapılmıştır. Armut kabukları havalı kurutma fırınında kurutulmadan önce paslanmaz çelik bıçakla ayıklanmıştır. 70 °C'de kurutulmuş ve paslanmaz çelik bıçaklı öğütücüde öğütüldükten sonra 0.5 mm'lik elekten elenmiştir (Kacar ve İnal, 2008). Yaprak ve meyve numunelerinin B konsantrasyonları kuru madde esasına göre belirlenmiştir. Bu amaçla, kuru yakma yöntemine göre 550 °C'de yakılan ve kalan külün 3 M HCl ile çözündürülmesi ile elde edilen süzükte belirlenmiş ve ekstrakt 5 mL deiyonize su ile seyreltilmiştir. 4 mL'lik bir kısım, 1 mL amonyum asetat ve Na-EDTA çözeltisi (asetik asit ile pH 5.8) ile tamponlanmış ve karıştırıldıktan

sonra 1 mL azometin-H çözeltilisi ilave edilmiştir. Ayrıca standart bor çözeltileri serisi hazırlanmıştır. Absorbans, spektrofotometre ile 60 dakika sonra 420 nm'de okunmuştur (Wolf, 1971). Bahçelere ait bazı bitki örneklerin bor içerikleri Çizelge 4'te verilmiştir.

Araştırmada, toprağın farklı bor fraksiyonlarının ekstraksiyonu yöntemleri, çeşitli araştırmacılar tarafından bildirildiği şekilde yapılmıştır ve yöntemler Çizelge 1' de verilmiştir. Kolay çözünen bor (KÇ-B) fraksiyonunu belirlemek için beş farklı ekstraksiyon yöntemi kullanılmıştır. Daha sonra spesifik, oksidatif ve organik bağlı, kalıntı ile toplam B fraksiyonları sırasız olarak belirlenmiştir (Çizelge 1). Bu yöntemler kullanılarak topraktan ekstrakt çözeltilisine alınan bor miktarı, indüktif eşleşmiş plazma (ICP) - optik emisyon spektrometrisi (OES) (Perkin Elmer ICP-OES Optima 2100 DV) ile belirlenmiştir.

Analiz sonuçları Jump 6.0 programı ile istatistiksel analize tabi tutulmuştur. Toprak, yaprak, meyve eti ve meyve kabuğu örneklerinden elde edilen veriler arasında basit korelasyonlar incelenmiştir (Anonim, 2005).

**Çizelge 1.** Toprak örneklerinde farklı bor fraksiyonlarının ekstraksiyon işlemleri.

Bor fraksiyonları	Ekstraksiyon işlemi	Kaynak	
Kolay çözünen B (KÇ-B)	Sıcak CaCl <sub>2</sub>	20 g toprak örneği ve 40 mL 0.01 M kalsiyum klorür (CaCl <sub>2</sub> ) çözeltisi 50 mL polipropilen santrifüj tüpüne konuldu. Karışım 24 saat süre ile benmari tipi orbital çalkalayıcı ile 100 °C (±1 °C) sıcaklıkta çalkalandı. Suspansiyon Whatman No. 42 filtre kâğıdından süzülmüştür.	Jin ve ark., 1987
	DTPA	20 g toprak örneği ile 40 mL 0.005 M DTPA, 0.01 M CaCl <sub>2</sub> ve 0.1 M tri etanol amin (TEA) çözeltisi 50 mL polipropilen santrifüj tüpüne konuldu. 24 saat boyunca orbital çalkalayıcı ile çalkalandı. Suspansiyon Whatman No. 42 filtre kâğıdından süzülmüştür.	Handreck, 1990
	NH <sub>4</sub> OAc	3 g toprak örneği ile 30 mL 1M amonyum asetat (NH <sub>4</sub> OAc) (pH:7) çözeltisi 30 dakika süre ile çalkalandı ve ekstrakte edilmiştir.	Gupta ve Stewart, 1975
	KCl	15 g toprak örneği, 30 mL 0.01 M potasyum klorür (KCl) çözeltisi ile 24 saat boyunca 25 °C sıcaklıkta benmari tipi orbital çalkalayıcı ile çalkalandı ve ekstrakte edilmiştir.	Chao ve Sanzolone, 1989
	Sıcak su	20 g toprak örneği ve 40 mL saf su 24 saat süre ile 100 °C (±1 °C) sıcaklıkta benmari tipi orbital çalkalayıcı ile çalkalandı ve ekstrakte edilmiştir.	Berger ve Troug, 1945
Spesifik olarak adsorbe edilmiş B (Spa-B)	5 g toprak örneği ve 20 mL 0.05 M KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> çözeltisi 1 saat çalkalandıktan sonra ekstrakte edilmiştir.	Hou ve ark., 1994	
Oksitlere bağlı B (Ox-B)	Mn oksihidroksitlere bağlı (MnOx-B)	1 g toprak örneği, 10 mL 0.01 M nitrik asit (HNO <sub>3</sub> ) ve 0.1 M HCl çözeltisi ile 30 dakika çalkalandıktan sonra ekstrakte edilmiştir.	Jin ve ark., 1987
	Amorf Fe and Al oksitlere bağlı (AmOx-B)	1 g toprak örneği ve 40 mL 0.175 M amonyumoksalat (pH:3.5) çözeltisi ile 3 saat boyunca 85 °C sıcaklıkta ve karanlıkta çalkalandıktan sonra ekstrakte edilmiştir.	Jin ve ark., 1987
	Kristal Fe and Al oksitlere bağlı (CrOx-B)	1 g toprak örneği, 40 mL 0.175 M amonyumoksalat (pH:3.5) çözeltisi ile 3 saat süresince benmari tipi orbital çalkalayıcı ile 85 °C sıcaklıkta under the U.V. lambası ışığı altında olduğu halde çalkalandı daha sonra ekstrakte edilmiştir.	Jin ve ark., 1987
Organik bağlı B (Org-B)	1 g toprak örneği, 20 mL 0.02 M HNO <sub>3</sub> ve % 30 hidrojen peroksit (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ) çözeltisi ile çalkalanıp ekstrakte edilmiştir.	Hou ve ark., 1994	
Rezidüel B (Res-B)	Toplam B miktarından B fraksiyonlarının toplamı çıkarılarak hesaplanmıştır.	Jin ve ark., 1987	
Toplam B (Tot-B)	0.5 g toprak örneğininin 10 mL. HNO <sub>3</sub> + hidroflorik asit (HF) + HCl (5:4:1) asit karışımı ile mikrodalga yakma sisteminde yaş yakılması ile elde edilen çözeltilde belirlenmiştir.	Shuman, 1985	

## Bulgular ve Tartışma

### Bor Fraksiyonları ve Birbirleri ile İlişkileri

Değişik yöntemler kullanılarak ekstratı çıkartılan B fraksiyonlarının sonuçları Çizelge 5 ve 6'da verilmiştir. Beş farklı ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen toprağın KÇ-B fraksiyonları 0-30 cm ve 30-60 cm toprak derinliklerinde sırasıyla genel ortalama 0.37 ve 0.21 mg B kg<sup>-1</sup> arasında değişmektedir (Çizelge 5 ve 6). KÇ-B fraksiyonu belirlemek için sıcak CaCl<sub>2</sub> çözeltisi kullanıldığında, 0-30 cm derinlikte 0.19 - 1.33 (ortalama 0.65) mg B kg<sup>-1</sup> arasında değişmektedir (Çizelge 5). Sıcak CaCl<sub>2</sub> çözeltisi ile 30-60 cm toprak derinliğinde KÇ-B içeriği 0.04 – 1.47 (ortalama 0.40) mg B kg<sup>-1</sup> arasında ölçülmüştür (Çizelge 6). 0-30 cm derinlikteki toprak tabakasında DTPA çözeltisi (0.005 M) ile ekstrakte edilen KÇ-B konsantrasyonları eser miktar ile 0.46 (ortalama 0.10) mg B kg<sup>-1</sup> (Çizelge 5) arasında ve alt katman olan 30-60 cm derinlikte ise iz miktar ile 0.51 (ortalama 0.06) mg B kg<sup>-1</sup> arasında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 6). KÇ-B fraksiyonu NH<sub>4</sub>OAc ile ekstrakte edildiğinde 0-30 cm'de ölçülen bor konsantrasyonu 0.01 – 0.66 (ortalama 0.25) mg B kg<sup>-1</sup> arasında (Çizelge 5) ve alt katman olan 30-60 cm'de KÇ-B fraksiyonu 0.01 – 0.74 (ortalama 0.14) mg B kg<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir (Çizelge 6). Diğer yöntem, KCl çözeltisi ile toprakların ekstraksiyonudur ve KÇ-B içeriği 0-30 cm derinlikte 0.05 – 0.56 (ortalama 0.18) mg B kg<sup>-1</sup> (Çizelge 5) ve 30-60 cm derinlikte ise iz-0.59 (ortalama 0.09) mg B kg<sup>-1</sup> arasında değişmiştir (Çizelge 6). Son olarak, sıcak su yöntemiyle belirlenen KÇ-B içeriği 0-30 cm derinlikte 0.25 -1.61 (ortalama 0.68) mg B kg<sup>-1</sup> (Çizelge 5), ve 30-60 cm derinlikte ise 0.05 -1.47 (ortalama 0.36) mg B kg<sup>-1</sup> arasında (Çizelge 6).

Ekstraksiyon çözeltilerinin kullanılması sonucunda belirlenen KÇ-B değerleri 0-30 cm derinlikte toplam B'un % 0.06'sı ile % 0.43'ü arasında değişmiştir. 30-60 cm derinlikte, KÇ-B değerlerinin toplam B'un % 0.06'sı ile % 0.38'i arasında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 5 ve 6). Toprağın üst tabakasında (0-30 cm) KÇ-B ekstraksiyon yöntemleri arasında toplam B miktarı içerisinde en yüksek KÇ-B içeriği oranı % 0.43 ile sıcak su çözeltisi ile elde edilmiştir. Bu yöntemi sırasıyla % 0.40 ile sıcak CaCl<sub>2</sub> çözeltisi, % 0.15 ile NH<sub>4</sub>OAc çözeltisi, % 0.11 ile KCl çözeltisi ve son olarak % 0.06 ile DTPA çözeltisi ile ekstraksiyon yöntemleri izlemiştir. Alt katmanda (30-60 cm derinlikte) sıcak su yöntemi ile belirlenen toplam B miktarı içerisinde KÇ-B oranı % 0.35 olarak belirlenmiştir. Bu değer, sıcak CaCl<sub>2</sub> çözeltisinde % 0.38 ile yakın orana sahiptir. Bunu % 0.13 oranı ile NH<sub>4</sub>OAc çözeltisi ile ekstraksiyon yöntemi izlemiştir. KÇ-B miktarının toplam B miktarına oranı KCl çözeltisi ile % 0.09 ve son olarak DTPA çözeltisi ile % 0.06 olarak belirlenmiştir (Çizelge 6). KÇ-B fraksiyonunun toplam B'un sadece küçük bir bölümünü temsil ettiği çarpıcı bir şekilde belirlenmiştir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, Hou ve ark. (1994), Tsadilas ve ark. (1994) ve Diana (2006) tarafından açıklanan sonuçlarla tutarlıdır. Brady (1999), toplam B'un % 3 ila % 5'inden azı bitkiler için uygun olduğunu bildirmiştir. Diana ve Beni (2006)'ye göre, bitkiler için mevcut olan toplam B % 0.66 ile % 1.21 arasında değişmektedir. Özet olarak, çalışmada en yüksek kolay çözünebilir B sırasıyla sıcak su > sıcak CaCl<sub>2</sub> > NH<sub>4</sub>OAc > KCl > DTPA yöntemleriyle belirlenmiştir (Çizelge 5 ve 6). Benzer çalışmalarda, en fazla KÇ-B miktarlarının belirlendiği ekstraksiyon yöntemleri sırasıyla NH<sub>4</sub>OAc > DTPA > sıcak CaCl<sub>2</sub> > sıcak su > KCl olarak belirlendiği bildirilmiştir (Harmankaya ve Gezgin, 2005). Raza ve ark. (2002) ise kolay çözünebilir B yöntemlerini sıcak su > sıcak CaCl<sub>2</sub> > NH<sub>4</sub>OAc olarak sıralamıştır. Başka bir çalışmada, Datta ve ark. (2002) toprakların KÇ-B fraksiyonundaki B içeriklerini sırasıyla sıcak 0.01 M CaCl<sub>2</sub> > 0.1 M Salisilik asit > 0.05 M HCl > Tartarik asit > 1 M NH<sub>4</sub>OAc (pH 4.8) > 0.01 M CaCl<sub>2</sub> + 0.05 M Mannitol > 1M NH<sub>4</sub>OAc (pH 7) olarak belirlediklerini bildirmişlerdir.

**Çizelge 2.** Bahçe topraklarının kimi fiziksel ve kimyasal özellikleri.

Birim	Özellik	En düşük		En yüksek		Ortalama		Standart hata	
		I.	II.	I.	II.	I.	II.	I.	II.
mScm <sup>-1</sup>	pH	6.16	7.47	8.49	9.68	7.86	8.11	0.04	0.04
	EC	58.50	61.30	567.00	373.00	196.00	167.00	7.95	6.92
	CaCO <sub>3</sub>	0.77	0.77	22.28	29.58	5.28	6.69	0.48	0.50
	O.M.	0.22	0.07	5.10	3.70	2.34	1.26	0.11	0.08
%	Kil	5.97	4.67	69.51	76.14	26.80	25.01	1.50	1.69
	Silt	8.01	5.72	73.79	55.73	28.79	27.14	1.12	1.32
	Kum	1.76	6.68	84.09	89.61	44.37	47.80	1.87	2.19
mg kg <sup>-1</sup>	N	0.05	0.01	0.49	0.29	0.13	0.07	0.07	0.005
	P	3.60	0.01	117.80	36.80	29.06	5.13	2.19	0.70
cmol kg <sup>-1</sup>	K	0.09	0.02	1.38	1.04	0.50	0.25	12.45	9.02
	Ca	7.64	6.28	36.32	35.65	19.09	20.40	137.72	137.41
	Mg	0.56	0.31	8.64	9.82	2.92	2.93	23.23	27.22
mg kg <sup>-1</sup>	Fe	0.44	1.02	31.93	22.80	8.95	5.86	0.03	0.04
	Cu	0.69	0.39	23.87	15.59	9.24	2.39	1.51	0.98
	Zn	0.37	0.12	3.72	1.25	1.01	0.37	1.28	1.26
	Mn	4.86	2.57	53.17	30.42	14.67	11.96	11.18	16.27
I:	0-30 cm		II: 30-60 cm		n: 76				

**Çizelge 3.** Toprak örneklerinin toprak özellikleri yeterlilik sınır değerlerine göre oransal olarak gruplandırılması

Birim	Özellik	%										Kaynak
		I		II		I		II		I		
	pH	1.32	0	2.64	1.32	50.16	19.80	43.56	69.96	2.64	10.56	Richards (1954)
mScm <sup>-1</sup>	EC	Tuzsuz		Hafif tuzlu		Orta tuzlu		Tuzlu				Anonim (1988)
		100	100	-	-	-	-	-	-			
%	CaCO <sub>3</sub>	Düşük		Kireçli		Yüksek		Çok yüksek		Aşırı		Anonim (1988)
		26.40	15.84	25.08	23.76	43.56	50.16	6.60	11.88	-	-	
	O.M.	Çok az		Az		Orta		İyi		Yüksek		Anonim (1988)
		7.92	44.88	30.36	42.24	38.28	11.88	18.48	2.64	6.60	-	
Bünye	Kumlu tın		Siltli tın/Siltli kil		Kil / Killi tın		Tın		Kumlu killi tın		USDA (2013)	
	4.80	26.40	2.64	5.28	31.68	27.72	26.40	27.72	19.80	13.20		
N	Düşük		Orta		İyi		Yüksek				Anonim (1988)	
	-	30.36	27.72	59.40	43.56	3.96	29.04	6.60				
mg kg <sup>-1</sup>	P	Düşük		Orta		Yeterli						Olsen ve Dean (1965)
		2.64	68.64	6.60	15.84	91.08	15.84					
cmol kg <sup>-1</sup>	K	Noksan		Düşük		Orta		İyi		Yüksek		Pizer (1967)
		18.48	52.80	23.76	18.48	15.84	11.88	17.16	5.28	25.08	3.96	
	Ca	Çok düşük		Düşük		Orta		Yeterli				Loué,(1968)
		-	-	-	2.64	18.48	9.24	81.84	88.44			
Na	Sodik değil		Hafif sodik		Orta sodik		Yüksek sodik		Aşırı sodik		Anonim (1951)	
	100	100	-	-	-	-	-	-	-	-		
Mg	Düşük		Orta		İyi						Loué,(1968)	
	-	1.32	2.64	11.88	97.68	87.12						
mg kg <sup>-1</sup>	Fe	Noksan		Kritik		Yeterli						Lindsay ve Norvell (1978)
		6.60	9.24	7.92	35.64	85.80	55.44					
	Zn	Noksan		Kritik		Yeterli						Lindsay ve Norvell (1978)
		13.20	84.48	47.52	11.88	39.60	3.96					
Cu	Yetersiz		Yeterli								Lindsay ve Norvell (1978)	
	-	-	100	100								
Mn	Yetersiz		Yeterli								Lindsay ve Norvell (1978)	
	-	-	100	100								
I:	0-30 cm		II: 30-60 cm		n: 76							

Çizelge 4. Bitki örneklerinin bor içerikleri

Birim	Bitki organı	En düşük	En yüksek	Ortalama	Standart hata
mg kg <sup>-1</sup>	Yaprak	13.01	79.35	25.26	1.01
	Meyve kabuğu	1.01	60.32	13.94	1.07
	Meyve eti	0.61	71.87	13.66	1.32
	n	76			

Çizelge 5. Toprağın 0-30 cm tabakasındaki bor fraksiyonlarının konsantrasyonları (mg kg<sup>-1</sup>).

	KÇ-B Fraksiyon Yöntemleri						Spa B	Oksitlere bağlı B					
	Sıcak CaCl <sub>2</sub>	DTPA	NH <sub>4</sub> OAc	KCl	Sıcak su	Ortalama KÇ B		MnOx B	AmOx B	CrOx B	Org B	Ortalama Res B	Top B
Minimum	0.19	0.00	0.01	0.05	0.25	0.13	0.06	0.24	0.11	0.00	0.58	69.35	74.64
Maksimum	1.33	0.46	0.66	0.56	1.61	0.82	1.96	3.37	6.07	3.71	5.97	901.56	909.59
Ortalama	0.65	0.10	0.25	0.18	0.68	0.37	0.93	1.68	2.38	0.70	2.78	264.88	274.00
St. Sapma	0.26	0.09	0.13	0.08	0.25	0.13	0.37	0.69	1.219	0.79	1.05	232.15	231.39
St.Hata	0.03	0.01	0.02	0.01	0.03	0.01	0.04	0.08	0.14	0.09	0.12	26.63	26.54

Çizelge 6. Toprağın 30-60 cm tabakasındaki bor fraksiyonlarının bor konsantrasyonları (mg kg<sup>-1</sup>).

	KÇ-B Fraksiyon Yöntemleri						Spa B	Oksitlere bağlı B					
	Sıcak CaCl <sub>2</sub>	DTPA	NH <sub>4</sub> OAc	KCl	Sıcak su	Ortalama KÇ B		MnOx B	AmOx B	CrOx B	Org B	Ortalama Res B	Top B
Minimum	0.04	0.00	0.01	0.00	0.05	0.03	0.06	0.05	0.01	0.00	0.07	52.49	54.98
Maksimum	1.47	0.51	0.74	0.59	1.47	0.86	1.32	2.20	7.09	4.60	6.08	631.58	640.20
Ortalama	0.40	0.06	0.14	0.09	0.36	0.21	0.45	0.82	1.17	0.32	1.46	110.45	122.76
St. Sapma	0.25	0.08	0.12	0.08	0.22	0.14	0.27	0.52	1.18	0.73	0.98	79.34	96.69
St.Hata	0.03	0.01	0.01	0.01	0.03	0.01	0.03	0.06	0.14	0.08	0.11	9.10	11.09

Spa-B, MnOx-B, AmOx-B, CrOx-B, Org-B ve Res-B fraksiyonlarının B içerikleri de KÇ-B fraksiyonlarından sonra belirlenmiştir. 0-30 cm ve 30-60 cm toprak derinliklerinde kil yüzeylerinde spesifik olarak adsorbe edilen B fraksiyonu (Spa-B) toplam borun sırasıyla ortalama % 0.57'sini ve % 0.42'sini oluşturmuştur (Çizelge 5 ve 6). Org-B fraksiyonunun miktarı, 0-30 cm derinlikte toplam B içeriğinin % 1.72'si olarak ölçülmüştür. Org-B fraksiyonunun toplam B içeriği içerisindeki oranı, toprağın 30-60 cm'lik kısmında ise % 1.38'dir (Çizelge 5 ve 6). Hou ve ark. (1994), toplam B'un % 6.32'sinin Org-B tarafından oluşturulduğunu bildirmiştir. Kalan bordan sonra toplam B'un en büyük kısmını Ox-B fraksiyonu oluşturmaktadır. Bu çalışmada toprağın AmOx-B, CrOx-B ve MnOx-B fraksiyonlarının toplam B içerisindeki payları sırasıyla % 1.46, % 1.06 ve % 0.44'tür (Çizelge 5). Hou ve ark. (1994) ayrıca, rezüdiyel B'dan sonra en fazla bulunan B fraksiyonları arasında, minerallerin oktahedral katmanlarında Al veya Fe'de izomorfik olarak ifade edilen ve B'un mineral yüzeyine sıkıca bağlı olan AmOx-B ve CrOx-B fraksiyonları olduğunu bildirmiştir. Beş farklı ekstraksiyon çözeltisi kullanılarak elde edilen kolay çözünür B fraksiyon değerleri için rezidüel fraksiyon (Res-B) ayrı ayrı hesaplanmış ve 0-30 cm derinlikte toplam borun % 90'ını, 30-60 cm derinlikte ise toplam B'un % 97'sini oluşturduğu belirlenmiştir (Çizelge 5 ve 6). Birçok araştırmacı (Jin ve ark., 1987; Hou ve ark., 1994; Tsadilas ve ark., 1994; Xu ve ark., 2001; Datta ve ark., 2002; Raza ve ark., 2002; Kumari ve ark., 2017; Barman ve ark.,



2017) toplam B'un en büyük oranının rezidüel formda olduğunu belirtmektedir. Toprakların toplam B içeriği 0-30 cm derinlikte 74.64 - 909.59 (ortalama 274.00) mg B kg<sup>-1</sup> ve 30-60 cm'de 54.98 - 640.20 (ortalama 122.76) mg B kg<sup>-1</sup> arasında değişmektedir (Çizelge 5 ve 6). Belirlenen toplam B değerleri Mengel ve Kirkby (1987) tarafından bildirilen değerlerle uyumludur. Normal yağış alan bölgelerde toprakların toplam B içeriği 7-80 mg B kg<sup>-1</sup> arasında değişmektedir (Sillanpaa ve Vlek, 1985). Kurak bölge topraklarında toplam B içeriği 200 mg kg<sup>-1</sup>'den fazladır (Sillanpaa, 1990). Diana (2006), toplam B konsantrasyonunun 2 - 200 mg B kg<sup>-1</sup> arasında olduğunu ve mevcut konsantrasyonlarının da topraktan toprağa büyük ölçüde değiştiğini bildirmiştir.

Toprak örneklerinde B fraksiyonları arasındaki ilişkiler incelendiğinde, Res-B dışında hem 0-30 cm hem de 30-60 cm toprak derinliklerinde fraksiyonlar arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişkiler olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 6 ve 7). Özellikle, KÇ-B, Org-B, Spa-B, MnOx-B ve CrO-B fraksiyonları arasındaki ilişkiler % 1 düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Bu sonuçlar, Tsadilas ve ark. (1994) Yunanistan topraklarından elde ettiği sonuçlarıyla uyumlu olmakla birlikte, Xu ve ark. (2001)'nin Çin topraklarından elde ettiği sonuçlarla uyumlu değildir. Bunun farklı iklim koşullarından kaynaklandığı bildirilmektedir (Xu ve ark. 2001).

#### **Bor Fraksiyonlarının Yaprak ve Meyve Bor İçeriği ile İlişkisi.**

Araştırma bahçelerindeki armut bahçelerinden alınan yaprak ve meyve örneklerinin toplam B içerikleri ile toprak örneklerinin B fraksiyonları arasındaki bazı ilişkiler Çizelge 7 ve 8'de verilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, armut yaprak örneklerinin B konsantrasyonu ile KÇ-B fraksiyonunun (sıcak su, sıcak CaCl<sub>2</sub>, NH<sub>4</sub>OAc, DTPA ve KCl) belirlenmesinde kullanılan yöntemler ve diğer B fraksiyonları (Org-B, Spa-B, MnOx-B, AmOx-B, CrOx-B ve Res-B) arasındaki ilişkiler 0-30 cm derinlik için değerlendirildiğinde (Çizelge 7); KCl çözeltilisiyle KÇ-B yöntemi ile yaprak ve B konsantrasyonları arasında pozitif bir ilişki (p < 0.05) belirlenmiştir. Yaprak B içeriği ile diğer tüm B fraksiyonları arasındaki ilişkiler 0-30 cm için önemli bulunmamıştır. Armut yaprak örneklerinin B konsantrasyonları ile 30-60 cm toprak derinliğindeki B fraksiyonları arasındaki ilişkiler incelendiğinde; 0.05 M DTPA ve 0.1 M KCl çözeltilileriyle KÇ-B ekstraksiyon yöntemleri ve Res-B fraksiyonunda belirlenen B konsantrasyonları ile armut yaprağı B konsantrasyonları arasında istatistiksel olarak anlamlı pozitif korelasyonlar bulunmuştur (Çizelge 8).

**Çizelge 7.** 0-30 cm toprak tabakasında farklı fraksiyonların bor içerikleri ile yaprak ve meyve bor içerikleri arasındaki korelasyon katsayıları.

B fraksiyonu	0-30 cm									
	Yaprak B	Meyve		KÇ-B yöntemi	Org-B	Spa-B	MnO-B	AmO-B	CrO-B	Res-B
		et B	kabuk B							
0.01 M CaCl <sub>2</sub>	-0.031	0.052	0.184							
Org-B	-0.007	-0.011	-0.005	0.806**						
Spa-B	-0.095	0.032	0.061	0.794**	0.827**					
MnO-B	-0.096	-0.169	-0.055	0.667**	0.757**	0.727**				
AmO-B	-0.130	0.063	0.006	0.648**	0.734**	0.906**	0.639**			
CrO-B	-0.063	0.112	0.164	0.720**	0.655**	0.834**	0.474**	0.846**		
Res-B	0.204	0.211	-0.163	-0.162	-0.233*	-0.134	-0.273*	-0.139	-0.119	
Tot-B	0.203	0.212	-0.163	-0.148	-0.219	-0.118	-0.260	-0.124	-0.105	0.999**
0.05M DTPA	0.186	0.188	0.272*							
Org-B	-0.007	-0.011	-0.005	0.336*						
Spa-B	-0.095	0.032	0.061	0.577**	0.827**					
MnO-B	-0.096	-0.169	-0.055	0.325*	0.757**	0.727**				
AmO-B	-0.130	0.063	0.006	0.495**	0.734**	0.906**	0.639**			
CrO-B	-0.063	0.112	0.164	0.670**	0.655**	0.834**	0.474**	0.846**		
Res-B	0.204	0.211	-0.163	-0.023	-0.233*	-0.133	-0.272*	-0.139	-0.118	
Tot-B	0.203	0.212	-0.163	-0.014	-0.219	-0.118	-0.260*	-0.124	-0.105	0.999**
1 M NH <sub>4</sub> OAc	-0.056	0.120	0.215							
Org-B	-0.007	-0.011	-0.005	0.573**						
Spa-B	-0.095	0.032	0.061	0.817**	0.827**					
MnO-B	-0.096	-0.169	-0.055	0.591**	0.757**	0.727**				
AmO-B	-0.130	0.063	0.006	0.693**	0.737**	0.906**	0.639**			
CrO-B	-0.063	0.112	0.164	0.779**	0.655**	0.834**	0.474**	0.846**		
Res-B	0.204	0.211	-0.163	-0.149	-0.233*	-0.133	-0.272*	-0.139	-0.118	
Tot-B	0.203	0.212	-0.163	-0.137	-0.219	-0.118	-0.260*	-0.124	-0.105	0.999**
0.1 M KCl	0.231*	0.228*	0.342*							
Org-B	-0.007	-0.011	-0.005	0.524**						
Spa-B	-0.095	0.032	0.061	0.718**	0.827**					
MnO-B	-0.096	-0.169	-0.055	0.481**	0.757**	0.727**				
AmO-B	-0.130	0.063	0.006	0.552**	0.734**	0.906**	0.639**			
CrO-B	-0.063	0.112	0.164	0.670**	0.655**	0.834**	0.474**	0.846**		
Res-B	0.203	0.211	-0.163	0.005	-0.233*	-0.133	-0.272*	-0.139	-0.118	
Tot-B	0.203	0.212	-0.163	0.015	-0.219	-0.118	-0.260*	-0.124	-0.105	0.999**
Sıcak su	0.156	0.181	0.239*							
Org-B	-0.007	-0.011	-0.005	0.646**						
Spa-B	-0.095	0.032	0.061	0.612**	0.827**					
MnO-B	-0.096	-0.169	-0.055	0.430*	0.757**	0.727**				
AmO-B	-0.130	0.063	0.006	0.479**	0.734**	0.906**	0.639**			
CrO-B	-0.063	0.112	0.164	0.490**	0.655**	0.834**	0.474**	0.846**		
Res-B	0.203	0.211	-0.163	-0.152	-0.233*	-0.133	-0.272*	-0.139	-0.118	
Tot-B	0.203	0.212	-0.163	-0.142	-0.219	-0.118	-0.260*	-0.124	-0.105	0.999**

\*\* % 1 düzeyinde önemli, \* % 5 düzeyinde önemli



**Çizelge 8.** 30-60 cm toprak tabakasında farklı fraksiyonların bor içerikleri ile yaprak ve meyve arasındaki korelasyon katsayıları.

30-60 cm										
B fraksiyonu	Yaprak B	Meyve		KÇ-B yöntemi	Org-B	Spa-B	MnO-B	AmO-B	CrO-B	Res-B
		et B	kabuk B							
0.01 M CaCl <sub>2</sub>	0.091	0.065	0.106							
Org-B	0.123	0.151	0.083	0.899**						
Spa-B	0.064	0.107	0.072	0.881**	0.901**					
MnO-B	0.176	0.040	-0.015	0.778**	0.825**	0.848**				
AmO-B	-0.062	0.092	-0.031	0.662**	0.732**	0.802**	0.666**			
CrO-B	0.016	0.174	0.185	0.734**	0.757**	0.767**	0.449**	0.687**		
Res-B	0.522**	0.499**	-0.027	0.136	0.170	0.238*	0.194	0.438**	0.204	
Tot-B	0.453**	0.360*	-0.106	0.112	0.158	0.208	0.194	0.355*	0.157	0.813**
0.05M DTPA	0.242*	0.259*	0.357*							
Org-B	0.123	0.151	0.083	0.460**						
Spa-B	0.064	0.107	0.072	0.610**	0.901**					
MnO-B	0.176	0.040	-0.015	0.392*	0.825**	0.848**				
AmO-B	-0.062	0.092	-0.031	0.394*	0.732**	0.802**	0.666**			
CrO-B	0.016	0.174	0.185	0.663**	0.757**	0.767**	0.449**	0.687**		
Res-B	0.451**	0.363*	-0.116	0.259*	0.133	0.181	0.166	0.330*	0.139	
Tot-B	0.453**	0.360*	-0.106	0.263	0.158	0.208	0.194	0.355*	0.157	0.999**
1 M NH <sub>4</sub> OAc	0.176	0.283*	0.303*							
Org-B	0.123	0.151	0.083	0.694**						
Spa-B	0.064	0.107	0.072	0.810**	0.901**					
MnO-B	0.176	0.040	-0.015	0.594**	0.825**	0.848**				
AmO-B	-0.062	0.092	-0.031	0.628**	0.732**	0.802**	0.666**			
CrO-B	0.016	0.174	0.185	0.761**	0.757**	0.767**	0.449**	0.687**		
Res-B	0.454**	0.359*	-0.108	0.310*	0.132	0.182	0.170	0.331*	0.136	
Tot-B	0.176	0.360*	-0.106	0.329*	0.158	0.208	0.194	0.355*	0.157	0.999**
0.1 M KCl	0.281*	0.290*	0.386*							
Org-B	0.123	0.151	0.083	0.574**						
Spa-B	0.064	0.107	0.072	0.697**	0.901**					
MnO-B	0.176	0.040	-0.015	0.522**	0.825**	0.848**				
AmO-B	-0.062	0.092	-0.031	0.458**	0.732**	0.802**	0.666**			
CrO-B	0.016	0.174	0.185	0.667**	0.757**	0.767**	0.449**	0.687**		
Res-B	0.522**	0.498**	-0.027	0.378*	0.172	0.242*	0.199	0.442**	0.205	
Tot-B	0.453**	0.360*	-0.106	0.307*	0.158	0.208	0.194	0.355*	0.157	0.813**
Sıcak su	0.221	0.235*	0.337*							
Org-B	0.123	0.151	0.083	0.816**						
Spa-B	0.064	0.107	0.072	0.869**	0.901**					
MnO-B	0.176	0.040	-0.015	0.718**	0.825**	0.848**				
AmO-B	-0.062	0.092	-0.031	0.625**	0.732**	0.802**	0.666**			
CrO-B	0.016	0.174	0.185	0.762**	0.757**	0.767**	0.449**	0.687**		
Res-B	0.454**	0.359*	-0.109	0.232*	0.131	0.181	0.169	0.330*	0.136	
Tot-B	0.221	0.360*	-0.106	0.254*	0.158	0.208	0.194	0.355*	0.157	0.999**

\*\* % 1 düzeyinde önemli, \* % 5 düzeyinde önemli

Armut meyve örneklerinin B konsantrasyonu ile topraktaki B fraksiyonları arasındaki ilişki değerlendirildiğinde (Çizelge 7 ve 8); toprak tabakasının 0-30 cm derinliğinde, armut meyvesi B içeriği ile DTPA, KCl ve sıcak su yöntemleri ile belirlenen KÇ-B fraksiyonları arasında istatistiksel olarak anlamlı pozitif korelasyonlar ( $p < 0.05$ ) bulunmuştur (Çizelge 7). Armut meyve örneklerinin B konsantrasyonu ile 30-60 cm derinlikteki B fraksiyonları arasındaki ilişki incelenmiştir. DTPA,  $\text{NH}_4\text{OAc}$ , KCl ve sıcak su yöntemleri ve Res-B fraksiyonları ile meyve B konsantrasyonları arasında istatistiksel olarak anlamlı pozitif korelasyonlar üretmiştir (Çizelge 8).

Armut; elma, şeftali, kiraz, ayva, kayısı, erik, ahududu ve yenidünya gibi ekonomik açıdan önemli birçok meyve ağacını içeren *Rosaceae* familyasının bir üyesidir (Yamamoto ve Terakami, 2016). Bor, *Rosaceae* familyasının ağaçlarında hareketlidir (Brown ve ark., 1999). En uygun uygulama dönemi, B'un organlarda kalıcı olarak depolandığı ve sonraki baharda gelişen meyvelere mobilize edilebildiği yaz sonudur (Sánchez ve ark., 1998). Aynı şekilde zeytin ağaçlarında da bor olgun organlardan büyüyen dokulara serbestçe taşınır (Brown ve Shelp, 1997; Liakopoulos ve ark., 2005). Delgado ve ark. (1994), çiçeklerin ve genç meyvelerin ihtiyaçlarını karşılamak için çiçeklenme sırasında borun genç yapraklardan harekete geçtiğini bildirmiştir. Bu nedenle meyve örneklerindeki B konsantrasyonu, meyve ağaçlarının B beslenme düzeyinin değerlendirilmesinde daha açıklayıcı olabilir. Tarihsel olarak, topraktaki B testleri, B eksikliği olan toprakları tahmin etmek için geliştirilmiştir ve genellikle bitkilerde B toksisite etkileri üreten toprak koşullarını tahmin etme yetenekleri açısından değerlendirilmemiştir. Yüksek düzeyde B meyve tutumunu tamamen engeller ve çiçeklenme dönemi gecikir. Kuru madde içeriği azalmış ve pazarlanabilir meyveler zarar görür (Muntean, 2009; Sheng ve ark., 2009; Öztürk ve ark., 2010). Crandall ve ark. (1981) tarafından armut ağaçlarında da benzer etkiler gözlemlenmiştir. Goldberg ve Su (2007), toprak örneklerini, 1 M  $\text{NH}_4\text{OAc}$ , 0.005 M DTPA ve 0.01 M  $\text{CaCl}_2$  ile ekstrakte ederek kavun yaprakları, sapları ve meyvelerinin bu ekstraktlardaki toprak B içerikleri arasında bir korelasyon belirlemiş ve özellikle B'un meyve ile olan korelasyonlarının yüksek ( $r > 0.99^{**}$ ) olduğunu bildirmişlerdir. Aynı araştırmacılar, hem sera hem de arazi çalışmalarında test edilen bitki B içeriği ile toprak B ekstraktları arasında olumlu bir korelasyon elde ettiklerini bildirmişlerdir. Tsadilas ve Kazai (2005), elma ağaçlarının toprakta kullanabileceği B belirlenmesinin sıcak su ekstraksiyon yöntemi olduğunu bildirmiştir. Tsadilas ve ark. (1994), zeytin B konsantrasyonu ile sıcak su, Spa-B, MnOx-B ve FeOx-B arasında bir ilişki olduğunu bildirmiştir. Rahmatullah ve ark. (1999), kalkerli alkali topraklarda bitki B içeriği ile en önemli ilişkinin  $\text{CaCl}_2$  çözeltisi ile olduğunu bildirmiştir (% 1.2  $\text{CaCl}_2$ , %17.4 Spa-B, %5.9 MnOx-B, %19 AmOx-B, % 44 CrOx-B, % 14 Res-B).

### **Bor Fraksiyonlarının Toprak Özellikleri ile İlişkisi**

Toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri yeterlilik sınır değerlerine göre gruplanarak oransal olarak (%) Çizelge 3'te gösterilmiştir. Armut bahçelerinin toprakları genellikle orta bünyelidir. Örneklerin 0-30 cm'lik toprak derinliğinde yaklaşık % 32'si kil/killi tın, % 26'sı tın ve % 20'si de kumlu killi tın bünyede iken 30-60 cm toprak derinliğinde bu oranlar % 28 kil/killi tın, % 28 tın ve % 13 kumlu killi tın şeklinde sıralanmaktadır. Toprak reaksiyonları 0-30 cm derinlikte yaklaşık % 50 hafif alkali, % 44 orta alkali, % 3 alkali ve % 3 nötr oranında dağılım gösterirken, 30-60 cm'de toprakların yaklaşık % 20'si hafif alkali, % 70'i orta alkali ve % 11'i

de alkali reaksiyon göstermektedir. Her iki derinlikte de tuzsuz olan toprak örneklerinin farklı oranlarda kireç içerdikleri belirlenmiştir. 0-30 cm toprak tabakasının % 26'sı düşük kireç içeriğine sahipken %74'ü kireçli ve yüksek kireçlidir. Benzer şekilde 30-60 cm toprak derinliğinde kireç oranı daha da artmaktadır. Organik madde içeriği, 0-30 cm'lik toprak derinliğinde yeterlilik aralıkları için örneklerin yaklaşık % 38'i orta, % 18'i iyi ve % 6'sı yüksek durumda iken, 30-60 cm'de toprakların % 15'i orta ve iyi düzeydedir. Toprak örneklerinin toplam N, alınabilir P ve değişebilir K içerikleri 0-30 cm toprak derinliğinde iyi ve yeterli düzeyde iken 30-60 cm toprak derinliğinde düşük seviyede olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3). Sodik olmayan toprakların Ca, Mg, Fe, Cu ve Mn içerikleri yönünden her iki toprak derinliğinde yeterli oldukları belirlenirken Zn içeriklerinin toprağın alt katmanında noksan olduğu, birinci derinlikte ise noksanlık gösterebilecek düzeyde düşük olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3). Toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin bor fraksiyonları arasındaki ilişkiler Çizelge 9 ve 10'da verilmiştir.

Toprak pH'ı ile B fraksiyonları arasında önemli bir ilişki bulunmamıştır. 0-30 cm derinlikte sadece pH ile DTPA yöntemi arasında ilişki vardır (Çizelge 9). 30-60 cm'de korelasyon yoktu. Ancak toprak pH'ı, B'un topraklardaki mevcudiyetini etkileyen en önemli faktörlerden biridir (Keren ve Bingham, 1985; Xu ve ark., 2001; Sandobe ve Mohammed, 2011; Ahmad ve ark., 2012). Çeşitli çalışmalarda (Goldberg ve Glaubig, 1986; Shafiq ve ark., 2008), B'un toprak tarafından adsorpsiyonunun toprak çözeltisinin pH'ına çok bağlı olduğunu bildirmiştir.

Kum içerikleri ile birçok B fraksiyon içeriği arasında istatistiksel olarak negatif bir ilişki saptanmıştır (Çizelge 9 ve 10). 30-60 cm toprakların kil içeriği ile Org-B, Spa-B, AmOx-B ve MnOx-B arasında bazı önemli ilişkiler bulunmuştur. Ayrıca KÇ-B'un kil içeriği ile bor konsantrasyonları arasındaki ilişki, CaCl<sub>2</sub> ve sıcak su yöntemleri ile belirlenmiştir (Çizelge 10). Adsorpsiyon kompleksi, toprak çözeltisi B konsantrasyonlarının kontrolünde kritik öneme sahiptir (Goldberg ve ark., 2005). Kaba dokulu topraklar, küçük adsorpsiyon kapasiteleri nedeniyle genellikle ince dokulu topraklardan daha az kullanılabilir B içerir (Raza ve ark., 2002; Niaz ve ark., 2002; Malhi ve ark., 2003). Alüminyum ve demir oksitler, kalsiyum karbonat, organik madde ve kil mineralleri topraktaki birincil B adsorplayıcı yüzeyler arasında sayılmaktadır (Goldberg, 1997). Öte yandan bu çalışmada, CaCO<sub>3</sub> içeriği ve bağlı Fe-Al oksitler (AmOx-B ve CrOx-B) bor ile Spa-B arasında da önemli korelasyonlar bulunmuştur (Çizelge 9 ve 10). Kalsiyum karbonat, kireçli topraklarda bor adsorplama yüzeyi olarak önemli bir rol oynar (Elseewi, 1974; Elseewi ve Elmamalky, 1979; Goldberg ve Foster, 1991) ve yüksek kalsiyum karbonat içeriğine sahip topraklarda bor adsorpsiyonu daha fazladır (Elseewi, 1974; Elrashidi ve Elseewi, 1974 O'Connor, 1982; Tsadilas ve Kassioti, 2005). Elrashidi ve O'Connor (1982), CaCO<sub>3</sub> ile kolayca çözünür bor içeriği arasında bir ilişki olmadığını, dolayısıyla bor sorpsiyonu ile toprak CaCO<sub>3</sub> içeriği arasında herhangi bir ilişki bulamadıklarını bildirmişlerdir. Ranjbar ve Jalali (2014), Al-Fe oksitler, kil mineralleri ve CaCO<sub>3</sub> dâhil olmak üzere çeşitli B adsorpsiyon kapasiteleri olduğunu bildirmiştir. Rahmatullah ve ark. (1999) tarafından bildirilen ve alkali reaksiyondaki, ince bünyeli ve kireçli toprakta belirledikleri B miktarları ile bu çalışmanın sonuçları uyumludur.

Kolayca çözünen bor yöntemleri ile belirlenen B içerikleri ile bazı besin elementlerinin korelasyonları arasındaki ilişkiler incelendiğinde, ikisi dramatiktir. Bunlar sıcak CaCl<sub>2</sub> ve sıcak su yöntemleridir. Sıcak CaCl<sub>2</sub>

yöntemi ile belirlenen B içerikleri ile 0-30 cm derinlikteki toplam N ve alınabilir P, K ve Ca içerikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı pozitif bir ilişki tespit edildi (Çizelge 9). Bununla birlikte 30-60 cm'de toplam N, alınabilir P, K, Ca ve Mg içerikleri ile sıcak su yöntemi ile belirlenen B içerikleri arasında da önemli pozitif ilişkiler bulundu (Çizelge 10). Toprağın besin elementi içerikleri ile diğer fraksiyon yöntemleri ile belirlenen B içerikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı korelasyon katsayıları bulunmuştur (Çizelge 9 ve 10). Örneğin, 0-30 cm derinlikte, Org-B fraksiyonu ile toplam N, alınabilir K, Ca, Mg, Fe ve Zn içerikleri arasında (Çizelge 9), ve 30-60 cm derinlikte Org-B fraksiyonu ile toplam N, alınabilir K, Ca, Mg ve Mn arasında önemli pozitif korelasyonlar ürettiği belirlenmiştir (Çizelge 10). Toprak organik maddesi ile 0-30 cm derinlikte DTPA yöntemi arasında anlamlı negatif ilişkiler ve 30-60 cm derinlikte ise sıcak CaCl<sub>2</sub> yöntemi ile anlamlı pozitif ilişkiler belirlendi (Çizelge 9 ve 10). Bu KÇ-B yöntemleri arasında en fazla pozitif korelasyon katsayısı olanlar; her iki toprak derinliğinde sıcak 0.01 M CaCl<sub>2</sub> ve 30-60 cm toprak derinliğinde sıcak su yöntemleridir. Sandabe ve Mohammed (2011), yarı kurak topraklar için 0.01 M CaCl<sub>2</sub> yöntemini kullanmışlardır.

## Sonuç

Bu çalışmada, Bursa bölgesindeki armut dikili topraklarının 0-30 cm derinlikte toplam B konsantrasyonunun 74.64 - 909.59 mg B kg<sup>-1</sup> arasında değiştiği ve ortalama konsantrasyonun 274.00 mg B kg<sup>-1</sup> olduğu tespit edilmiştir. Toprak borunun en büyük oranı rezidüel formda bulunmuştur. Bunu sırasıyla Org-B, AmOx-B, MnOx-B, Spa-B, CrOx-B ve KÇ-B takip etmektedir. En küçük B oranı KÇ-B fraksiyonları takip etmiştir. KÇ-B fraksiyonundaki B miktarını belirlemek için kullanılan yöntemlerde en fazla B miktarı sırasıyla sıcak su, 0.01 M CaCl<sub>2</sub>, 1M NH<sub>4</sub>OAc, 0.1M KCl ve 0.05 M DTPA ekstraksiyon çözeltileri ile belirlenmiştir. Toprakların 30-60 cm derinlikte toplam B konsantrasyonu 54.98 ile 640.20 mg B kg<sup>-1</sup> arasında değişmekte ve ortalama 122.76 mg B kg<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. İkinci derinlikte de, borun çoğu rezidüel fraksiyonda bulunmaktadır. 30-60 cm derinlikte topraktaki diğer B fraksiyonları Org-B, AmOx-B, MnOx-B, Spa-B, CrOx-B ve KÇ-B olarak sıralanmıştır. En düşük B konsantrasyonu da KÇ-B fraksiyonunda bulunmaktadır. 30-60 cm derinlikte toprağın KÇ-B içeriğini belirlemek için araştırılan yöntemlere göre B elementi çoğunlukla 0.01 M CaCl<sub>2</sub> yöntemi ile belirlenmiş ve bunu sırasıyla, sıcak su, NH<sub>4</sub>OAc, KCl ve DTPA yöntemleri izlemiştir. Sonuç olarak, Sıcak CaCl<sub>2</sub> yöntemi ile belirlenen B içeriği ile 0-30 cm ve 30-60 cm derinlikteki birçok toprak özelliği arasında önemli ilişkiler ortaya konulmuştur. Öne çıkan diğer yöntem ise özellikle 30-60 cm derinlikte sıcak su yöntemi olmuştur.

Bu araştırmanın sonuçlarına göre, armut meyve ve yaprak örneklerinin toplam B içerikleri KCl, DTPA ve sıcak su yöntemleri ile istatistiksel olarak anlamlı korelasyon katsayıları üretmiştir. Toprak ve bitki analiz sonuçları birlikte değerlendirildiğinde, bitkiler tarafından kolaylıkla kullanılabilen B elementini temsil eden ve kolayca çözünen B fraksiyonunun belirlenmesinde “sıcak su” yöntemi en etkili yöntem olarak görülmektedir.

Çizelge 9. 0-30 cm derinlikte bor (B) fraksiyonları ile toprak özellikleri arasındaki ilişkiler.

B fraksiyonları	µS cm <sup>-1</sup>			%			mgkg <sup>-1</sup>			cmol kg <sup>-1</sup>			mg kg <sup>-1</sup>			
	pH	EC	CaCO <sub>3</sub>	O.M.	Kil	Silt	Kum	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn
0.01 M CaCl <sub>2</sub>	0.02	0.30*	0.14	0.19	0.34*	0.03	-0.29*	0.36*	0.30*	0.42*	0.27*	0.07	0.08	0.13	0.21	0.14
Org-B	-0.02	0.35*	0.17	0.29*	0.47**	0.24*	-0.52**	0.44**	0.19	0.44**	0.45**	0.33*	0.26*	0.12	0.23*	0.22
Spa-B	0.21	0.29*	0.40*	0.12	0.15	0.21	-0.24*	0.19	0.17	0.36*	0.32*	-0.04	0.16	0.10	0.24*	0.34*
MnOx-B	-0.07	0.11	-0.16	0.28*	0.21	0.27*	-0.33*	0.42**	0.26*	0.43*	0.23*	0.13	0.30*	0.33*	0.33*	0.18
AmOx-B	0.20	0.22	0.51**	0.02	0.07	0.16	-0.15	0.13	0.18	0.32*	0.30*	-0.09	0.11	0.05	0.16	0.33*
CrOx-B	0.19	0.25*	0.54**	-0.03	0.07	-0.05	-0.02	0.07	0.11	0.32*	0.24*	-0.11	-0.10	-0.06	0.06	0.16
Res-B	0.20	0.12	0.01	-0.30*	-0.14	-0.17	0.21	-0.20	-0.14	-0.11	-0.09	-0.06	-0.05	-0.01	0.03	0.10
Top-B	0.21	0.13	0.01	-0.30*	-0.14	-0.17	0.21	-0.20	-0.14	-0.11	-0.09	-0.05	-0.05	-0.01	0.03	0.10
0.05 M DTPA	0.24*	-0.04	0.19	-0.31*	-0.13	-0.13	0.18	-0.15	-0.01	0.07	-0.02	-0.16	-0.20	-0.11	-0.04	-0.06
Org-B	-0.02	0.35*	0.17	0.29*	0.47**	0.24*	-0.52**	0.44**	0.19	0.44**	0.45**	0.33*	0.26*	0.12	0.23*	0.22
Spa-B	0.21	0.29*	0.40*	0.12	0.15	0.21	-0.24*	0.19	0.17	0.36*	0.32*	-0.04	0.16	0.10	0.24*	0.34*
MnOx-B	-0.07	0.11	-0.16	0.28*	0.21	0.27*	-0.33*	0.42**	0.26*	0.43*	0.23*	0.13	0.30*	0.33*	0.33*	0.18
AmOx-B	0.20	0.22	0.51**	0.02	0.07	0.16	-0.15	0.13	0.18	0.32*	0.30*	-0.09	0.11	0.05	0.16	0.33*
CrOx-B	0.19	0.25*	0.54**	-0.03	0.07	-0.05	-0.02	0.07	0.11	0.32*	0.24*	-0.11	-0.10	-0.06	0.06	0.16
Res-B	0.20	0.12	0.01	-0.30*	-0.14	-0.17	0.21	-0.20	-0.14	-0.11	-0.09	-0.06	-0.05	-0.01	0.03	0.10
Top-B	0.21	0.13	0.01	-0.30*	-0.14	-0.17	0.21	-0.20	-0.14	-0.11	-0.09	-0.05	-0.05	-0.01	0.03	0.10
1 M NH <sub>4</sub> OAc	0.17	0.06	0.31*	0.11	-0.07	0.13	-0.01	0.18	0.18	0.13	0.10	-0.31*	0.09	0.16	0.26*	0.16
Org-B	-0.02	0.35*	0.17	0.29*	0.47**	0.24*	-0.52**	0.44**	0.19	0.44**	0.45**	0.33*	0.26*	0.12	0.23*	0.22
Spa-B	0.21	0.29*	0.40*	0.12	0.15	0.21	-0.24*	0.19	0.17	0.36*	0.32*	-0.04	0.16	0.10	0.24*	0.34*
MnOx-B	-0.07	0.11	-0.16	0.28*	0.21	0.27*	-0.33*	0.42**	0.26*	0.43*	0.23*	0.13	0.30*	0.33*	0.33*	0.18
AmOx-B	0.20	0.22	0.51**	0.02	0.07	0.16	-0.15	0.13	0.18	0.32*	0.30*	-0.09	0.11	0.05	0.16	0.33*
CrOx-B	0.19	0.25*	0.54**	-0.03	0.07	-0.05	-0.02	0.07	0.11	0.32*	0.24*	-0.11	-0.10	-0.06	0.06	0.16
Res-B	0.20	0.12	0.01	-0.30*	-0.14	-0.17	0.21	-0.20	-0.14	-0.11	-0.09	-0.06	-0.05	-0.01	0.03	0.10
Top-B	0.21	0.13	0.01	-0.30*	-0.14	-0.17	0.21	-0.20	-0.14	-0.11	-0.09	-0.05	-0.05	-0.01	0.03	0.10

\*\*% 1 düzeyinde önemli, \* % 5 düzeyinde önemli

Çizelge 9. Devam

	μS cm <sup>-1</sup>			%			mgkg <sup>-1</sup>			cmol			mg kg <sup>-1</sup>			
	pH	EC	CaCO <sub>3</sub>	O.M.	Kil	Silt	Kum	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn
0-30 cm																
0.1 M KCl	0.21	0.03	0.15	-0.17	-0.11	-0.05	0.12	-0.03	0.06	0.05	-0.03	-0.13	-0.01	-0.05	0.06	0.01
Org-B	-0.02	0.35*	0.17	0.29*	0.47**	0.24*	-0.52**	0.44**	0.19	0.44**	0.45**	0.33*	0.26*	0.12	0.23*	0.22
Spa-B	0.21	0.29*	0.40*	0.12	0.15	0.21	-0.24*	0.19	0.17	0.36*	0.32*	-0.04	0.16	0.10	0.24*	0.34*
MnOx-B	-0.07	0.11	-0.16	0.28*	0.21	0.27*	-0.33*	0.42**	0.26*	0.43*	0.23*	0.13	0.30*	0.33*	0.33*	0.18
AmOx-B	0.20	0.22	0.51**	0.02	0.07	0.16	-0.15	0.13	0.18	0.32*	0.30*	-0.09	0.11	0.05	0.16	0.33*
CrOx-B	0.19	0.25*	0.54**	-0.03	0.07	-0.05	-0.02	0.07	0.11	0.32*	0.24*	-0.11	-0.10	-0.06	0.06	0.16
Res-B	0.20	0.12	0.01	-0.30*	-0.14	-0.17	0.21	-0.20	-0.14	-0.11	-0.09	-0.06	-0.05	-0.01	0.03	0.10
Top-B	0.21	0.13	0.01	-0.30*	-0.14	-0.17	0.21	-0.20	-0.14	-0.11	-0.09	-0.05	-0.05	-0.01	0.03	0.10
Sıcak su	0.10	0.24*	0.11	-0.04	0.17	0.09	-0.18	0.02	-0.01	0.23*	0.19	0.20	-0.03	-0.05	-0.02	0.03
Org-B	-0.02	0.35*	0.17	0.29*	0.47**	0.24*	-0.52**	0.44**	0.19	0.44**	0.45**	0.33*	0.26*	0.12	0.23*	0.22
Spa-B	0.21	0.29*	0.40*	0.12	0.15	0.21	-0.24*	0.19	0.17	0.36*	0.32*	-0.04	0.16	0.10	0.24*	0.34*
MnOx-B	-0.07	0.11	-0.16	0.28*	0.21	0.27*	-0.33*	0.42**	0.26*	0.43*	0.23*	0.13	0.30*	0.33*	0.33*	0.18
AmOx-B	0.20	0.22	0.51**	0.02	0.07	0.16	-0.15	0.13	0.18	0.32*	0.30*	-0.09	0.11	0.05	0.16	0.33*
CrOx-B	0.19	0.25*	0.54**	-0.03	0.07	-0.05	-0.02	0.07	0.11	0.32*	0.24*	-0.11	-0.10	-0.06	0.06	0.16
Res-B	0.20	0.12	0.01	-0.30*	-0.14	-0.17	0.21	-0.20	-0.14	-0.11	-0.09	-0.06	-0.05	-0.01	0.03	0.10
Top-B	0.21	0.13	0.01	-0.30*	-0.14	-0.17	0.21	-0.20	-0.14	-0.11	-0.09	-0.05	-0.05	-0.01	0.03	0.10

\*\* % 1 düzeyinde önemli, \* % 5 düzeyinde önemli

Çizelge 10. 30-60 cm derinlikte bor (B) fraksiyonları ile toprak özellikleri arasındaki ilişkiler.

B fraksiyonları	μS cm <sup>-1</sup>			%			mg kg <sup>-1</sup>			cmol kg <sup>-1</sup>			mg kg <sup>-1</sup>			
	pH	EC	CaCO <sub>3</sub>	O.M.	Kil	Silt	Kum	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn
0.01 M CaCl <sub>2</sub>	-0.04	0.45**	0.28*	0.24*	0.45**	0.04	-0.37*	0.50**	0.22	0.42*	0.33*	0.43*	0.22	0.18	0.10	0.35*
Org-B	-0.05	0.55**	0.29*	0.28*	0.60**	0.04	-0.49**	0.54**	0.21	0.57**	0.46**	0.51**	0.14	0.15	0.13	0.36*
Spa-B	0.04	0.44**	0.35*	0.15	0.36*	0.12	-0.35*	0.46*	0.26*	0.42*	0.41*	0.31*	0.22	0.20	0.14	0.30*
MnOx-B	-0.05	0.39*	-0.02	0.19	0.47**	0.04	-0.38*	0.40*	0.28*	0.52**	0.37*	0.34*	0.21	0.27*	0.17	0.21
AmOx-B	0.05	0.37*	0.43**	0.17	0.27*	0.12	-0.28*	0.42*	0.23*	0.34*	0.34*	0.19	0.09	0.10	0.07	0.24*
CrOx-B	0.05	0.34*	0.60**	0.19	0.22	-0.08	-0.11	0.29*	0.14	0.25*	0.27*	0.25*	-0.10	-0.08	-0.09	0.25*
Res-B	0.08	0.03	-0.02	-0.15	-0.15	-0.09	0.17	0.01	0.13	-0.02	-0.01	-0.06	-0.19	-0.10	-0.01	-0.14
Top-B	0.06	0.02	-0.07	-0.17	-0.11	-0.04	0.11	0.04	0.09	-0.03	0.03	-0.06	-0.15	-0.06	-0.01	-0.07
0.05 M DTPA	0.12	0.12	0.21	-0.12	-0.15	-0.11	0.18	0.06	0.19	0.01	0.01	0.07	-0.16	-0.17	-0.16	-0.09
Org-B	-0.05	0.55**	0.29*	0.28*	0.60**	0.04	-0.49**	0.54**	0.21	0.57**	0.46**	0.51**	0.14	0.15	0.13	0.36*
Spa-B	0.04	0.44**	0.35*	0.15	0.36*	0.12	-0.35*	0.46*	0.26*	0.42*	0.41*	0.31*	0.22	0.20	0.14	0.30*
MnOx-B	-0.05	0.39*	-0.02	0.19	0.47**	0.04	-0.38*	0.40*	0.28*	0.52**	0.37*	0.34*	0.21	0.27*	0.17	0.21
AmOx-B	0.05	0.37*	0.43**	0.17	0.27*	0.12	-0.28*	0.42*	0.23*	0.34*	0.34*	0.19	0.09	0.10	0.07	0.24*
CrOx-B	0.05	0.34*	0.60**	0.19	0.22	-0.08	-0.11	0.29*	0.14	0.25*	0.27*	0.25*	-0.10	-0.08	-0.09	0.25*
Res-B	0.06	0.01	-0.08	-0.19	-0.12	-0.05	0.13	0.03	0.10	-0.05	0.01	-0.06	-0.15	-0.05	0.00	-0.07
Top-B	0.06	0.02	-0.07	-0.17	-0.11	-0.04	0.11	0.04	0.09	-0.03	0.03	-0.06	-0.15	-0.06	-0.01	-0.07
1 M NH <sub>4</sub> OAc	0.01	0.28*	0.27*	0.01	0.01	0.01	-0.01	0.26*	0.28*	0.14	0.11	0.14	-0.02	0.07	0.05	0.09
Org-B	-0.05	0.55**	0.29*	0.28*	0.60**	0.04	-0.49**	0.54**	0.21	0.57**	0.46**	0.51**	0.14	0.15	0.13	0.36*
Spa-B	0.04	0.44**	0.35*	0.15	0.36*	0.12	-0.35*	0.46*	0.26*	0.42*	0.41*	0.31*	0.22	0.20	0.14	0.30*
MnOx-B	-0.05	0.39*	-0.02	0.19	0.47**	0.04	-0.38*	0.40*	0.28*	0.52**	0.37*	0.34*	0.21	0.27*	0.17	0.21
AmOx-B	0.05	0.37*	0.43**	0.17	0.27*	0.12	-0.28*	0.42*	0.23*	0.34*	0.34*	0.19	0.09	0.10	0.07	0.24*
CrOx-B	0.05	0.34*	0.60**	0.19	0.22	-0.08	-0.11	0.29*	0.14	0.25*	0.27*	0.25*	-0.10	-0.08	-0.09	0.25*
Res-B	0.06	0.01	-0.08	-0.19	-0.12	-0.05	0.13	0.03	0.10	-0.05	0.01	-0.06	-0.15	-0.05	0.00	-0.07
Top-B	0.06	0.02	-0.07	-0.17	-0.11	-0.04	0.11	0.04	0.09	-0.03	0.03	-0.06	-0.15	-0.06	-0.01	-0.07

\*\*\*% 1 düzeyinde önemli, \*\*% 5 düzeyinde önemli

Çizelge 10. Devam

	µS cm <sup>-1</sup>		%					mgkg <sup>-1</sup>			mg kg <sup>-1</sup>					
	pH	EC	CaCO <sub>3</sub>	O.M.	Kil	Silt	Kum	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn
30-60cm																
0.1 M KCl	0.03	0.19	0.15	-0.06	-0.04	-0.06	0.07	0.14	0.24*	0.07	0.05	0.16	-0.05	-0.02	-0.06	0.00
Org-B	-0.05	0.55**	0.29*	0.28*	0.60**	0.04	-0.49**	0.54**	0.21	0.57**	0.46**	0.51**	0.14	0.15	0.13	0.36*
Spa-B	0.04	0.44**	0.35*	0.15	0.36*	0.12	-0.35*	0.46*	0.26*	0.42*	0.41*	0.31*	0.22	0.20	0.14	0.30*
MnOx-B	-0.05	0.39*	-0.02	0.19	0.47**	0.04	-0.38*	0.40*	0.28*	0.52**	0.37*	0.34*	0.21	0.27*	0.17	0.21
AmOx-B	0.05	0.37*	0.43**	0.17	0.27*	0.12	-0.28*	0.42*	0.23*	0.34*	0.34*	0.19	0.09	0.10	0.07	0.24*
CrOx-B	0.05	0.34*	0.60**	0.19	0.22	-0.08	-0.11	0.29*	0.14	0.25*	0.27*	0.25*	-0.10	-0.08	-0.09	0.25*
Res-B	0.08	0.03	-0.02	-0.15	-0.15	-0.09	0.17	0.01	0.14	-0.02	-0.01	-0.01	-0.19	-0.10	-0.01	-0.14
Top-B	0.06	0.02	-0.07	-0.17	-0.11	-0.04	0.11	0.04	0.09	-0.03	0.03	-0.06	-0.15	-0.06	-0.01	-0.07
Sıcak su	0.02	0.39*	0.18	0.06	0.23*	-0.03	-0.16	0.33*	0.27*	0.36*	0.24*	0.34*	-0.01	0.02	-0.00	0.14
Org-B	-0.05	0.55**	0.29*	0.28*	0.60**	0.04	-0.49**	0.54**	0.21	0.57**	0.46**	0.51**	0.14	0.15	0.13	0.36*
Spa-B	0.04	0.44**	0.35*	0.15	0.36*	0.12	-0.35*	0.46*	0.26*	0.42*	0.41*	0.31*	0.22	0.20	0.14	0.30*
MnOx-B	-0.05	0.39*	-0.02	0.19	0.47**	0.04	-0.38*	0.40*	0.28*	0.52**	0.37*	0.34*	0.21	0.27*	0.17	0.21
AmOx-B	0.05	0.37*	0.43**	0.17	0.27*	0.12	-0.28*	0.42*	0.23*	0.34*	0.34*	0.19	0.09	0.10	0.07	0.24*
CrOx-B	0.05	0.34*	0.60**	0.19	0.22	-0.08	-0.11	0.29*	0.14	0.25*	0.27*	0.25*	-0.10	-0.08	-0.09	0.25*
Res-B	0.06	0.01	-0.08	-0.18	-0.12	-0.05	0.13	0.02	0.09	-0.04	0.02	-0.07	-0.16	-0.06	-0.01	-0.08
Top-B	0.06	0.02	-0.07	-0.17	-0.11	-0.04	0.11	0.04	0.09	-0.03	0.03	-0.06	-0.15	-0.06	-0.01	-0.07

\*\*% 1 düzeyinde önemli, \*% 5 düzeyinde önemli



## Teşekkür

Bu çalışma, Bursa Uludağ Üniversitesi Araştırma Fonu tarafından desteklenen KUAP(Z)-2013/90 No'lu Proje'nin bir parçasıdır. Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir. Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır. Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış ve aralarında hiçbir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

## Kaynakça

- Ahmad, W., Zia, M.H., Malhi, S.S., Niaz, A. and Saifullah. 2012. Boron deficiency in soils and crops: Crop Plant, Ed.: Goyal, A., London: Intechopen Limited. ISBN 978-953-51-0527-5, pp 77-114.
- Alloway, B.J., 2008. *Micronutrient Deficiencies in Global Crop Production*. New York: Springer. 352p.
- Anonim, 1951. Anonim, 1951. *Soil Survey Manual*. U.S. dept. of Agric. Handbook No: 18U.S. Gout Print Office Washington D.C., 209 p.
- Anonim, 1988. Türkiye gübreler ve gübreleme rehberi. T.C. T.O.K.B. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü. Genel Yayın No: 151, Teknik Yayın No: T-50, Ankara, 182s.
- Anonim, 2005. Jump 6.0 Statistical discovery from SAS. SAS Institute Inc. SAS Campus Drive, Cary, NC, 27513, USA. Available at: <http://www.jmpin.com> (Accessed April 09, 2017).
- Barman, P., Sen, A., Phonglosa, A. and Bhattacharyya, K. 2017. Depth wise distribution of boron in some soils of red and laterite zone of West Bengal, India. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6 (12): 4126-4137. doi: 10.20546/ijcmas.2017.612.474.
- Berger, K.C. and Troug, E. 1945. Boron Availability in Relation to Soil Reaction and Organic Matter Content. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 10:113-116.
- Bouyoucus, G.J. 1955. A recalibration of hydrometer method for making mechanical analysis of soils. *Agronomy Journal*, 4 (9): 434p.
- Brady, N.C. 1999. *The nature and properties of soils*. Mac Millan Publishing Company, New York, 332 pp.
- Bremner, J.M. 1965. Nitrogen: *Method of Soil Analysis Part II*, Ed: C, A, Black, Chemical and Microbiological Properties Agronomy Series, No: 9, Agron, Inc., Madison, Wisconsin, USA, p.1149-1178.
- Brown, P.H. and Shelp, B.J. 1997. Boron mobility in plants. *Plant and Soil*, 193(2):85-101. doi:10.1023/A:1004211925160.
- Brown, P.H., Hu, H.U. and Roberts, W.J. 1999. Occurrence of sugar alcohols determines boron toxicity symptoms of ornamental species. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Alexandria, 124 (4): 347-352.
- Brown, P.H., Bellaloui, N., Wimmer, M.A., Bassil, E.S., Ruiz, J., Hu, H., Pfeffer, H., Dannel, F. and Römheld, V. 2002. Boron in plant biology. *Plant Biology*, 4 (2): 205-223. doi: 10.1055/s-2002-25740.

- Chapman, H.D. and Pratt, P.F. 1961. *Methods of analysis of soils, plants and waters*, 1-6. Division of Agricultural Sciences, University of California, Los Angeles, USA. pp 150-179.
- Çelik, H., Öztüfekçi, S., Turan, M.A., Aşık, B.B. and Katkat, A.V. 2017. Effects of Increasing Application Doses of Borax and Boric acid on Nutrient Element Uptake of Maize (*Zea mays* L.). *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 31(2): 45-46.
- Çolak, B., Korkmaz, A. and Horuz, A. 2013. Boron status, boron fractions and its availability in sugar beet grown soils. *Anadolu Journal Agricultural Sciences*, 28 (3): 157-167.
- Chao, T. T. and Sanzolone, R. F. 1989. Fractionation of soil selenium by sequential partial dissolution. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 53: 385-392.
- Crandall, P.C., Chamberlain, J.D. and Garth, J.K.I. 1981. Toxicity symptoms and tissue levels associated with excess boron in pear trees. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 12 (10): 1047-1057.
- Datta, S.P., Rattan, R.K., Suribabu, K. and Datta, S.C. 2002. Fractionation and colorimetric determination of boron in soils. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 165:179-184. doi:10.1002/1522-2624 (200204)165.
- Delgado, A., Benlloch, M. and Fernández-Escobar, R. 1994. Mobilization of Boron in Olive Trees during Flowering and Fruit Development. *HortScience*, 29 (6): 616-618.
- Diana, G. 2006. Boron in soil, from deficit to toxicity. *Informatore Agrario*, 62: 54-58.
- Diana, G. and Beni, C. 2006. Effect of organic and mineral fertilization on soil boron fractions. *Agricoltura Mediterranea*, 136: 70-78.
- Elrashidi, M.A. and O'Connor, G.A. 1982. Boron sorption and desorption in soils. *Soil Science Society of America Journal*, 46: 27-31.
- Elsewi, A.A. 1974. Some observations on boron in water, soils and plants at various locations in Egypt. *Alexandria Journal of Agricultural Research*, 22: 463-473.
- Elsewi, A.A. and Elmalky, A.E. 1979. Boron distribution in soils and waters of Egypt. *Soil Science Society of America Journal*, 43: 297-300.
- Epstein, E. and Bloom, A.J. 2005. *Mineral Nutrition of Plants. Principles and Perspectives* (No. Ed. 2). Sunderland, Massachusetts, Sinauer Associates. 390p.
- Eraslan, F., Polat, M., Yıldırım, A. and Kucukyumuk, Z. 2016. Physiological and Nutritional Responses of Two Distinctive Quince (*Cydonia Oblonga* Mill.) Rootstocks to Boron Toxicity. *Pakistan Journal of Botany*, 48(1): 75-80.
- FAO, 2019. Food and Agriculture Organisation of the United Nations. <http://www.fao.org/faostat/en/data/QC>. (Erişim tarihi: 20.01.2020).
- Gerçekçioğlu, R., Bilginer, Ş. and Soylu, A. 2008. *Principles of fruit growing: Generally Fruit Production*. Nobel PRes. No: 1280, Ankara, Turkey, 480p.

- Goldberg, S. and Glaubig, R.A. 1986. Boron Adsorption on California Soils. *Soil Science Society America Journal*, 50: 1173-1176.
- Goldberg, S. and Foster, H.S. 1991. Boron sorption on calcareous soils and reference calcites. *Soil Science*, 152: 304-310.
- Goldberg, S. 1997. Reactions of boron with soils. *Plant and Soil*, 193: 35-48.
- Goldberg, S., Corwin, D.L., Shouse, P. J. and Suarez, D. L. 2005. Prediction of Boron Adsorption by Field Samples of Diverse Textures. *Soil Science Society of America Journal*, 69: 1379-1388.
- Goldberg, S. and Su, C. 2007. New advances in boron soil chemistry: *Advances in Plant and Animal Boron Nutrition*, Ed.: F. Xu ve ark., Springer, Dordrecht, pp: 313-330.
- Gross, A., Bernstein, A., Vulkan, R., Tarchitzky, J., Ben-Gal, A. and Yermiyahu, U. 2008. Simple digestion procedure followed by the azomethine-H method for accurate boron analysis and discrimination between its fractions in wastewater and soils. *Chemosphere*, 72: 400-406.
- Gupta, U. and Solanki, H. 2013. Impact of boron deficiency on plant growth. *International Journal of Bioassays*, 2 (7): 1048-1050. doi:10.1.1.879.4132.
- Gupta, S.R. and Stewart, J.W.B. 1975. The extraction and determination of plant available B in soils. *Schweiz. Land Wirtsch. Forsch.* 14, 153-169.
- Handreck, K. A. 1990. Methods of assessing boron availability in potting media with special reference to toxicity. *Commun. In Soil Sci. Plant Anal.*, 21: 2265- 2280.
- Harmankaya, M. and Gezgin, S. 2005. Determination of boron fractions in Konya plain soils. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 19 (36): 93-105.
- Hou, J., Evans, L.J. and Spiers, G. A. 1994. Boron fractionation in soils. *Communication in Soil Science and Plant Analysis*, 25: 1841-1853. doi:10.1080/00103629409369157.
- Jackson, M. L. 1958. *Soil Chemical Analysis*. Prentice Hall Inc., New Jersey, USA. pp. 38-226.
- Jin, J., Martens, D.C. and Zelazny, L.W. 1987. Distribution and plant availability of soil boron fractions. *Soil Science Society of America Journal*, 51: 1228-1231.
- Kacar, B. 2009. *Toprak analizleri*. Nobel Yayınevi No. 1387. Ankara, Türkiye.
- Kacar, B. ve İnal, A. 2008. *Bitki analizleri*. Nobel Yayınevi No. 892. Ankara, Türkiye.
- Keren, R. and Bingham, F.T. 1985. *Boron in water, soil and plants* : Advances in Soil Science, ED.: Steward, B.A., Springer-Verlog, New York, pp: 229-276.
- Kumari, K., Nazir, G., Singh, A. and Kumar, P. 2017. Studies on boron fractions with different physico-chemical properties of cultivated soils of Himachal Pradesh, India. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6 (6): 1547-1555. doi: 10.20546/ijemas.2017.606.182.

- Lee, S.H., Kim, W.S. and Han, T.H. 2009. Effects of postharvest foliar boron and calcium applications on subsequent season's pollen germination and pollen tube growth of pear (*Pyrus pyrifolia*). *Scientia Horticulturae*, 122 (1): 77-82.
- Liakopoulos, G., Stavrianakou, S., Filippou, M., Fasseas, C., Tsadilas, C., Drossopoulos, I. and Karabourniotis, G. 2005. Boron remobilization at low boron supply in olive (*Olea europaea*) in relation to leaf and phloem mannitol concentrations. *Tree Physiology*, 25: 157-165.
- Lindsay, W. L. and Norvell, W.A. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. *Soil Science Society of America Journal*, 42: 421-8.
- Loué, A. 1968. Digonistic petiolaire de prospection etudes sur la nutrition et l fertilisation potassiques de la vigne, societe commerciale des potassiques. *d'Alsae Services Agronomiques*, 31-41 p.
- Malhi, S.S., Raza, M., Schoenau, J.J., Mermut, A.R., Kutcher, R., Johnston, A.M. and Gill, K.S. 2003. Feasibility of B fertilization for yield, seed quality and B uptake of canola in North eastern Saskatchewan. *Canadian Journal of Soil Science*, 83: 99-108.
- Marschner, H. 1995. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic Press, London. 897 p.
- Mengel, K. and Kirkby, E.A. 1987. *Principles of plant nutrition* (No. Ed. 4). International Potash Institute, Worblaufen-Bern, Switzerland.
- Muntean, D.W., 2009. Boron, the Overlooked Essential Element. Soil and Plant Laboratory Inc., Bellevue, WA 98009. P.O Box 1648.
- Nelson, R.E. 1982. Carbonate and Gypsum. *Methods of Soil Analysis*, Part 2. Chemical and Microbiological Properties, Ed.: Page, A.L., American Soc. Ag. Inc. Pub. Agronomy Series, No. 9, Madison, Wisconsin, USA. Pp 539-579.
- Niaz, A., Ibrahim, M., Nisar, A. and Anwar, S.A. 2002. Boron contents of light and medium textured soils and cotton plants. *International Journal of Agricultural Biology*, 4: 534-536.
- Olsen, S. R. and Dean, L.A. 1965. Phosphorus: *Methods of Soil Analysis*. Part II, Ed.: Black, C. A., Madison, Wisconsin: Am Soc Agron Inc. pp1035-1049.
- Öztürk, Ö., Soylu, S., Ada, R., Gezgin, S., and Babaoğlu, M. 2010. Studies on differential response of spring canola cultivars to boron toxicity. *Journal of Plant Nutrition*, 33: 1141-1154.
- Öztürk, A. and Öztürk, B. 2014. The rootstock influences growth and development of "Deveci" pear. *Turkish Journal of Agriculture and Natural Science*, 1: 1049-1053.
- Padbuhushan, R. and Kumar, D. 2017. Fractions of soil boron: a review. *Journal of Agricultural Science*, 155 (7): 1023-1032. doi: 10.10107/S0021859617000181.
- Parle, M. and Arzoo, A. 2016. Why is pear so dear. *International Journal of Research in Ayurveda and Pharmacy (IJRAP)*, 7(1): 108-113.
- Pizer, N. H. 1967. *Some Advisory Aspects, soil potassium and magnesium*, Tech. Bull. No: 14: 184 p.

- Raese, J.T. 1989. Physiological disorders and maladies of pear fruits. *Horticultural Reviews*, New York, 11: 354-411.
- Rahmatullah, Badr-uz-Zaman. and Salim, M. 1999. Plant utilization and release of boron distributed in different fractions in calcereous soils. *Arid Soil Research and Rehabilitation (USA)*, 13 (3): 5-16.
- Ranjbar, F. and Jalali, M. 2014. Surface complexation model of boron adsorption by calcareous soils. *International Journal of Environmental Science Technology*, 11: 1317-1326.
- Raza, M., Mermut, A.R., Schoenau, J.J. and Malhi, S.S. 2002. Boron fractionation in some Saskatchewan soils. *Canadian Journal of Soil Science*, 82: 173-179. <https://doi.org/10.4141/S01-027>.
- Richards, L.A. 1954. Diagnosis and improvements of saline and alcali soils. Agriculture Handbook. No: 60-160p
- Rhoades, J. D. 1982. Soluble Salts: *Methods of Soil Analysis*, Part 2. Chemical and microbiological properties, Ed.: Page, A. L., American Soc. Ag. Inc. Pub. Agronomy Series, No. 9, Madison, Wisconsin, USA. pp 167-178.
- Sánchez, E., Righetti, T. and Sugar, D. 1998. Partitioning and recycling of fall applied boron in Comice pears. *Acta Horticulturae*, 475 (41): 347-354.
- Sandobe, M. K. and Mohammed, S. 2011. Boron Adsorption by Some Semi-Arid Soils of North Eastern Nigeria. *International Journal of Applied Agricultural Research (IJAAR)*, 6: 71-76.
- Sarkar, D. and Haldar. A. 2011. Extraction of boron using different extractants in soils of two agro-ecological sub-regions, West Bengal-A comparative study. *Agropedology*, 21(1): 40-43.
- Sathya, S., Mahendran, P.P. and Arulmozuhiselvan, K. 2013. Influence of soil and foliar application of borax on fractions of under tomato cultivation in boron deficient soil of typic haplustalf. *African Journal of Agricultural Research*, 8 (21): 2567-2571. doi: 10.5897/AJAR2013.6947.
- Shafiq, M., Ranjha, A.M., Yaseen, M., Mehdi, S.M. and Hannan, A. 2008. Comparison of freundlich and Langmuir adsorption equations for boron adsorption on calcareous soils. *Journal of Agricultural Research*, 46: 141-148.
- Sheng, O., Song, S.S., Chen, Y.J., Peng, S.A., and Deng, X.X. 2009. Effects of exogenous B supply on growth, B accumulation and distribution of two navel orange cultivars. *Trees*, 23: 59-68.
- Shuman, L. M. 1985. Fractionation method for soil microelements. *Soil Sci.* 140: 11-12.
- Sillanpaa, M., and Vlek, P. Micronutrients and the agroecology of tropical and Mediterranean regions. *Fertilizer Research*, 7: 151-167.
- Sillanpaa, M. 1990. Micronutrient Assessment at the Country Level: An international study. FAO Soils Bulletin, Rome.
- Takano, J., Wiwa, K. and Fujiwara, T. 2008. Boron transport mechanisms: collaboration of channels and transporters. *Trends Plant Science*, 13 (8): 451-457. doi: 10.1016/j.tplants.2008.05.007.

- Tsadilas, C.D., Yassoglou, N., Kosmas, C.S. and Kallianou, Ch. 1994. The availability of soil boron fractions to olive trees and barley and their relationships to soil properties. *Plant and Soil*, 162: 211-217. doi:10.1007/BF01347708.
- Tsadilas, C.D. and Kassioti, T. 2005. Influence of liming and nitrogen forms on boron uptake by tobacco. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 36: 701-708. doi: 10.1081/CSS-200043348.
- Tsadilas, C.D. and Kazai, P. 2005. Evaluation of methods for determination of soil boron available trees. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 36: 695-700. doi: 10.1081/CSS-200043344.
- TÜİK, 2018. Türkiye İstatistik Kurumu. <http://www.turkstat.gov.tr> (Erişim tarihi: 20.01.2020)
- USDA, 2013. U.S. Dept. Of Agriculture Soil Taxonomy. Available at: <http://www.soils.usda.gov/technical/classification/osd/index.html>. (Erişim tarihi: 14.11. 2013)
- Walkley, A. and Black, L.A. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soils organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science*, 37: 29-38. doi: 10.1097/00010694-193401000-00003.
- Wang, J.Z., Tao, S.T., Qi, K. J., Wu, J., Wu, H.Q. and Zhang, L. 2011. Changes in photosynthetic properties and antioxidative system of pear leaves to boron toxicity. *African Journal of Biotechnology*, 10 (85): 19693-19700. doi: 10.5897//AJB11.2608.
- Wang, N., Yang, C., Pan, Z., Liu, Y. and Peng, S. 2015. Boron deficiency in woody plants: various Responses and tolerance mechanisms. *Frontiers in Plant Science*, 6: 916. doi: 10.3389/fpls.2015.00916.
- Wojcik, P. 2000. Availability of soil boron fractions to m.26 apple rootstock. *Journal of Plant Nutrition*, 23 (7): 1025-1035. doi:10.1080/01904160009382078.
- Wojcik, P. and Wojcik, M. 2003. Effects of boron fertilization on Conference pear tree vigor, nutrition, and fruit yield and storability. *Plant and Soil*, 256: 413-421.
- Wolf, B. 1971. The determination of boron in soil extracts, plant materials, composts, manuRes, water and nutrient solutions. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 2(5): 363-74. doi: 10.1080/00103627109366326.
- Yau, S.K. and Ryan, J. 2008. Boron toxicity tolerance in crops: A vizable alternative to soil amelioration. *Crop Science*, 48 (3): 854-865. doi: 10.2135/cropsci2007.10.0539.
- Xu, J.M., Wang, R.W., Yang, Y.A. and Huang, L.B. 2001. Soil boron fractions and their ics of pear and other relationship to soil properties. *Soil Science Society of America Journal*, 65: 133-138. doi:10.2136/sssaj2001.651133x
- Yamamoto, T. and Terakami, S. 2016. Genomics of pear and other Rosaceae fruit trees. *Breeding Science*, 66 (1): 148-159. doi: 10.1270/jsbbs.66.148.



## Çok Kriterli Karar Verme Analizi ve GZFT Analizi Entegrasyonu ile Ekoturizm Stratejilerinin Önceliklendirilmesi: Masuleh-İran Çalışması<sup>A</sup>

Elnaz TAJER<sup>1</sup>, Sara DEMİR<sup>2\*</sup>

**Öz:** Ekoturizm, kitle turizminin aksine doğal ve kültürel peyzaj değerlerine ve tarihi kaynakların sahip olduğu hassas peyzajları koruyan ve ekolojik bütünlüğünü sağlayan bir sürdürülebilir alternatif bir turizmdir. Koruma ve kullanma dengesini dikkate alan ekoturizm kaynakların sürdürülebilir kullanımını desteklemektedir. Bu kapsamda ziyaretçilerin ve yerel halkın bilinçlenmesi ekoturizme kaynak değer sağlayan doğal ve kültürel peyzaj değerleri üzerindeki kentsel baskının, ziyaretçi etkisi ve çevresel problemlerin azalmasına yol açabilecektir. Bu araştırma kapsamında Hazar Denizi'ne yakın, Alborz dağları ile ormanlarla çevrili, kültürel ve tarihi miras değeri olan ve yerel mimari yapısını koruyan Masuleh köyü çalışma alanı olarak belirlenmiştir. 2007 yılında UNESCO tarafından tarihi miras listesine alınan Masuleh'in sahip olduğu bu doğal ve kültürel peyzaj değerleri yönetim yapısındaki yetki karmaşası nedeni ile tehdit altındadır. Bu çalışmanın amacı, Masuleh için ekoturizm kaynak değeri taşıyan ekoturizm kriterlerini tespit etmek ve bu hassas peyzaj değerlerinin sürdürülebilirliğini sağlayan ekoturizm stratejilerini belirlemektir. Bu bağlamda arazi çalışması ve literatür çalışması gerçekleştirilmiş, çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan En İyi-En Kötü Yöntemi (EİKY) ile GZFT (Güçlü Yönler-Zayıflıklar-Fırsatlar-Tehditler) Analizini entegre eden, yerel halk ve uzmanlar ile gerçekleştirilmiş bir anket çalışması düzenlenmiştir. Anket çalışması sonucunda 4 ana ve 20 alt ekoturizm kriterden oluşan ekoturizm kriterleri önceliklerine göre sıralanmış sonuç olarak "UNESCO' nun Tarihi Miras Alanı geçici listesinde yer alması" kriteri, fırsat olarak öncelikli olarak değerlendirilmesi gereken bir ekoturizm stratejisi

<sup>A</sup> Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır. Yapılan bu çalışma, 2021-16 toplantı numaralı, 29-12-2021 tarihli, E-69707128-050.99-41522 sayılı etik kurul izni almıştır.

<sup>1</sup> Elnaz TAJER, Bursa Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Yıldırım, Bursa, Türkiye, [elnaz.tjr28@gmail.com](mailto:elnaz.tjr28@gmail.com), [OrcID 0000-0001-5989-9768](https://orcid.org/0000-0001-5989-9768)

<sup>\*</sup> **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** <sup>2</sup> Sara DEMİR, Bursa Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Yıldırım, Bursa, Türkiye, [sara.demir@btu.edu.tr](mailto:sara.demir@btu.edu.tr), [OrcID 0000-0002-0813-3356](https://orcid.org/0000-0002-0813-3356)



olarak belirlenmiştir. Bu çalışmanın yöntem ve çıktıları benzeri çalışma alanlarının ekoturizm stratejilerinin belirlenmesinde örnek model oluşturabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Çok kriterli karar verme analizi, GZFT analizi, ekoturizm, yerel mimari, İran.

## **Prioritizing Ecotourism Strategies Integrated with Multiple-criteria Decision Analysis and SWOT Analysis: Masuleh-Iran Sample**

**Abstract:** Ecotourism, unlike mass tourism, is a sustainable alternative tourism that can protect natural and cultural landscape values and historical sources of sensitive landscapes and ensures its ecological integrity. Ecotourism, which takes into account the balance of conservation and use, supports the sustainable use of resources. In this context, raising awareness of visitors and local people may lead to a decrease in urban pressure, visitor impact and environmental problems on natural and cultural landscape values that provide resources to ecotourism. Within the scope of this research, Masuleh village, which is close to the Hazar Sea, surrounded by Alborz mountains and forests, has cultural and historical heritage value and preserves its local architectural structure, has been determined as the study area. These natural and cultural landscape values of Masuleh, which was included in the list of historical heritage by UNESCO in 2007, are under threat due to the confusion of authority in the management structure. The aim of this study is to determine the ecotourism criteria that have ecotourism resources for Masuleh and to determine the ecotourism strategies that ensure the sustainability of these sensitive landscape values. In this context, a field study and literature review was carried out, and a questionnaire integrating the Best-Worst Method (HCM), which is one of the multi-criteria decision-making methods, and SWOT (Strengths-Weaknesses-Opportunities-Threats) Analysis applied with local people and experts. As a result of the survey, the ecotourism criteria consisting of 4 main and 20 sub-ecotourism criteria were ranked according to their priorities. As a result, the criterion of opportunities criteria "inclusion in the UNESCO's Historical Heritage Site tentative list" was determined as an ecotourism strategy that should be evaluated as a priority. The methods and outputs of this study can set an example in determining the ecotourism strategies of similar study areas.

**Keywords:** Multiple-criteria decision analysis, SWOT analysis, ecotourism, local architecture, Iran.

## **Giriş**

Dünyanın son yıllardaki en önemli endüstri kollarından biri olarak kabul edilen turizm sektörü, politik, ekonomik ve teknolojik gelişmeler göstermektedir. 1960'lı yıllardan 1990'lı yıllara kadar etkin olarak kitle turizmin yoğun olarak gerçekleştiği bu sektör anlayışı kontrolsüz bir şekilde doğal ve kültürel peyzaj kaynak



değerlerini tahrip etmiş bu durum ise sürdürülebilir olan alternatif turizm anlayışını gündeme getirmiştir (Ankaya ve ark., 2018). Bir alternatif turizm olan ekoturizm, kitle turizminin bilinçsiz kaynak kullanımına bir tepki olarak doğmuştur. Hem kırsal hem de kültürel turizm unsurlarını bir arada barındıran, yerel halk ile direkt temas içerisinde bulunan, ekolojik ve sosyal bütünlüğü temel alan sürdürülebilir bir turizm çeşididir (Baykal ve Çimen, 2015). Turizme kaynak oluşturan doğal, tarihi, kültürel, sosyal ve estetik değerlerin korunup geliştirilerek çekiciliklerin devamının sağlanmasını amaçlamaktadır (Kuterve Ünal, 2009). Bu bağlamda ekoturizm, doğal ve sosyo-kültürel yapısı ve bunların korunmasına vurgu yaparak ziyaretçiler için alternatif çekim merkezi oluşturmayı hedeflemektedir (Kızılırmak ve ark., 2017; Zencirkıran ve ark. 2017).

Ekoturizm, doğal çevrenin kullanımı açısından bilinçli, toplumsal yönden sorumlu ve ekonomik yönden verimli bir turizm yaklaşımıdır (Demir ve ark., 2016). Ekoturizm, çevreyi koruyan ve yerel halkın yaşam kalitesini yükselten, geçmişten günümüze kadar ulaşan kültürel değerlere saygılı, kültürel düşük ziyaretçi etkisi ile korumayı geliştiren doğal alanlara yapılan sorumlu seyahattir (TIES, 2015; Demir ve ark., 2016). Kültürel değerler içerisinde önemli bir yere sahip, kendine has strüktürel özellikleri bulunan ve yörenin yaşam biçimini yansıtan yerel mimari yapılar, turizm sektörü içerisinde dikkat çeken önemli bir fiziksel özelliktir (Vukadinovic, 2011). Bu bağlamda, yerel mimari, kültürel peyzajı görünür kılan önemli bir kimlik unsurudur ve dolayısı ile turizm yapılması planlanan yörenin ziyaretçiler tarafından algılanması, çekicilik yaratması ve deneyimleme isteğinin artması üzerinde oldukça etkilidir. Turizmde olduğu gibi mimarlık sektörünü de etkileyen sürdürülebilirlik kavramı, ziyaretçilerin özellikle doğaya saygılı, az enerji tüketen, yerel malzemeler ile inşa edilen, sürdürülebilir yerel mimari yapıya sahip olan konaklama tesisleri tercih etmelerini sağlamaktadır (Vukadinovic, 2011; Pratheep, 2013). Ekoturizm kapsamında kullanılan doğaya uyumlu, sıfır atık ve sıfır karbon ile çevreye duyarlı, yenilenebilir enerji kullanan ve yerel malzemeler ile inşa edilen konaklama tesisleri Ecolodge olarak bilinmektedir (Elkaftangui ve ark., 2015; Özhancı ve Yılmaz, 2018).

Bir alanın ekoturizm potansiyeline sahip olabilmesi için kendine özgü doğal ve kültürel peyzaj değerlerine sahip olması gerekmektedir (Demir ve ark., 2016). İran, turizm açısından doğal ve kültürel peyzaj değerlerine sahiptir. İran'ın sahip olduğu cazibe merkezlerinin çeşitliliği bu ülkeye seyahat etmeyi teşvik etmektedir (Nasehive ark., 2017). İran'ın kuzeyinde Gilan İlinde bulunan ve köklü tarihi peyzaj karakterine sahip olan Masuleh köy çalışma alanı olarak seçilmiştir. Geleneksel dokusunu, doğal, kültürel ve tarihsel niteliklerini günümüze kadar koruyabilen Masuleh köyünün sadece sürdürülebilir mimari yapısı incelenmiş, ekoturizm potansiyeline yönelik çalışmalara rastlanmamıştır. Bu çalışmanın amacı; Masuleh köyünde ekoturizm kriterleri kapsamında mevcut durumu incelemek, ekoturizmin geliştirilmesine yönelik potansiyelleri ve kısıtları belirlemek ve ekoturizmin geliştirilmesine yönelik sürdürülebilir ekoturizm modeli için stratejiler geliştirmektir. Bu amaca ulaşmak için alanda ekoturizm için kaynak değeri oluşturan potansiyellerin değerlendirilmesi ve önceliklerinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Bu bağlamda ekoturizm kriterleri, GZFT Analizi (Güçlü Yönler-Zayıflıklar-Fırsatlar-Tehditler) ve En İyi En Kötü Yöntemi (EİKY) ile değerlendirilmiş, GZFT ana ve alt kriterleri içerisinde listelenen ekoturizm kriterleri önem önceliklerine göre sıralanmıştır. Sonuç olarak çalışmanın yöntem ve sonuçları kendine özgü doğal ve kültürel peyzaj değerlerine ve sürdürülebilir yerel mimariye sahip Masuleh köyü için ekoturizm bu değerlerin korunması ve yerel halkın yaşam refahını

geliştirmesi için uygun görülmüştür. Bu çalışmanın yöntem ve sonuçları benzer özelliklere sahip diğer alanlarda ekoturizm kriterleri ve stratejilerinin geliştirilmesi için örnek olabilir.

## Materyal ve Yöntem

Çalışma kapsamında öncelikle ekoturizm, alternatif turizm ve sürdürülebilir mimarı, çok kriterli karar verme yöntemlerine yönelik bilimsel projeler ve araştırmalar incelenmiş ve ilgili çevrimiçi siteler ve kamu kurum-kuruluşlardan veri temin edilmiştir. Yapılan bu çalışma, 2021-16 toplantı numaralı, 29-12-2021 tarihli, E-69707128-050.99-41522 sayılı etik kurul izni almıştır. Çalışma alanı olarak İran'da bulunan Masuleh köyü seçilmiştir. İran, 1.648 million km<sup>2</sup> Alanı ile Orta Doğuda bulunan geniş bir topraktır. Bu ülkenin özel coğrafi özellikleri İran'a dört mevsimlik bir görünüm kazandırmıştır (Amini, 2019). Masuleh köyü, İran'da, Rasht'in yaklaşık 60 km güneybatısında ve Fuman'ın 32 km batısındadır (Isfahani, 2017). Masuleh, Hazar denizinin güney kıyısına yakın, Alborz sıradağları ile çevrili bir vadiye yer almaktadır (Farahanive Musa, 2008) (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma alanı Masuleh, Gilan/İran

Masuleh köyü geçmişi MS 1006 yıllarına dayanmaktadır (Reza, 2011). Yüksek dağlar ve ormanlar gibi doğal kaynak değerlerinin yanı sıra kültürel miras alanı da bulunmaktadır (Isfahani, 2017). Masuleh' de, 1941 yılına kadar nüfus yaklaşık otuz bin kişiyken, 2006 nüfus sayımına göre göç olayları, 1990 depremi, istihdam yetersizliği ve toprak reformu nedeniyle nüfus 554 kişiye düşmüştür (Nasehi ve ark., 2017). 2016 yılında yapılan son nüfus sayımına göre Masule'nin nüfusu 393 kişiye düşmüştür (SCI2016). Dik bir tepe üzerinde kurulmuş

olan bu köy, özgün sürdürülebilir bir mimari yapıya sahiptir. Dört mevsimin özelliklerini yansıtan çalışma alanı, yüksek nem oranına ve yağış miktarına sahiptir. Bu durum yerleşim birimlerinin şekli ve yönelimini etkilemiştir (Şekil 2). Nem oranını azaltmak ve rüzgar etkisinden en iyi şekilde yararlanmak amacı ile yerleşim yerleri dışa doğru yönlendirilmiştir (Kakouei ark., 2012). Çalışma alanı 1975 yılında İran'ın Ulusal Miras Listesi'nde, 2007'de ise UNESCO tarafından geçici miras listesinde yer almıştır (Nasehiv ark., 2017; Seyfi ve ark., 2019). Çalışma alanı ve çevresinde plansız bir turizm yapılmaktadır. Masuleh'de yerel halkın geçim kaynağı genellikle ticaret ve hayvancılıktır (Nazif, 2013).



Şekil 2. Çalışma alanının mimarisi

Araştırma süreci, mevcut durumun belirlenmesi kapsamında doğal, fiziksel, ekonomi/sosyo-kültürel ve yönetim yapısı incelenmiştir (1). Ekoturizm kriterlerin tanımlanmış, doğal yapı ve coğrafi konumu, fiziksel, ekonomik/sosyo-kültürel ve yönetim yapısından oluşan 4 ana kriter ve 20 alt kriter tanımlanmıştır (2). GZFT analizi, çalışma alanının güçlü ve zayıf yönleri ile fırsatlar ve tehditleri listelenmiştir (3). Tüm ana ve alt kriterler EİKY yöntemi ile karşılaştırılmıştır ve önem derecelerine göre sıralanmıştır. Son olarak ekoturizm kriterlerinin önem derecelerine göre ekoturizm stratejilerinin öncelikleri belirlenmiştir (4).

Birinci aşamada Masuleh köyünün ekoturizm kriterlerini yansıtan doğal, fiziksel, ekonomik/sosyo-kültürel ve yönetim yapısı dikkate alınarak mevcut potansiyelleri ve sorunları tespit edilmiştir. İkinci aşamada ekoturizm literatür çalışmaları ve uzman görüşü de dikkate alınarak Masuleh için ekoturizm kriteri oluşturabilecek doğal ve kültürel peyzaj değerleri tespit edilmiş doğal yapı ve coğrafi konumu, fiziksel yapı, ekonomik/sosyo-kültürel yapı ve yönetim yapısı olmak üzere 4 ana ekoturizm kriterleri tespit edilmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Masuleh 'nin ekoturizm kriterlerinin saptanması

Masuleh 'nin Ekoturizm Kriterleri	Ana Ekoturizm Kriterleri	Alt Ekoturizm Kriterleri
	Doğal yapı ve coğrafi konum	Konum Ekolojik değerler
	Fiziksel Yapı	Teknik altyapı Mimarî yapı
	Ekonomik ve Sosyo-kültürel yapı	Ekonomik çeşitlilik Sosyal yaşam Kültürel değerler Tarihi ve arkeolojik değerler
	Yönetim Yapı	İdari yapı Mevzuat

Üçüncü aşamada nitel (kalitatif) bir analiz tekniği olan GZFT analizi, Masuleh'nin güçlü ve zayıf yönlerini ortaya koyan içsel faktörleri ile fırsatlar ve tehditleri ortaya koyan dışsal faktörlerinin incelenmesi hedeflenmiştir (Yılmaz ve ark., 2009). GZFT analiz kapsamında belirlenen içsel ve dışsal faktörler, ekoturizmin ana kriterleri altında sınıflandırılmıştır. Bunun sonucunda altısı güçlü, beşi zayıf yön olan, dördü fırsat, beşi tehdit olan toplam 20 alt ekoturizm kriteri belirlenmiştir (Çizelge 2). Ana ekoturizm kriterleri altında çalışma alanı için alt ekoturizm kriterleri GZFT analizi kapsamında değerlendirilmekte ve ekoturizm stratejileri listelenmektedir (Demir ve ark., 2016; Demir ve Atanur, 2019). Subjektif ve kalitatif olan GZFT analizi kapsamında faktörlerinin önem dereceleri objektif ve sayısal olarak belirlenmemektedir. Ancak karar verme sürecinin başarılı bir şekilde gerçekleşmesi için sayısal verilere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle planlama sürecinde GZFT analizi yetersizdir (Yılmaz ve ark., 2009; Demir ve ark., 2016; Demir ve Atanur, 2019). Dolayısı ile bu çalışma kapsamında GZFT faktörlerini sayısallaştırarak önem derecelerini belirlemek için çok kriterli karar verme yöntemi olan En İyi En Kötü yöntemi (EİKY) kullanılmıştır.

Dördüncü aşamada, GZFT analizi ve yeni bilinen çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri EİKY ile birlikte entegre edilerek Masuleh'nin ekoturizm markalaşmasına yönelik ekoturizm ana ve alt kriterleri önceliklerine göre sıralanmıştır. Ekoturizm kriterlerini oluşturan GZFT'nin ana ve alt faktörleri içeren 60 Adet anket çalışması konu ile ilgili uzmanlara ve yerel halka düzenlenmiştir. Dr. Jafar Razaee tarafından geliştirilen bu yöntem, vektör tabanlı çok kriterli bir karar verme yöntemidir ve 5 aşamadan oluşmaktadır (Rezaee, 2014). Bu kapsamda belirlenen GZFT ana faktörleri ile tüm ekoturizm kriterleri arasında ikili bir karşılaştırma (1) yapılmaktadır. Katılımcı kendi görüşüne göre kriterlerden en iyi (2) ve en kötü (3) kriteri seçmektedir. Seçilen en iyi ve en kötü kriterleri geriye kalan diğer kriterler ile ayrı ayrı olmak üzere yine ikili karşılaştırılmakta ve önem derecesine göre puan verilmektedir (4). Son olarak da her birinin optimum ağırlıkları elde edilmektedir (5). Katılımcılar tarafında tüm ana ve alt kriterler EİKY ile karşılaştırılmıştır ve önem derecelerine göre sıralanmıştır. Bu yöntem diğer çok kriterli karar verme yöntemlerine nazaran daha tutarlı karşılaştırmalara yol açmakta ve güvenilir sonuçlar elde edilmektedir. Ayrıca sonuçlar diğer çok kriterli karar verme yöntemleri ile entegre edilebilmektedir. EİKY basit bir yöntemdir ve karşılaştırmalar, 1'den 9'a kadar değişen tam sayılarla gerçekleştirilmektedir (Nyimbilive Erden, 2020). Solver Linear adlı EİKY yazılımı ile ikili karşılaştırmaların sonuçları elde edilmiştir. Tutarlılık oranının ise 0.1 in altında olması beklenmektedir (Liang ve ark., 2019).

Çizelge 2.GZFT analizinin ana ve alt ekoturizm kriterleri kapsamında değerlendirilmesi

ANA EKOTURİZM KRİTERLERİ					
	Doğal Yapı ve Coğrafi Konum	Fiziksel Yapı	Ekonomik ve Sosyo-Kültürel Yapı	Yönetim Yapısı	
GZFT ANALİZİ BİLEŞENLERİ	<b>Güçlü Yönler (G)</b>	G1: Bitki örtüsü ve yaban hayatı varlığı G2: Şehir merkezine yakın olması	G3: Yerel ürünlerin ve yerel mimarinin varlığı G4: Yapılarda enerji etkin tasarımların kullanılması	G5: Tarihi ve arkeolojik yapıların ve yolların varlığı G6: Geleneksel kültürün ve turizmin devam etmesi	
	<b>Zayıf Yönler (Z)</b>	Z1: Bitki örtüsünün tahrip edilmesi	Z2: Teknik altyapı eksikliği Z3: Yerel mimariye uygun olmayan yapıların varlığı	Z4: Yetersiz refah ve sağlık hizmetleri	Z5: Turizme yatırım yetersizliği
	<b>Fırsatlar (F)</b>			F1: Yerel konaklamanın olması F2: İş imkanının olması F3: El Sanatların satışa sunulması F4: UNESCO geçici listesinde olması	
	<b>Tehditler (T)</b>			T1: Nüfusun azalması T2: Suç oranının artması	T3: Bütünleşik kentsel yönetim eksikliği T4: Turizm planının eksikliği T5: Arazi fiyatlarının kontrolsüz artması

ALT EKOTURİZM KRİTERLERİ ALT EKOTURİZM KRİTERLERİ

## Bulgular

Masuleh'ninekoturizmin markalaşmasına yönelik gerçekleştirilen bu çalışmanın anket sonuçlarına göre katılımcılar, en yüksek öncelikli GZFT grubu olarak “Güçlü Yönler”(0.424), bunu sırasıyla “Fırsatlar” (0.249), “Tehditler” (0.186) ve “Zayıf Yönler” (0.141) takip ettiği belirlenmiştir (Çizelge3). Çıkan sonuca göre Masuleh'in ekoturizm stratejileri belirlenirken “Güçlü Yönler”öncelikle dikkate alınması gerekmektedir. Zayıf yönler en az önemli olan bileşen olarak seçilmiştir. Tüm ekoturizm kriterleri arasında yapılan genel sıralamaya göre “Bitki örtüsü ve yaban hayatı varlığı” (0.1005) ekoturizm markalaşması için en önemli kriter ve “Arazi fiyatlarının kontrolsüz artması” (0.0140) ise genel sıralamada en az önemli olan kriter olarak seçilmiştir.

Çizelge 3. GZFT ve EİKY sonuçlarının öncelik sıralaması

GZFT Analizi Bileşenleri	SWOT'un Öncelik Değerleri	Ekoturizmin Alt Kriterleri	Ekoturizmin Alt Kriterlerinin Öncelik Değerleri	Öncelik Sıralaması
<b>Güçlü yönler (G)</b>	0.424	G1: Bitki örtüsü ve yaban hayatı varlığı	0.1005	1
		G2: Şehir merkezine yakın olması	0.0420	12
		G3: Yerel ürünlerin ve yerel mimarinin varlığı	0.0810	4
		G4: Yapılarda enerji etkin tasarımların kullanılması	0.0458	9
		G5: Tarihi ve arkeolojik yapıların varlığı	0.0856	3
		G6: Geleneksel kültürün ve turizmin devam etmesi	0.0691	6
<b>Zayıf yönler (Z)</b>	0.141	Z1: Bitki örtüsünün tahrip edilmesi	0.0450	10
		Z2: Teknik altyapı eksikliği	0.0176	19
		Z3: Yerel mimariye uygun olmayan yapıların varlığı	0.0275	15
		Z4: Yetersiz refah ve sağlık hizmetleri	0.0235	18
		Z5: Turizme yatırım yetersizliği	0.0274	16
<b>Fırsatlar (F)</b>	0.249	F1: Yerel konaklamanın olması	0.0256	17
		F2: İş imkanının olması	0.0515	8
		F3: El Sanatların satışa sunulması	0.0779	5
		F4: UNESCO geçici listesinde olması	0.0939	2
<b>Tehditler (T)</b>	0.186	T1: Nüfusun azalması	0.0407	13
		T2: Suç oranının artması	0.0562	7
		T3: Bütünleşik kentsel yönetim eksikliği	0.0312	14
		T4: Turizm planının eksikliği	0.0439	11
		T5: Arazi fiyatlarının kontrolsüz artması	0.0140	20

“Güçlü yönler” GZFT grubunda yer alan “Bitki örtüsü ve yaban hayatı varlığı” (0.1005) GZFT faktörü, en önde gelen faktördür, öte yandan “Şehir merkezine yakın olması” (0.0420) GZFT faktörü en az önemli güç olarak belirlenmiştir. “Zayıf Yönler” GZFT grubunda yer alan “Bitki örtüsünün tahrip edilmesi” (0.0450) GZFT faktörü, en önde gelen faktördür, öte yandan “Teknik altyapı eksikliği” (0.0176) GZFT faktörü en az önemli zayıflık olarak belirlenmiştir. “Fırsatlar” GZFT grubunda yer alan “UNESCO geçici listesinde olması” (0.0939) GZFT faktörü, en önde gelen faktördür. “Yerel konaklamanın olması” (0.0256) GZFT faktörü en az önemli fırsat olarak belirlenmiştir. “Tehditler” GZFT grubunda yer alan “suç oranının artması” (0.0562) GZFT faktörü, en önde gelen faktördür ve “kontrolsüz arazi fiyatları artması” (0.0140) GZFT faktörü en az zarar verici tehdit olarak belirlenmiştir.

## Tartışma

Masuleh doğal alanları, kendine özgü yerel mimarisi ve köklü tarihi ile ekoturizm kriterleri açısından önemli doğal ve kültürel peyzaj kaynak değerlerine sahiptir. Dolayısı ile ekoturizm, bu kaynakların sürdürülebilir kullanımı ve yerel kalkınmanın sağlanmasında uygun bir plan kararıdır. Bu kapsamda sahip olduğu ekoturizm kriterlerinden yola çıkılarak bu çalışma kapsamında Masuleh’de ekoturizmi geliştirmek ve yönetmek için ekoturizm stratejileri yaklaşımları geliştirilmiş ve her bir stratejinin önceliklerinin belirlendiği bir yönetsel çerçeve oluşturulmuştur.



Ekoturizm ile ilgili yapılan çalışmalarda, ekolojik, coğrafik, kültürel, sosyo-ekonomik ve korunan peyzaj değerlerine sahip alanlarda GZFT analizinin uygulandığı ve ekoturizm potansiyelin belirlendiği birçok ekoturizm araştırması bulunmaktadır. Ulusal ve uluslararası ölçeklerde özellikle korunan doğal ve kültürel miras alanlarında gerçekleştirilmiştir. Hosseinalizadeh ve ark., (2018), Murtini ve ark., (2018), Bozkurt (2019), Çelik (2020), Rezagama ve ark., (2021) araştırmalarında kendi çalışma alanlarına yönelik ekoturizm stratejilerini geliştirmek için subjektif bir yöntem olan GZFT analizini kullanılmıştır. Ancak bu nesnel olan ve araştırmacının öngörüsüne dayanan bu analiz ekoturizm stratejilerinin geliştirilmesi için yetersiz kalmıştır. Benzer şekilde Kakoei et al. (2012), Nasehi et al. (2017), Isfahani (2017) araştırmalarında Masouleh'in mimari yapısı inceleyerek subjektif bir yöntem olan SWOT analizi ile değerlendirilmiş ve kırsal turizm potansiyelini incelemişlerdir. Ancak bu çalışmalarda, Masouleh'in kendine özgü ekolojik yapısı, kültürel yapısı ve özellikle tarihi miras değerleri dikkate alınmamıştır. Bu kapsamda çalışma alanının içsel ve dışsal özellikleri yansıtan GZFT analizi ile yeni bilinen çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan EİKY entegre eden bir yöntem geliştirilmiştir. Böylece sözel ve öznel-subjektif olan GZFT analizi kapsamında değerlendirilen ekoturizm kriterleri, EİKY ile sayılaştırılarak nesnel hale dönüştürülmüş ve subjektif bir yaklaşım kazandırılmıştır.

Pandemi nedeni ile turistlere yapılamayan ancak uzman ve yerel halk ile yapılan anket çalışmalarına dayanan bu bütünlük yöntemi kapsamında çalışma alanında tespit edilen ekoturizm kriterleri önceliklerine göre sıralanmış ve buna göre Masuleh'de ekoturizm markalaşmasına yönelik olarak öncelikli ele alınması gereken ekoturizm stratejileri belirlenmiştir. Dolayısıyla bu çalışmanın amaç ve yönteminde yer alan tüm aşamalar gelecekte ekoturizme yönelik yapılacak olan çalışmalara örnek oluşturabilir. Masuleh'in özellikle yerel mimarisi ve kendine özgün doğal ile kültürel peyzaj kaynaklarını dikkate alan bu yöntemin sonuçları 0.08 (0.1'in altında) oran ile kabul edilebilir bir tutarlığa sahip olduğu da tespit edilmiştir.

Masuleh'in ekoturizm potansiyeli ile ilgili çalışmalar kantitatif çalışmalar olup oldukça azdır. Nazif (2013), tarafından gerçekleştirilen ve nitel araştırma yöntemine sahip ekoturizm çalışması ile Masuleh üzerinde oluşabilecek olumlu ve olumsuz etkiler ortaya konmuştur. Yapılan bu çalışma kapsamında halkın temel ekonomik kaynağının turizm olduğu tespit edilmiştir. Nasehi ve ark., (2017), ise çalışmada sadece GZFT analizi kullanarak turizme yönelik stratejiler ve çözümler geliştirmişlerdir. Subjektif olan ve çalışma alanı ile ilgili sözel bilgiler sunan GZFT analizinin tüm ana ve alt kriterlerinin objektif olarak değerlendirilebilmesi için sayısallaştırılması gerekmektedir. Bu bağlamda 2015 yılında geliştirilen ve popülerliği artan EİKY metodu kullanılmıştır. Karar verme aşamasında sözel verilerin yanı sıra sayısal verilerin varlığı ekoturizm planlaması süresince GZFT analizinin en etkin şekilde kullanılmasını sağlamaktadır. Anket sonuçlarına göre, güçlü yönler ve fırsatlar en önemli kriterler olarak seçtikleri ve dolayısıyla ile Masuleh' nin güçlü yönlerini ve fırsatlarını oluşturan konulara öncelikli önem verilmesi gerektiği ortaya çıkmıştır.

Sonuçlara göre, güçlü kriterlerden 'Bitki örtüsü ve yaban hayatı varlığı' (G1), 'Tarihi ve arkeolojik yapıların varlığı' (G5) ve 'Yerel ürünlerin ve yerel mimarinin varlığı' (G3) sırasıyla en önemli kriterler olarak seçilmiştir. Bu sonuçlar, yerel halkın hassas peyzaj ve kültürel değerlerinin önemini farkında olduklarını göstermektedir. Bu nedenle, bu üç kriteri ekoturizm stratejilerinin geliştirilmesi kapsamında öncelik olarak ele almak, çalışma

alanının kendine özgü peyzaj değerlerini koruyabilmesine ve ayrıca yerel halkın istihdamının ve sosyo-ekonomik refahının artırılmasına katkı sağlayabilir.

Masuleh çeşitli doğal ve kültürel peyzaj değerlerine sahip olmasına rağmen turizmi ile ilgili stratejik gelişmelerin eksikliği yörede sürdürülebilir olmayan turizmin gelişmesine ve dolayısı ile turizme kaynak oluşturan peyzaj değerlerinin tahrip olmasına sebep olmuştur. Bu yüzden turizm sektörün çalışma alanında sürdürülebilir bir şekilde gelişimi için ekoturizm potansiyeli ortaya çıkaran kriterlerin belirlenmesi ve bu kriterlere yönelik stratejilerin uygulanması ve kontrolünü sağlayan yerel halk ve paydaşların görüşlerini önemseyen ve yerel yönetimlerin de yer aldığı disiplinler arası bir yönetim organizasyonuna ihtiyaç duyulmaktadır.

## Sonuç ve Öneriler

Sorumlu bir turizm olan ekoturizm, ekolojik kültürel peyzaj kaynaklarına saygılı bir sürdürülebilir turizmdir. Dolayısı ile araştırma kapsamında çalışma alanında ekoturizmin markalaşmasına yönelik stratejilerin geliştirilmesi Masuleh' in ekolojik ve kültürel bütünlüğünün sağlanmasında oldukça önemlidir. Fırsat kriterleri içerisinde UNESCO geçici listesinde olması (F4) en önemli olan kriter seçilmiştir ancak çalışma alanında bütünlük bir kentsel yönetimin olmayışı, turizm planının eksikliği ve yerel mimariye uygun olmayan yapıların ve yapısal donatıların varlığı UNESCO' nun kesin listesine girmesini engelleyen önemli olumsuzlardır. Dolayısı ile bu olumsuzlukları fırsata dönüştüren uygun ekoturizm stratejilerinin geliştirilmesinde fayda vardır. Suç oranının artması (T2) en önemli tehdit olarak seçilmiştir ve bu kapsamda gerekli güvenlik önlemleri alınarak Masuleh' in güvenliğinin sağlanması gerekmektedir. Bütün kriterler arasında, zayıf yönler en düşük sırada seçilmiştir. Zayıf kriterlerden 'Bitki örtüsünün tahrip edilmesi (Z1)' en yüksek önceliğe sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuç önemli bir doğal kaynak değer olan bitki örtüsüne gereken önemin verilmediğini ve dolayısı ile turistler ve yerel halka ilgili kamu kurum ve kuruluşların bu doğal kaynakların korunmasına yönelik uygun mevzuat ve düzenlemeler geliştirmeleri gerekmektedir. Masuleh'de turizme yönelik iş imkanı olmasına rağmen nüfusun giderek azalması önemli bir tehdit oluşturmaktadır ve bu turizm faaliyetlerinin etkin bir şekilde yapılmadığını göstermektedir. Yerel halkın yüksek katılım sağlayabileceği uygun ekoturizm faaliyetlerinin gerçekleşmesi yerel halka alternatif gelir kaynakları oluşturacak ve böylece genç nüfusun göç etmesinin önüne geçilebilecektir. Bu kapsamda yerel halkın ve gelen ziyaretçilerin de ekoturizm konusunda bilinçlendirilmesi, uygun bir yönetim organizasyonunun kurulması ve ziyaretçi yönetiminin sağlanması Masuleh'deki birçok zayıf yönleri güçlendirecek ve tehditleri fırsata dönüştürebilecektir.

Bu araştırmanın yapılan diğer ekoturizm araştırmalarla temel farkı yeni bilinen bir yöntem olan EİKY kullanılması ve GZFT ana ve alt kriterlerinin önem derecelerinin sayısal olarak tespit edilmesidir. Sonuç olarak ekoturizm potansiyeli taşıyan alanların doğal ve kültürel kaynak değerlerinin koruyan ve çalışma alanının sürdürülebilir kalkınmasına fırsat sunan bu çalışmanın yöntem ve çıktıları, gelecekte yapılacak olan araştırmalara yol gösterebilir. İran ve benzeri ülkelerde ekoturizm stratejilerinin sağlıklı gelişmesine yönelik bir örnek teşkil edebilir.



## Teşekkür

Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır. Yapılan bu çalışma, 2021-16 toplantı numaralı, 29-12-2021 tarihli, E-69707128-050.99-41522 sayılı etik kurul izni almıştır. Makalede 1. Yazar % 55, 2. Yazar % 45 katkıda bulunmuştur. Herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

## Kaynakça

- Amini, E. 2019. A Comparison Study of Vernacular Settlements in Iran; Case of Masouleh and Abyaneh Villages, M.Sc. THESIS, Istanbul Technical University, Graduate School of Science Engineering and Technology.
- Ankaya, F. Ü., Yazıcı, K., Balık, G. & Aslan, B. G. 2018. Dünyada ve Türkiye’de Ekoturizm, Sosyal-Kültürel ve Ekonomik Katkıları, *Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi*, Sayı 1(2): 69-72.
- Baykal, D., Çimen, H. 2015. Sürdürülebilir Turizm ve Eko-turizm Sertifikaları, Doğu Karadeniz Bölgesi Sürdürülebilir Turizm Kongresi Bildiriler Kitabı, Gümüşhane Üniversitesi Yayınları ,s. 11.
- Bozkurt, S.G. 2019. Gürün ilçesinin ekoturizm potansiyelinin incelenmesi, *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(4): 2255-2265, 2019.
- Çelik, S. 2020. Kilis İli’nin Ekoturizm Potansiyeli Açısından Değerlendirilmesi ve Planlamaya Yönelik Öneriler, *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 13(70).
- Demir, S., Atanur, G. S. 2019. Ecotourism Strategy with Multi-Criteria Decision Making in Iznik, *International Journal of Landscape Architecture Research*, 3(2): 47-54.
- Demir, S., Tuncay, H. E., & Akgun, A. A. G. 2016. Quantitative SWOT Analysis for Prioritizing Ecotourism-planning Decisions in Protected Areas: Igneadaca, *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 23:5, 456-468.
- Elkaftangui, M., Elnokaly, A., Awad, Y., & Elseragy, A. 2015. Demystifying Cultural and Ecotourism in the Vernacular Architecture of Siwa Oasis, Egypt, Thai Society of Higher Education Institutes on Environment, 17 - 19 June 2015, Bangkok, Thailand.
- Farahani, H. Z., Musa, G. 2008. Residents’ Attitudes and Perception Towards Tourism Development: A Case Study of Masouleh, Iran. *Tourism Management* 29 (2008) 1233–1236.
- Hosseinalizadeh, S., Jabbari, S., & Haghlesan, M. 2018. Assessment of Ecotourism from the Perspective of the Sustainable Development Based on SWOT Model (Case: Azerbaijan Region of Iran), *European Journal of Sustainable Development* (2018), 7, 1, 163-174.
- Isfahani, A. M. 2017. Examining the Concept of Belongingness to Place and its Effective Factors: A Case Study of Masouleh Village. *Revista QUID (Special Issue)*, 2010-2021.
- Isfahani, A. M. 2017. Examining The Concept of Belongingness to Place and Its Effective Factors: A Case Study of Masouleh Village. *Revista QUID (Special Issue)*, 2010-2021.

- Kakouei, M., Kakouei, M., Suberamanian, K., Kahn, S. M., Jahangirzadeh, A., & Akib, S. 2012. Masouleh: A City; A History, *International Journal of Humanities and Social Sciences*, Vol:6, No:11.
- Kakouei, M., Kakouei, M., Suberamanian, K., Kahn, S. M., Jahangirzadeh, A., Akib, S. 2012. Masouleh: A City; A History, *International Journal of Humanities and Social Sciences*, 6(11), 2843-2848.
- Kızıllırmak, İ., Kaya, F., Yıldız, S., & Kurtulay, Z. 2017. Yerel Paydaşların Ekoturizme Yönelik Yaklaşımları: Erzincan Destinasyonu Örneği, *Erzincan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, ÖS-IV: 189-202 .
- KUTER, N., ÜNAL, H. E. 2009. Sürdürülebilirlik Kapsamında Ekoturizmin Çevresel, Ekonomik ve Sosyo-Kültürel Etkileri, *Kastamonu Üni., Orman Fakültesi Dergisi*, 9 (2): 146-156.
- Liang, F., Brunelli, M., & Rezaei, J. 2019. Consistency Issues in The Best Worst Method: Measurements and Thresholds, *Omega* 96 (2020) 102175.
- Murtini, S., Sumarmi., Astina, I.K., & Hari Utomo, D. 2018. SWOT Analysis for the Development Strategy of Mangrove Ecotourism in Wonorejo, Indonesia, *Mediterranean Journal of Social Sciences*, Vol 9 No 5, September 2018.
- Nasehi, S., Allahyari, H., & Zebardast, L. 2017. Assessment of Rural Tourism Using SWOT Analysis (Case Study: Masouleh village, Gilan, Iran). *International Journal of Engineering Research And Advanced Technology (IJERAT)*, ISSN:2454-6135, [Volume. 03 Issue.5, May– 2017].
- Nasehi, S., Allahyari, H., Zebardast, L. 2017. Assessment of rural tourism using SWOT analysis (Case Study: Masouleh village, Gilan, Iran). *International Journal of Engineering Research and Advanced Technology (IJERAT)*, 3(5), 8-21.
- Nazif, F. 2013. The Impacts of Rural Area Development on Ecotourism: Evidence from Masouleh, M.Sc. THESIS, Eastern Mediterranean University, Tourism Management.
- Nyimbili, P. H., Erden, T. 2020. Comparative Evaluation of GIS-based Best–Worst Method (BWM) for Emergency Facility Planning: Perspectives From Two Decision-Maker Groups, *Natural Hazards* (2021) 105:1031–1067.
- Özhancı, E. & Yılmaz, H. 2018. Sensitivity Analysis in Landscape Ecological Planning; the Sample of Bayburt *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 32 (2) , 77-98.
- Pratheep, P. S. 2013. Sustainable Architecture and Tourism Management, *International Journal for Environmental Rehabilitation and Conservation*, Volume IV No. 2 2013 [38 – 49].
- Reza, E. 2011. Identification of Staircase House Type in Rural Architecture of Iran: Masouleh and Abyaneh Settlements, M.Sc. THESIS, Eastern Mediterranean University, Architecture.
- Rezaei, J. 2014. Best-worst Multi-criteria Decision-making Method, *Omega* 53 (2015) 49–57.
- Rezagama, A., Setyati, W.A., Agustini, T.W., Sunaryo., S.A., Deswanto, E., ve Budiati, I.M. 2021. Approaching SWOT Analysis to Develop Strategies of Marine- Ecotourism in Bedono Village, Sayung, Demak, *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 750 (2021) 012059.
- SCI (2016). Statistical Center of Iran. <https://www.amar.org.ir/> (Erişim tarihi: 30.10.2021)

- Seyfi, S., Hall, C. M., & Fagnoni, E. 2019. Managing World Heritage Site stakeholders: A Grounded Theory Paradigm Model Approach, *Journal of Heritage Tourism*, 14:4, 308-324.
- TIES (2015). Description and Ecotourism Principles. <https://ecotourism.org/what-is-ecotourism/> (Erişim tarihi: 30.10.2021)
- Vukadinovic, I. 2011. Architecture in Tourism-Case of Copenhagen-Visitors' Perspective. Master Thesis, Lunds University, Helsingborg.
- Yılmaz, E., Coşgun, U., Koçak, Z., Ay, Z., & Orhan, K. 2009. Katılımcı Yaklaşımla Ekoturizm Stratejilerinin Belirlenmesi ve Önceliklendirilmesi: Cehennemdere Vadisi ve Köprülü Kanyon Milli Parkı Örnekleri, Çevre ve Orman Bakanlığı Yayın No: 386 DOA Yayın No: 51.
- Zencirkıran, M., Eraslan, E., Çetiner, S., Görür, A., Tanrıverdi, D. & Çelik, B. H. 2017. Ballıkayalar ve Beşkayalar (Kocaeli) Tabiat Parkları Peyzaj ve Rekreasyon Değerleri Üzerine Bir Araştırma. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 31 (2), 157-175.





## Küresel İklim Değişikliğinin Zeytin Yetiştiriciliği ve Zeytinyağı Üzerine Etkileri<sup>A</sup>

Didar SEVİM<sup>1\*</sup>, Nurhan VAROL<sup>2</sup>, Oya KÖSEOĞLU<sup>1</sup>

**Öz:** Günümüzde yaşadığımız ve gelecekte yaşayacağımız iklim değişiklikleri ile (yağışların azalması, sıcaklık ve kuraklığın artması) tarımsal potansiyeller ve yetiştirilen türlerdeki değişimlerin yaşanması kaçınılmaz olacaktır. İklimdeki bu değişimler tarım sektörü ve özellikle zeytin sektörü için büyük önem taşımaktadır. Gelecekteki iklim koşullarındaki tahminler, zeytin ağaçları gibi çok yıllık ürünlerde, özellikle suyun, fizyolojik süreçlerin, fenolojik zamanlamaların, nihai verim ve kalite özellikleri üzerinde ciddi olumsuz etkilere neden olabileceğini ortaya koymaktadır. Sıcaklıklarda beklenen bu artışların, zeytinde büyüme mevsiminin uzunluğunu arttırabileceği, özellikle çiçeklenmede fenolojik zamanlamalarda değişikliklere yol açabileceği, daha yüksek sıcaklıklar ve artan buharlaşmanın meyve olgunlaşmasını hızlandırarak daha düşük olgunluk seviyelerinde olsa da erken hasat ihtiyacını ortaya çıkaracağı rapor edilmektedir. Bunlara bağlı olarak da meyve veriminde, sofralık zeytin ve zeytinyağı kalitesinde olumsuz etkilere neden olabileceği belirtilmektedir. İklim değişikliğine bağlı olarak ileriye dönük planlamaların yapılmasına acil ihtiyaç duyulmaktadır. İklim değişikliği ile ilgili olarak zeytin çeşitlerinin bu koşullara bağlı olarak davranışlarının nasıl olacağına odaklanılmalı ve projeler yapılmalıdır. Yeni zeytin çeşitlerinin seçiminde; hastalık ve zararlılara karşı dirençli, yüksek sıcaklıklara ve kuraklığa karşı dayanıklı, sofralık ve yağlık zeytin kalite ve antioksidan özellikleri gibi kriterler dikkate alınmalıdır.

**Anahtar Kelimeler:** Küresel ısınma, iklim krizi, yağış rejimi, zeytin ağacı, zeytinyağı kalitesi.

<sup>A</sup> Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir. Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır.

\* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** <sup>1</sup> Didar SEVİM, İzmir Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Gıda Teknolojileri Bölümü, 35100, Bornova, İzmir, TÜRKİYE, didar.sevim@tarimorman.gov.tr, OrcID 0000-0003-0236-2294

<sup>1</sup> Oya KÖSEOĞLU, İzmir Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Gıda Teknolojileri Bölümü, 35100, Bornova, İzmir, TÜRKİYE, oya.koseoglu@tarimorman.gov.tr, OrcID 0000-0002-3297-3355

<sup>2</sup> Nurhan VAROL, İzmir Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Yetiştirme Tekniği Bölümü, 35100, Bornova, İzmir, TÜRKİYE, nurhan.varol@traimorman.gov.tr, OrcID 0000-0003-2457-9427

## Effects of Global Climate Change on Olive Cultivation and Olive Oil

**Abstract:** It will be inevitable to experience changes in agricultural potentials and cultivated species with the climate changes we live in today and in the future (decrease in precipitation, increase in temperature and drought). These changes in climate are of great importance for the agricultural sector and especially for the olive sector. Predictions of future climatic conditions reveal that perennial crops such as olive trees, especially water, physiological processes, phenological timings, can have serious adverse effects on final yield and quality characteristics. It is reported that these expected increases in temperatures may increase the length of the growing season in olives, may lead to changes in phenological timings, especially in flowering, and that higher temperatures and increased evaporation will accelerate fruit ripening, revealing the need for early harvest, albeit at lower maturity levels. Depending on these, it is stated that it may cause negative effects on fruit yield, table olives and olive oil quality. There is an urgent need to make forward-looking plans due to climate change. Regarding climate change, it should be focused on how the behavior of olive varieties will depend on these conditions and projects should be done. In the selection of new olive varieties; Criteria such as resistance to diseases and pests, resistant to high temperatures and drought, quality and antioxidant properties of table and oil olives should be taken into consideration.

**Keywords:** Global warming, climate crisis, rainfall regime, olive tree, olive oil quality.

### Giriş

Zeytin ağacı (*Olea europaea* L) Akdeniz iklimine sahip 38 ülkede yetiştirilmekte olup, dünyada üretimin tamamına yakını Akdeniz ülkelerinde gerçekleşmektedir. Zeytin üretiminin yoğun olduğu ülkelerin başında İspanya, İtalya, Yunanistan, Türkiye, Suriye, Fas, Portekiz, Mısır ve Cezayir gelmektedir (Aygün ve ark., 2019). Zeytinin ilk kültüre alındığı yer olarak kabul edilen ülkemiz oldukça zengin bir zeytin çeşitliliğine sahiptir. Özellikle son yıllarda devlet tarafından sağlanan destek ve teşviklerle zeytin ağacı sayısında önemli artışlar meydana gelmiştir. Bu artışlar sonucunda gelecekte ülkemizin gerek sofralık zeytin gerekse zeytinyağı üretiminde dünya sıralamasında daha üst sıralarda yer alacağı öngörülmektedir. “Zeytin genetik kaynaklarının toplanması, muhafazası ve karakterizasyonu” projesi kapsamında, Ülkemizde şimdiye kadar değişik bölge çeşitlerini içeren 94 adet zeytin çeşidi tescil ettirilmiş ve bunlar İzmir Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Kemalpaşa Üretim ve Uygulama Sahası’nda bulunan Ulusal Gen Bankası’nda koruma altına alınmıştır (Sevim ve ark., 2021).

Türkiye’de Ege, Marmara, Akdeniz, Güneydoğu Anadolu ve Karadeniz Bölgeleri olmak üzere toplam beş bölgede zeytincilik, 29 ilde zeytin üretimi yapılmaktadır. Zeytinliklerin yaklaşık %75’i dağlık kır arazilerde olup %85’i sulanmamaktadır. Sulanan zeytinliklerin büyük bir çoğunluğunda sofralık üretim hakimdir (Aşık ve ark., 2011; Özaltaş ve ark., 2016). 2014 ve 2015 yıllarında Türkiye’de zeytin yetiştiriciliğinin gerçekleştirildiği

bölgelerdeki çeşitlerin yüzde dağılımlarına bakıldığında toplam zeytin ağacı varlığımızın, %48,71'inin Gemlik, %20,66'sının Ayvalık, %19,11'inin Memecik, %7,56'sının Domat ve %3,73'ünün diğer zeytin çeşitlerimizden oluştuğu görülmektedir. Türkiye, zeytinin anavatanı olmakla birlikte bitkiye büyük değer veren, genetik kaynaklar olarak zengin, önemli bir merkezdir. 2021 yılı itibariyle 2 adedi melez, 1 adedi klon olmak üzere toplamda 100 tescilli çeşidimiz bulunmaktadır. Bu çeşitlerden Gemlik, Ayvalık, Memecik ve Domat dışında kalanların üretim miktarları oldukça sınırlıdır (Özaltaş ve ark., 2016).

Zeytin ağacının yayılmasını etkileyen en önemli faktörlerden birinin sıcaklık olduğu bilinmektedir. Genellikle zeytin yetiştiriciliğinin yapıldığı bölgelerde yıllık olarak sıcaklık ortalamalarının 15-20°C arasında olması istenmektedir. Sıcaklıklar maksimum 40°C'ye yükseldiğinde sulama yapılması koşuluyla bu sıcaklığa dayanabilmektedir. Mayıs – Haziran aylarında mevsim normallerinin üzerinde sıcaklık artışlarında yapraklardaki terleme de artacağından yapraklarda zaman zaman buruşmalar görülebilmektedir, ilkbahar aylarındaki aşırı sıcaklık artışları döllenmeyi etkileyerek zeytin meyvesi tutumunu olumsuz yönde etkilemektedir. -7°C'den düşük sıcaklıkta ise, soğğun şiddetine, süresine, zeytin ağacın gelişme durumuna, yaşına vb. şartlara göre zeytin ağaçlarında gözlerden başlamak üzere köke kadar zararlar zaman zaman görülebilmektedir. Bazen kış mevsiminde erken ısınmayla birlikte ağaçlar erken uyanmakta, havaların tekrar soğuması ile de zeytinliklerde zararlanmalar meydana gelmektedir. Gece ve gündüz, sıcaklık farklılıklarından kaynaklı olarak da sürgünlerde zararlanmalar meydana gelebilmektedir (Özaltaş ve ark., 2016).

Zeytin ağaçlarının iklimsel isteklerine bakıldığında; rüzgârın esiş vakti, yönü ve şiddetlerine göre faydalı olduğu gibi, zararları da olmaktadır. Kış mevsiminde bol yağış getiren karayeller çiçek açma zamanında döllenmeyi kolaylaştırdığından dolayı faydalı olmaktadır. Yaz mevsimindeki nemli rüzgârlar da ağaçların susuzluk çekmesini engellediği için zeytine faydalı olmaktadır. Yaz aylarında esen kuru rüzgârlar, toprağın nemini uzaklaştırmakta ve devamlı esen rüzgâr da tanelerde susuzluktan buruşukluğa neden olabilmektedir (Kıvrak, 2019). Zeytin ağaçlarının ortalama sıcaklık ve yağış istekleri aşağıda belirtilmektedir.

A-Zeytin ağaçlarının sıcaklık istekleri;

1. Sürgün başlangıcından sonraki oluşuma kadar (Şubat-Mart) 5-10°C,
2. Çiçeklenme (Mayıs- Haziran) 15-20°C,
3. Meyvenin oluşması ve büyümesi (Mayıs-Haziran) 20-25°C,
4. Tam olgunlaşmadan hasat bitimine kadar (Kasım-Ocak) 5°C.

B- Yağış istekleri;

Zeytin yetiştiriciliğindeki önemli faktörlerden birisi de yağıştır. Zeytin ağacının kuraklığa dayanıklı olduğu belirtilse de yıllık yağış istekleri 600-800 mm arasındadır. Zeytincilik tarımının yapıldığı bölgelerde kış ve ilkbahar mevsimlerinde yağın yağmurlar toprak tarafından depo edilerek ağaçların su ihtiyaçları karşılanmaktadır. Böylelikle zeytin ağaçlarında çiçeklenme ve meyve tutum oranı artar, haziran dökümü azalır. Meyvenin daha iri ve kaliteli olması için yaz mevsiminde suya ihtiyaç vardır. Bu aylarda yağışla karşılanmayan su ihtiyacı sulama ile karşılanmalıdır. Dolu ve kar zeytincilik için istenmeyen yağışlardır. Bununla birlikte

çiçeklenme dönemlerinde tozlanmayı engellediği için havanın sisli olması istenmemektedir (Özaltaş ve ark., 2016).

Son yıllarda küresel tarım faaliyetleri, küresel iklim değişikliklerinden dolayı oluşan sıcaklık artışı, yağış miktarlarında ve rejimlerindeki değişim, aşırı hava olaylarının artan sıklığı ve şiddetinden dolayı olumsuz etkilenmektedir (Kadıoğlu ve ark., 2017). İklim değişimlerinin bu etkileri incelendiğinde Türkiye'nin risk grubu ülkeler arasında yer aldığı belirlenmiştir. Bu kapsamda iklim değişikliğine bağlı olarak ülkemizde bazı doğal afetlerin (seller, fırtınalar, sıcak hava dalgaları, ekstrem hava olayları, orman yangınları gibi) artması beklenmektedir (Davarcıoğlu ve Lelik, 2018; Soltekin ve ark., 2021).

İklim değişikliği ile birlikte ortaya çıkan su kıtlığı ve şiddetli hava olayları ülkemizdeki tarımsal faaliyetlere etkileri önemli oranda ve olumsuz yönde giderek artacaktır. İlerleyen yıllarda da su kıtlığı ve şiddetli hava olayları daha da artacağı için giderek güvenli gıdaya ulaşma imkânlarının azalacağı beklenmektedir. Ege Bölgesi, Orta Anadolu Bölgesi ve Akdeniz Bölgesinde kış ve ilkbahar mevsimlerinde yağın yağışlar azalırken hem yaz mevsimindeki hava sıcaklıklarının artması hem de buharlaşma-terlemenin artması ile ülkemiz genelinde ihtiyaç duyulan sulama suyu miktarı da bugüne göre yaklaşık olarak iki katına kadar çıkabilecektir. Sulama uygulansa bile bitkilerin çiçeklenme ve dane oluşum dönemlerinde daha yüksek ve aşırı sıcaklara maruz kalacaklarından özellikle yazlık bitki verimlerinde düşüşler olması öngörülmektedir (Kadıoğlu ve ark., 2017).

Zeytin ağacı kuraklık koşullarına dayanıklı bir tür olmasına karşın yaşanan küresel iklim değişikliğinden fazla etkilenecek tarımsal ürünlerin başında gelmektedir. Türkiye'de son yıllarda fazla miktarda zeytin dikim ve yeni zeytin plantasyonlarının oluşturulduğu dikkate alındığında, zeytin yetiştiriciliğinin yaşanan iklim değişikliklerinden en az etkilenmesi için yapılması gereken uygulamalar, planlamalar ve yaptırımlar hızlı bir şekilde yaşama geçirilmelidir. Bunların başında da toprak ve su kaynaklarının doğru bir şekilde kullanılması ve korunması gelmektedir (Varol ve Ayaz, 2012). Tarımsal faaliyetler insanoğlu tarafından kontrol ediliyor olsa bile pek çok bölgede henüz daha değişen iklim koşullarına tam olarak uyum sağlanamamıştır (Altınsoy ve ark., 2013).

Bu derlemede, küresel iklim değişikliğinin Türkiye'de zeytin yetiştiriciliği ve zeytinyağı üzerine olası genel etkilerini incelemek amaçlanmıştır. Bu kapsamda iklim değişikliğinin zeytin yetiştiriciliğine etkileri ve iklim değişikliğinin zeytinyağı kalitesine etkileri ortaya konulmaya çalışılmıştır.

### **İklim Değişikliğinin Zeytin Yetiştiriciliğine Etkileri**

Maalesef son yıllarda Güney Avrupa'daki kuraklık koşullarındaki artış (özellikle ilkbahar ve yaz aylarında belirgin olan sıcaklık artışı ve yağışta gözlemlenen değişiklikler) zeytin verimi için olumsuz sonuçlara neden olmaktadır. En iyimser gelecek senaryolar bile zeytin yetiştirme alanlarının çoğunda meyve üretiminde düşüş olabileceğini göstermektedir (Orlandi ve ark., 2020). İklim değişiklikleri ile birlikte özellikle Akdeniz havzasında zeytinyağı üretim alanları büyük ölçüde etkilenecektir (Vasilopoulos, 2013).

Tunus'ta iklim değişikliğinin zeytin ve zeytinyağı üzerindeki etkilerinin araştırıldığı çalışmada yükselen sıcaklıkların ve uygun olmayan hasat/tarım ekipmanlarının yarı kurak alanlarda zeytin üretimini azalttığı ortaya



konmuştur. Özellikle küresel ısınmanın şiddetli kuraklığa neden olduğu Tunus'un Güney bölgesinde kuraklığa dayanıklı zeytin ağaçlarının yetiştirilmesinin teşvik edilmesinin gerektiği belirtilmektedir. Özellikle gelecek otuz yılda bölgeler arasında sıcaklık artışının ve yağış kıtlığının zeytin üretimi üzerinde uzun vadeli olumsuz ve değişken etkilerin olacağı tahmin edilmekte olup, buna uygun politikaların geliştirilmesi gerektiği rapor edilmiştir. Kuzey Afrika ülkelerinin özellikle Akdeniz ve Sahra iklim değişikliklerine ve hava değişkenliğine maruz kaldığı, iklim değişikliğinin etkilerine karşı oldukça savunmasız olduğu belirtilmektedir. İklim değişikliğinin olumsuz etkilerinin uygun eylem planları ile ciddi bir şekilde ele alınarak bu zararın en aza indirilmesi gerektiği ifade edilmektedir (Ben Zaied ve Zouabi, 2016).

İklim değişikliğinin zeytin üretimi üzerine etkisinin Orlandi ve ark. (2020) tarafından araştırıldığı bir çalışmada zeytin üretiminin, polen yoğunluğu ölçümleri ile tozlaşma sonrası çevresel koşullar kullanılarak güvenilir bir şekilde tahmin edilebildiği belirtilmiştir. 1999-2012 yılları arasında İtalya'nın 16 ilinde zeytin poleni zaman-serisi analizinin yapıldığı çalışmada ilkbahar ve yaz aylarında minimum ve maksimum sıcaklık (Mart-Ağustos) değerlerinin zeytin üretimi ile negatif bir ilişki gösterdiği belirlenirken, yağışın zeytin üretimi ile her zaman pozitif bir ilişki gösterdiği tespit edilmiştir. İtalya'nın bazı bölgelerinde yaz aylarında gözlemlenen kuraklık koşullarındaki artışın, zeytin üretiminin azalması açısından önemli bir risk oluşturduğu, sıcaklık veya yağışta daha şiddetli değişiklikler meydana geldikçe, zeytin üretimine yönelik riskin önemli ölçüde artacağı rapor edilmiştir.

İklim değişikliğinin zeytin üretim eğilimleri üzerindeki etkileri, insan ve çevresel faktörler arasındaki etkileşimler nedeniyle tam olarak saptanamamaktadır. Çalışılan modellerden insan yönetimi faktörü çıkarıldığında (emiyon yüzeylerindeki yapay değişiklikler kaldırılarak), ana iklim değişikliklerinin erken aşamalarında birçok alanda üretim artışı görüldüğü ancak sıcaklık veya yağışta daha sert değişiklikler meydana geldikçe zeytin üretimi için daha büyük risklerin/sorunların olacağı belirtilmektedir (Orlandi ve ark., 2020).

Geleceğe yönelik iklim tahminleri önemli ölçüde ısınma ve kuraklık eğilimlerine işaret etmekte olup özellikle Akdeniz Havzası iklim değişikliği açısından "sıcak noktası" olarak kabul edilmektedir. Artan ısınma, kuraklık ve sıcak hava dalgaları gibi aşırı hava olaylarının görülme sıklığındaki artışlar, zeytin yetiştiricilerinin önümüzdeki yıllarda uğraşmak zorunda kalacakları sorunlardan sadece bazılarıdır. Zeytin ağacındaki iklim değişikliğine bağlı olarak ortaya çıkan farklılıklar da zaten son yıllarda rapor edilmektedir. İklim değişikliğine bağlı olarak özellikle zeytin yetiştiriciliğinin yapıldığı bu yerlerde yetiştiriciliğin daha da zorlayıcı hale gelebileceği tahmin edilmektedir. Akdeniz Havzasında, gözlemlenen yağış rejimlerine bakıldığında özellikle Batı-Orta Akdeniz bölgesi ve Akdeniz bölgesinin Güney kıyılarında (farklı oranlarda olsa da) yıllık toplam yağışta belirgin bir azalma eğilimi olduğu görülmektedir. Son yıllarda Akdeniz bölgesindeki düşük yağış miktarı, aşırı sıcaklık ve yüksek güneş ışığı da dahil olmak üzere zorlu yaz hava koşulları nedeniyle zeytin ağaçlarının su stresi altında olduğu bildirilmektedir. İlerleyen yıllarda gece sıcaklıklarının da artma eğilimi göstereceği, bunun da zeytin ağaçlarında daha yüksek termal stres seviyesine yol açacağı tahmin edilmektedir. Bunların yanı sıra iklim değişikliğinin başka etkileri de sıcak hava dalgaları, dolu, sel ve orman yangınları gibi aşırı hava olaylarının meydana gelme sıklığındaki değişikliklerdir. Bu olayların iklim değişikliği senaryoları altında sıklık ve büyüklük olarak artacağı ve Akdeniz Havzası'nda kuraklık ve sıcak hava dalgalarının şiddetinde

artışa yol açacağı tahmin edilmektedir. Zeytin ağaçları kuraklığa dayanıklı bir tür olmasına rağmen, su stresi düşük çiçek ve meyve tutumu, düşük yaprak alanı, sınırlı fotosentez, çiçeklenme gibi çok çeşitli olumsuz etkilere neden olabilmektedir (Fraga ve ark., 2021).

Zeytin ağaçlarının suya en hassas olduğu dönemler çekirdeklerin sertleşmesinin (Temmuz sonu Ağustos başı) ve meyvelerin renginin dönüşümünün (Eylül ayı sonu-Ekim ayı başı) gerçekleştiği dönemlerdir. Bu dönemlerde yapılacak olan sulamalar verimde artış meydana getirmektedir (Aşık ve ark., 2011). Diğer kültür bitkilerinde olduğu gibi zeytinliklerin sulanması verimi artırmaktadır. Fakat dünyada zeytin yetiştiriciliğinin yapıldığı alanların yaklaşık %85'i sulanmamakta ve yetiştiricilik faaliyetleri genellikle yağışa bağlı olarak gerçekleştirilmektedir. Türkiye'de de durum benzerdir (Aşık ve ark., 2011). Sulama, zeytin ağacının yaşam süresini, daha erken ürüne yatmasını, daha fazla ürün vermesini sağlamak ve etkili bir gübreleme ile ürün kalitesini arttırmaktadır (Moriani ve Orgaz, 2003).

Ülkemizde zeytin yetiştiriciliğinin yapıldığı alanlar yarı kurak ve kurak bölgelerdir. Özellikle son yıllarda zeytinlerin gereksinim duyduğu dönemlerde bu bölgelerde yeterli yağış olmamaktadır. Bununla birlikte var olan kısıtlı su kaynaklarımızı da planlı bir şekilde kullanmamız gerekmektedir. Bu nedenle, yetiştirilecek zeytin çeşidine göre sulama programının belirlenmesi ve üreticilerin bu programa göre sulamalarını yapmaları gerekmektedir. Aksi takdirde üreticilerin yapacağı yanlış sulama uygulamaları geriye dönüşü zor sonuçlar ortaya koyabilir.

Aşık ve ark. (2011) tarafından ülkemizde yetiştiriciliğinin yoğun olarak yapıldığı Memecik zeytininde farklı sulama programlarının zeytin verimi, sofralık zeytin ve zeytinyağı kalitesi üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada Memecik zeytininin sulanması için 5 günde bir A sınıfı buharlaşma kabından meydana gelen buharlaşmanın %25'nin (S0.25) damla sulama suyu olarak verilmesinin uygun olacağı belirtilmiştir. Akkuzu ve ark. (2015) tarafından zeytin yetiştiriciliğinde kısıtlı sulama uygulamalarının araştırıldığı çalışmada da kısıtlı sulama stratejileri kullanımının verimi, zeytin ve zeytinyağına ilişkin elde edilen bulgular ışığı altında çekirdek sertleşmesi, meyve büyümesi ve yağ birikimi aşamalarında olmak üzere 0-90 cm toprak derinliğindeki eksilen nemin %50'sini dikkate alarak 3 kez sulama yapılması önerilmektedir.

Lorite ve ark. (2018) tarafından İspanya'nın güneyindeki Endülüs'te gelecekteki iklim koşulları altında zeytin ağacının davranışını değerlendirmek için geliştirilmiş, basitleştirilmiş fiziksel tabanlı bir model olan "Adapta Olive" modeli uygulanmıştır. Aynı zamanda bu model çeşitler, sulama stratejileri ve lokasyonlarla ilgili adaptasyon stratejilerini değerlendirmek için de kullanılmıştır. Çalışma tarım sistemlerinin yetersiz tahmin edilen iklim koşullarına tepkisinin simülasyonunda yüksek derecede belirsizliğin üstesinden gelmeyi amaçlamıştır. Simülasyonlar 21. yüzyılın sonunda zeytinyağı verim artışının yağmurlu ve tam sulama koşullarında sırasıyla %7,1 ve %28,9 olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte sulama ihtiyacının, tam sulama ve regüle kısıtlı sulama için sırasıyla %0,5 ile %6,2 arasında azaldığı saptanmıştır. Buna, yağışlardaki azalmanın olumsuz etkilerini dengeleyen atmosferik karbondioksit (CO<sub>2</sub>) artışının olumlu etkisinin neden olduğu ifade edilmiştir. Çalışma ile en iyi performans, erken çiçeklenme tarihlerine sahip çeşitler ve düzenli kısıtlı sulamaya uygun çeşitlerde kaydedilmiştir. Böylece, Baeza bölgesinde tam sulama gereksinimleri geç çiçek açan çeşitlere kıyasla %12 oranında azaltılmış ve yağmurla beslenen koşullarda verim %7 artmıştır. Benzer şekilde, düzenlenmiş kısıtlı

sulama gereksinimleri ve verim, tam sulama ile karşılaştırıldığında sırasıyla %46 ve %18 oranında azalmıştır. Sonuçlar, değişen bir iklimde yarı kurak koşullar altında bir zeytin verimini yönetmek için bu stratejilerin uyum önlemleri olarak kullanılması gerektiğini doğrulamıştır.

21. yüzyılın sonunda atmosferik CO<sub>2</sub>, yağıştaki farklılıklar ve küresel ortalama hava sıcaklıklarının önemli ölçüde artması öngörülmektedir. Günümüzde iklim değişikliği açısından tarım ve gıda güvenliği en savunmasız sektörlerin başında gelmektedir. Bilindiği üzere, bitkisel üretim iklim değişikliklerinden oldukça fazla etkilenmektedir. Gelecekteki iklim değişikliklerinden en fazla etkilenecek olan sektörlerin başında tarım ve gıda olduğuna göre tarımsal üretimlerde alınacak önlemler ile, gıda güvencesinin sağlanmasının yanı sıra ülkemizde de ekonominin olumsuz yönde etkilenmemesi açısından da oldukça önemlidir (Kadioğlu ve ark., 2017).

İklim sadece zeytin ağaçlarını doğrudan etkilemekle kalmamakta, aynı zamanda değişen sıcaklıklar da belirli bir alan için böcek çeşitliliğini ve sıklığını etkilemektedir. Artan CO<sub>2</sub> seviyeleri çoğu böcek ve haşere sorununu şiddetlendirecektir (Moran, 2014).

### **İklim Değişikliğinin Zeytinyağı Kalitesine Etkileri**

Zeytinyağı Akdeniz havzasında üretilen, daha çok düşük kalp damar hastalığı, kanserler ve uzun ömür ile ilişkilendirilen, Akdeniz ülkelerinin diyetlerinde, ekonomilerinde ve kültüründe önemli bir yeri olan ve içeriğinde yüksek oranda oleik asit, düşük oranda linoleik ve palmitik asit içeren yemeklik yağdır (Effimia Eriotou ve ark., 2021). Ayrıca benzersiz duyuşal özelliği, aroma ve lezzet içeriği, yüksek oksidatif stabilite ve sağlık üzerine olumlu etkilerinden dolayı son yıllarda daha da artan bir ilgi görmektedir (Dabbou ve ark., 2011; Köseoğlu ve ark., 2018; Cairone ve ark., 2021).

Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı tebliğinde natürel zeytinyağı, zeytin ağacı meyvesinden doğal niteliklerinde değişikliğe neden olmayacak bir ısı ortamında, sadece yıkama, dekantasyon, santrifüj ve filtrasyon işlemleri ile mekanik ve fiziksel işlemler uygulanarak elde edilen; kendi kategorisindeki ürünlerin fiziksel, kimyasal ve duyuşal özelliklerini taşıyan bir yağ olarak tanımlanmaktadır (TGK, 2017). Zeytinyağlarının kalitesi tarımsal uygulamalar, mevsim koşulları, meyve hijyeni, meyvelerin olgunluk seviyesi, hasat zamanları ve şekilleri, taşıma yöntemi ve ekstraksiyon teknolojileri gibi birçok faktörden etkilenmektedir (Bıyıklı, 2009). Bunlardan; zeytin hasadının zamanı ve olgunluğunun derecesi %30, ekstraksiyon teknolojileri %30, çeşitler %20, depolama koşulu %10, hasat yöntemlerinin şekli %5 ve taşıma koşulları %5 oranında zeytinyağı kalitesini etkilemektedir (Sevim, 2011).

Zeytin meyvesinde yağ birikimi Temmuz ayı sonu Ağustos ayı başına doğru başlar. Sıcaklıkların düşmesi ile beraber zeytinde olgunlaşma başlamakta, meyvenin yağ içeriği de günden güne yükselmektedir. Ekim ayından Aralık ayına kadar olan süreçte yağ miktarında artış olmaktadır. Sonbahar ve kış mevsimleri boyunca meyve kabuk rengi siyaha dönmekte ve yağ miktarı maksimuma ulaşmaktadır (Boskou ve ark., 2006). Yağın maksimum kalite ve en iyi duyuşal özelliklere sahip olduğu dönemi ideal hasat zamanı olarak tanımlayabiliriz. Olgunlaşma tamamlandıktan sonra kuru maddede yağ oranı sabit kalmakla birlikte su miktarı azalmaktadır (Bartolucci ve Dhakal, 1999). Yağın genellikle en iyi kalite ve duyuşal özelliğe sahip olduğu dönem ile zeytinde

yağın maksimumuna ulaştığı olgunlaşma dönemi maalesef aynı zamana rastlamamaktadır. Kaliteli natürel sızma zeytinyağı için meyvelerin ideal zamanda (pembemsi-yeşil dönemde) hasat edilmiş olması, lezzetin yoğun meyve tadında, acılık ve yakıcılık şiddetinin yüksek olması tercih edilir. Zeytinyağının kalitesi ve verimi zeytin çeşitlerine ve olgunluğuna bağlı olup kaliteli zeytinyağı için en uygun olgunluk basamağı 3'den büyük 4.5-5'den küçük olmalıdır (UZK, 1991).

Zeytin ağaçları kuraklık koşullarına dayanıklı olmakla birlikte büyüme dönemlerinde aşırı kuraklık stresi ürünler ve gelişme üzerinde olumsuz etkilere neden olmaktadır. Zeytin ağaçlarında su stresi ile birlikte meyvelerde tutum, meyvelerde olgunlaşma ve meyvelerin yağ içeriğinde önemli değişiklikler meydana gelmektedir. Yağlık zeytinlerin üretiminde su stresinden kaçınılması gereken en kritik dönemler meyvelerin tutumu ve yağ birikimi aşamasıyken, sofralık zeytin üretiminde ise meyve tutumu, meyve gelişimi ilk aşaması (hücrelerin bölünmesi) ve meyve gelişimi üçüncü aşaması (hücrelerin genişlemesi) kritik bulunmuştur (Varol ve Ayaz, 2012).

Ulusal ve Uluslararası Standartlarda zeytinyağının kalitesi; serbest yağ asitliği, peroksit değeri, UV'de özgül absorbans değerleri ( $K_{232}$  ve  $K_{270}$ ), yağ asidi etil esterleri ve duyusal özellikleri temel olarak değerlendirilmektedir. Serbest yağ asitliği, zeytinyağı kalitesinde değerlendirilen ilk ölçüt olup özellikle zeytinyağı ticari sınıflandırılmasında kullanılan en önemli kalite kriteridir.

Yemeklik Zeytinyağı ve Pirina Yağı tebliğinde natürel zeytinyağları;

- serbest yağ asitliği 0,8'den (% oleik asit cinsinden) daha az olan yağlar; natürel sızma zeytinyağı
- serbest yağ asitliği 2,0'den (% oleik asit cinsinden) fazla olmayan yağlar; natürel birinci zeytinyağı
- serbest yağ asitliği 2,0'den (% oleik asit cinsinden) fazla olan veya duyusal ve karakteristik özellikler bakımından doğrudan tüketime uygun olmayan, rafinasyon veya teknik amaçlı kullanıma uygun yağlar; ham zeytinyağı/rafinajlık olarak belirtilmektedir (TGK, 2017).

Zeytinyağlarının kalitesinin; içerdiği serbest asitlik derecesine ve lezzetine bağlı olduğunu, zeytinyağın kimyasal kompozisyonuna ve kalitesi üzerine etki eden en önemli faktörlerin; çeşit, yetiştirilen bölgelerin coğrafi konumu ve iklim özellikleri, ağaçların beslenme durumu, zeytinlerin olgunluk derecesi ve hasat yöntemleri, zeytinlerin muhafaza şekilleri, yağa işleme teknikleri ve depolama şartları olabileceğini ifade edilmiştir (Mousavi ve ark., 2021). İklim değişikliği ile ilgili yapılan çalışmalara bakıldığında pek çok araştırmacı zeytin yetiştiriciliğinin iklim değişikliklerinden etkilendiği özellikle sofralık zeytin ve zeytinyağının kalitesinin etkilendiğini rapor etmişlerdir (Tupper 2012; Dag ve ark., 2013; Ponti ve ark., 2014).

Zeytinyağı, kompleks yapıda iki temel grup bileşenden oluşmaktadır. Birinci grup bileşenleri kimyasal bileşimin yaklaşık %98'ini oluşturan sabunlaşabilen maddeler (trigliserid, yağ asidi esterleri gibi) oluştururken, ikinci grup bileşenleri %2'sini sabunlaşmayan maddelerdir (fenolik maddeler, serbest yağ asitleri, steroller, hidrokarbonlar, alifatik ve triterpenik alkoller, uçucu bileşenler ve antioksidanlar gibi 230 ayrı minör bileşen) oluşturmaktadır (Sevim, 2011). Zeytin çeşidine göre zeytinyağı kompozisyonları arasında farklılıklar bulunmakta olup, iklim koşulları (sıcaklık ve yağış), tarım uygulamaları (gübreleme ve sulama) ve zeytinyağı üretim prosesi de zeytinyağının kompozisyonu üzerine etkide bulunmaktadır (İlyasoğlu, 2009).

Zeytinyağının lezzet ve sağlık üzerine birçok olumlu etkisi olmasına bağlı olarak dünya ticaretinde değeri günden güne artmaktadır. Buna bağlı olarak da zeytinyağında taşıdığı önemli bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır. Taşıdığı belirlenmesi ve önlenmesi için ulusal ve uluslararası kuruluşlar tarafından standartlar belirlenmiş ve bu standarttaki limitlere göre ticareti yapılmaktadır. Bu standartlarda da dikkate alınan en önemli bileşenlerden bazıları yağ asidi kompozisyonu ve sterollerdir.

Zeytinyağının yağ asitleri kompozisyonu özellikle çeşit, yükseklik, iklim koşulları ve meyvenin olgunluk düzeyine göre değişiklik göstermektedir. Bu nedenle gerek uluslararası gerekse ulusal standartlarda verilen sınırlar oldukça geniştir. Türk Gıda Kodeksi Yemelik Zeytinyağı ve Pirina Yağı tebliğinde zeytinyağının palmitik asit içeriğinin %7,5-20 arasında, oleik asit içeriğinin %55-83 arasında, linoleik asit içeriğinin %2,5-21 arasında, linolenik asit içeriğinin  $\leq$ 0,1 olması gerektiği belirtilmektedir (TGK, 2017).

Literatürlerde zeytinyağı yağ asitleri kompozisyonu bakımından 2 tipte sınıflandırılmıştır. Bunlar; düşük linoleik-palmitik ve yüksek oleik asit içeriğine sahip yağlar ve nispeten yüksek linoleik-palmitik asit ve daha az oleik asit içeriğine sahip yağlardır (Iversone ve ark.,1965). Zeytinyağı diğer bitkisel sıvı yağlara oranla daha yüksek oranda oleik asit, daha az linoleik ve linolenik asit içeriğine sahiptir. Bu özelliği ile de diğer bitkisel yağlara oranla oksidasyona daha dayanıklı olmaktadır (Papadimitriou ve ark., 2006).

Zeytin meyvesinin optimum olgunluğa ulaşması ile yağ asitleri kompozisyonunda da bazı değişiklikler görülmektedir. Olgunlaşmanın ilerlemesi ile linoleik asit/palmitik asit oranı artarken, oleik asit/palmitik asit oranı azalmaktadır. Bu değişiklikler yağın bazı duyuşsal özelliklerini de etkilemektedir (Bozdoğan Konuşkan, 2008). Ayrıca yüksek rakımlı bölgelerden elde edilen zeytinyağlarında oleik asit içeriğinin yüksek, linoleik, palmitik, palmitoleik ve stearik asit içeriklerinin düşük olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde soğuk iklimlerde yetişen zeytinlerden elde edilen yağların, sıcak bölgelerden elde edilenlere göre oleik asit seviyesinin yüksek, linoleik asit seviyesinin düşük olduğu tespit edilmiştir (Giovacchino ve ark., 2002; Bıyıklı, 2009).

Yüksek sıcaklıkların, yağ asidi kompozisyonunu değiştirdiği, zeytinyağının en önemli bileşenlerinden olan polifenollerin ve oleik asidin azalmasına neden olarak yağ kalitesini düşürdüğü belirtilmektedir. Fakat yüksek sıcaklık etkilerinin çoğunlukla genotipe bağlı olduğu ve her çeşidin bu strese farklı tepki verebileceği, çalışılan çeşitlerin her birinin yüksek sıcaklık ortamına farklı tepki verdiği, hiçbirinin tamamen ısıya dayanıklı olmadığı ifade edilmektedir. Örneğin 'Koroneiki' çeşidinin analiz edilen tüm parametrelerde yüksek sıcaklıklardan olumsuz etkilendiği, 'Picholine' ve 'Coratina' çeşitlerinin de, meyve gelişimi ve yağ kalitesinin yüksek sıcaklıklardan olumsuz etkilendiği, ancak yağ konsantrasyonunun etkilenmediği belirtilmiştir (Nissim ve ark., 2000).

Lombardo ve ark. (2008) tarafından büyüme mevsimi boyunca sıcaklıkların 188 İtalyan çeşidinin yağ asitleri bileşimi üzerindeki etkisi 2001 ve 2005 yılları arasında incelenmiş, çalışmanın en sıcak yılında (2003) en soğuk yılına (2005) kıyasla önemli ölçüde daha düşük oleik asit ve daha yüksek palmitik ve linoleik asit seviyelerinin tespit edildiği belirtilmiştir. Özellikle meyvede çekirdek sertleşmesinden meyve renginin dönüşünün başlangıcına (genelde Temmuz-Ağustos döneminde) kadar sıcaklığın bu bileşenlere önemli derecede etkilediği ifade edilmektedir.

Sulama rejiminin, zeytinyağının % yağ miktarını ve yağ asidi kompozisyonunu olumlu yönde etkilediği, sulanan bölgelerde meyve yapısının, sofralık zeytin üretimi ve zeytinyağı ekstraksiyonu için daha iyi olduğu, son yıllarda yapılan çalışmalarda da sulanan ve yağışa bağlı olarak yetiştirilen ağaçlardan elde edilen zeytinyağının duyuşsal ve kimyasal karakteristiklerinde farklılıklar gözlemlendiği belirtilmektedir (Solinas, 1990).

Gomez-Rico ve ark. (2007) tarafından farklı sulama stratejileri ile 'Carnicabra' sızma yağlarının kalitesi ve yağ asidi kompozisyonu arasında bir ilişki olup olmadığını araştırıldığı çalışmada, özellikle toplam fenol içeriğinin uygulanan su miktarının artışıyla birlikte önemli oranda azaldığı belirlenmiştir.

Su stresi meyve tutumunu ve verimini etkilemekte, kritik dönemlerde verilecek az bir su bile kaliteyi arttırmaktadır. Stres koşullarındaki zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarında, duyuşsal özelliklerinde keskin acılık ve yakıcılığa neden olan, antioksidan özelliğini oluşturan fenolik bileşenlerin düzeyinde artış meydana gelmektedir (Mailer ve Ayton 2011).

Fernandes-Silva ve ark. (2013) su stresine bağlı olarak toplam fenolik madde miktarının arttığını ifade etmişlerdir.

Garcia ve ark. (2013) tarafından 12 adet yaşlı Arbequina zeytin ağaçlarında iki farklı kısıtlı sulama uygulamasının verim ve yağ kalitesi üzerine etkisini incelenmiştir. Çalışmada, kısıtlı sulamanın verimde azalma ve meyve olgunluğunda değişkenliğe yol açtığı, yağdaki serbest asitlik değeri, peroksit değeri, K<sub>232</sub> ve K<sub>270</sub> değerleri ve yağın duyuşsal özelliklerinin kısıtlı sulamadan etkilenmediği, karatenoid ve klorofil değerleri ile toplam fenol içeriği ve oleik asidin ise arttığı rapor edilmiştir.

Zeytinyağında sabunlaşmayan maddelerin en önemli kısmını steroller oluşturmaktadır. Zeytinyağlarının sterol içeriği, zeytinyağlarına tohum yağlarının karıştırılmasıyla yapılan tağışışleri tespit etmede kullanılan önemli saflık kriterlerinden birisidir (Aydın ve ark., 2020). Sterollerin yağdaki kompozisyonu ve içeriği tarımsal ve iklimsel koşullara, meyvelerin kalitesine, uygulanan ekstraksiyon yöntemine ve rafinasyon tekniğine ve depolama şartlarına bağlı olarak değişmektedir (Şahin ve ark., 2008; İlyasoğlu, 2009). Steroller ısıya dayanıklı, kokusuz ve tatsız bileşikler olup bu özelliklerinden dolayı yağ kalitesi üzerinde çok etkili değildirler. Sterol kompozisyonu bitkisel yağların karakteristik özelliklerini ortaya koymaktadır (Şahin ve ark., 2008). Özellikle β-sitosterol ve delta-7-stigmastenol içerikleri zeytinyağlarına yüksek oleik asitli tohum yağlarıyla yapılan tağışışlerin belirlenmesinde oldukça önemlidir (Yorulmaz, 2009). Ayrıca son zamanlarda natürel zeytinyağını meyve çeşitlerine göre sınıflandırmak için de sterol kompozisyonunun kullanılması da önerilmektedir (Rivera del A' lamo ve ark., 2004).

Zeytinyağının başlıca sterolleri; β-sitosterol, delta-5-avenasterol ve kampesteroldür. Bunların yanında düşük miktarlarda stigmasterol, kolesterol, 24-metilen-kolesterol, delta-7-kampesterol, delta-5,23-stigmastadienol ve delta-7-avenasterol bulunmaktadır. Zeytinyağı sterol toplamının %75-90'ını β-sitosterol oluşturmakta olup delta-5-avenasterol ise %5-20 arasında değişmektedir (Şahin ve ark., 2008). Türk Gıda Kodeksi Yemeklik Zeytinyağı ve Pirina Yağı tebliğinde zeytinyağının kolesterol içeriğinin ≤%0,5, brassikasterol içeriğinin ≤%0,1, kampesterol içeriğinin ≤%4,0, delta-7-stigmastenol içeriğinin ≤%0,5, stigmasterol içeriğinin <kampesterol ve toplam beta-sitosterol içeriğinin ≥%93 olması gerektiği belirtilmiştir (TGK, 2017). Zeytinyağının yapısında düşük düzeyde

bulunan 24-metilen-kolesterol, kampesterol sentezinde ara üründür ve zeytin pulpunun karakteristik bileşeni olup çeşitler arasında ve olgunlaşma evrelerinde önemli farklılıkların açıkça gözlenebildiği tek steroldür (Şahin ve ark., 2008). Stigmasterol miktarının yüksek olması, yüksek asitliğin ve düşük duyuşsal özelliklerinin bir göstergesidir (Bıyıklı, 2009).

Mendoza ve ark. (2013) tarafından 3 farklı hasat dönemlerinde Carrasqueña ve Morisca zeytin çeşitlerinden elde edilen zeytinyağlarının sterol kompozisyonunun incelendiği araştırmada olgunlaşma ile birlikte  $\beta$ -sitosterol, stigmasterol ve kampesterol değerleri artarken, delta-5-avenasterol değerinin azaldığı tespit edilmiştir. Eritrodil+uvaol değeri toplamının olgunluk indeksinin artışıyla birlikte azaldığı belirlenmiştir.

Essiari ve ark. (2014) Fas'ta iki farklı iklim bölgelerinde yetiştirilmiş 4 farklı zeytinden elde edilen zeytinyağlarının kimyasal özelliklerine yetiştirmeme alanlarının etkisini araştırdığı çalışmada Arbequina zeytin çeşidinden elde edilen yağın kampesterol içeriğinin Uluslararası Zeytin Konseyi standardında belirtilen limitlere göre daha yüksek olduğunu raporlamışlardır.

Fas'ın Doğu bölgesinde iki hasat sezonu boyunca üretilen İspanyol (Arbequina, Arbosana) ve Yunan (Koroneiki) çeşitlerinin sızma zeytinyağlarının kalite ve kimyasal kompozisyonundaki değişimlere iklim koşullarının etkisinin araştırıldığı bir çalışmada steroller hariç zeytinyağlarının kalite kriterlerinin ve kimyasal kompozisyonunun iklim koşullarının değişikliklerinden önemli şekilde etkilendiği rapor edilmiştir. Özellikle yağ asitleri ve triaçilgliserol kompozisyonunun çeşit ve iklim değişikliklerinden önemli derecede etkilendiği belirtilmiştir (Mansouri ve ark., 2018).

2012-2014 yıllarında İzmir Zeytincilik Araştırma Enstitüsü'nde yürütülen damla sulama yöntemi ile sulanan Memecik çeşidi zeytin ağaçlarında farklı sulama programlarının verime, zeytin meyve ve yağ kalite parametreleri üzerine etkisinin incelendiği çalışmada uygun sulama programının araştırıldığı ve elde edilen bulgular ışığında kısıtlı sulama stratejileri kullanımının zeytin meyve ve yağ kalitesinde önemli değişikliklere yol açmaksızın su tasarrufunu mümkün kıldığı belirtilmektedir (Sevim ve ark., 2019)

Algataa, (2020) tarafından Libya'da iklim değişikliğinin zeytinyağı kalitesine etkisinin araştırıldığı çalışmada minimum su tüketimi ile maksimum zeytin verimi ve kaliteli zeytinyağı elde etmek için iyi bir planlanmanın yapılması gerektiği, küresel ısınmanın zeytin bahçelerini tehdit edebilecek böcek ve haşere popülasyonunun artışında büyük etkiye sahip olacağı bunun için uygun ilaçlama programlarının yapılması gerektiği, iklim değişikliğine paralel olarak, yüksek verim ve nihai ürünün kalitesi arasında bir denge sağlamak için zeytin hasat zamanının yeniden tanımlanması gerektiği, yeni zeytin ıslah çalışmaları, iklim değişikliği ile ilgili olarak zeytin genotiplerinin davranışlarına odaklanması ve yeni zeytin çeşitlerinin seçiminde zeytinin hastalıklara karşı direnci veya yüksek sıcaklıklarda sofralık ve yağlık zeytin kalitesi baskın kriterler olarak kullanılması gerektiği rapor edilmiştir.

Nissim ve ark. (2020) tarafından İsrail'de yüksek sıcaklık ortamında zeytinyağı veriminin ve kalitesinin araştırıldığı çalışmada, yaz sıcaklıklarının yüksek olduğu bir bölgeye yerleştirilen 5 zeytin çeşidinin meyve gelişimi üzerindeki etkisi, aynı çeşitlerden farklı bir bölgede yerleştirilen ağaçlarla karşılaştırılmıştır. Çalışmada yüksek sıcaklık ortamının etkilerinin genotipe bağlı olduğu ve genel olarak meyve gelişimi sırasındaki yüksek



sıcaklıkların üç önemli özelliği etkilediği bunların da; meyve ağırlığı, yağ konsantrasyonu ve yağ kalitesi olduğu belirlenmiştir. Çalışmada farklı zeytin çeşitlerinin yüksek sıcaklıklarla başa çıkmada çeşitli mekanizmalar geliştirdiği, bu tepkilerin her birinin mekanizmasının açıklanması, yüksek sıcaklık koşullarına geniş ölçüde adapte edilmiş çeşitli zeytinlerin geliştirilmesine yol açabileceği ifade edilmiştir.

2050 yılına kadar Tunus'ta 2,7°C'lik bir sıcaklık artışı olacağı ve bu artışın tarımsal ekosistemlerin ve özellikle zeytin sektörünün bozulmasına neden olabileceği ifade edilmektedir. Tunus'ta kurak iklim ile karakterize olan Sfax-Taoues'de ve çöl iklimi ile karakterize olan Kebili-Rjim Maatoug'da yapılan çalışmada Kebili-Rjim Maatoug çöl bölgesinin şiddetli iklim koşullarının zeytin yapraklarında indüklenen stres, klorofil içeriğinde azalmaya ve lipid peroksidasyonu, ozmotik ve enzimatik olmayan antioksidanlar içeriğinde artışa neden olduğu saptanmıştır. Ayrıca Kebili-Rjim Maatoug bölgesinde yetişen zeytin ağaçlarından elde edilen zeytinyağında polifenol ve karotenoid içeriği önemli ölçüde daha yüksek olduğu, bununla birlikte yağ asidi kompozisyonundan oleik asit içeriğinin %50'nin altında olduğu, palmitik asit içeriğinin %20'yi ve linolenik asit içeriğinin %1'i aştığı rapor edilmiştir (Ben Rouina ve ark., 2020).

Ülkemizde de toplam yağış miktarlarının azalacağı ve yağış dağılımında değişiklikler olacağı daha önceki çalışmalarda rapor edilmiştir (Ozturk ve ark., 2015; Türkeş, 2020). Bu kapsamda hastalık ve zararlılara karşı dirençli, yüksek sıcaklıklara, kuraklığa ve tuzluluğa karşı dayanıklı, sofralık ve yağlık zeytin kalite ve sağlık özellikleri yüksek yeni zeytin çeşitlerin geliştirilmesinde fayda vardır.

Yapılan araştırmalar göstermektedir ki iklim değişikliğinin sonuçlarını tahmin etmeye yönelik yaklaşımlara acil ihtiyaç duyulmaktadır. Zeytin bahçesinin maksimum zeytin verimine ve minimum su tüketimi ile zeytinyağı veya sofralık zeytin kalitesine ulaşması için sulama amaçlı su kullanımları iyi planlanmalıdır (Özdemir, 2016).

## Sonuç

Son yıllarda yaşadığımız iklim değişikliğine bağlı olarak ileriye dönük planlamaların yapılmasına acil bir şekilde ihtiyaç duyulmaktadır. İklim değişikliğine bağlı olarak yıldan yıla artan sıcaklık ve kuraklık ile uygun ve etkin mücadele yöntemleri kullanılarak sofralık zeytin ve zeytinyağı verim ve kalitesine iklim değişikliğinin etkisini azaltmak için şimdiden eylem planlarının ve programlarının oluşturulması gerekmektedir. Zeytin bahçelerinde maksimum zeytin verimine minimum su tüketimi ile ulaşılarak kaliteli sofralık zeytin ve zeytinyağı elde etmek öncelikli hedefimiz olmalıdır.

Sonuç olarak küresel iklim değişikliğine bağlı olarak;

- Akdeniz havzasında sulama yapmadan zeytin yetiştiriciliğinin artık mümkün olamayacağı ve yetiştiriciliğe uygun alanların, kuzey bölgelere ve daha yüksek rakımlara doğru yayılması beklenmektedir. Bunun için yeni zeytin plantasyonları için daha kuzeyde, daha yüksek rakımlı ve nispeten sulama için su kaynaklarının bulunabildiği yerler tercih edilmelidir. Daha önce hiç sulanmayan zeytin plantasyonlarında yağış azlığı nedeniyle ciddi verim ve kalite kayıpları yaşanacağı



bu nedenle karlı bir zeytin yetiştiriciliğinin sulama yapmadan mümkün olmayacağı tahmin edilmektedir.

- Sudan azami tasarruf sağlamak için suyu ekonomik kullanan sulama sistemleri (damla sulama) kullanılmalı ve bu sistemler yenilenebilir enerji ile desteklenmelidir.
- Genetik çalışmalar ile daha kurak koşullara adaptasyonu yüksek olan çeşitlerin seçilerek plantasyonların bu çeşitler ile kurulması önerilmektedir.
- Zeytin çiçeğinin meyve bağlaması için tozlaşma ve dölleme işlemleri gereklidir. Bu dönemde oluşacak yüksek sıcaklıklar, polen çimlenmesi ve polen tüpü büyümesi üzerinde olumsuz etki yaparak zeytin verimini düşürebileceği tahmin edilmektedir (bu dönemlerde oluşabilecek aşırı yağış veya sıcaklık koşullarında zeytin veriminde %30'a varabilecek verim azalmaları beklenmektedir).
- Zeytin ağaçlarında döllemeden sonra 33°C'nin üzerindeki sabit sıcaklıklar meyve tutumunu ve ardından meyve gelişimini olumsuz etkileyebilmektedir.
- Zeytin çiçeklenme tarihinin hava sıcaklığındaki artışla çiçek yapılarının gelişiminin daha hızlı tamamlanacağı ve çiçeklenmenin daha erken tarihlerde gerçekleşeceği ön görülmektedir.
- İklim değişimi ile birlikte zeytin hastalık ve zararlı popülasyonunda farklılıklar oluşabilir. Aşırı sıcak koşullar güney bölgelerde zeytin sineği popülasyonunu düşürebilir. Kuzey bölgelerinde ise zeytin sineği popülasyonunun arttırabilir. Daha ılıman kışlar yükselen gece sıcaklıkları ve genel sıcaklıklar, bazı patojenlerin ve zararlıların daha fazla üremesine ve toprak kökenli patojenlerin daha fazla kök hastalıklarına neden olacağı bildirilmektedir.
- Gelecekteki sıcaklık artışlarına bağlı zeytin ağaçlarının boyutlarındaki artış nedeniyle yakındaki ağaçlar arasındaki etkileşimleri önlemek için plantasyon yoğunluğunun daha düşük tutulması gerektiği belirtilmektedir.
- Zeytin ağaçlarının büyüme mevsimi uzunluğu (2 ila 10 gün) ve büyüme mevsimi sıcaklıklarında 30°C'ye kadar ciddi artışlar beklenmektedir.
- Türkiye'de zeytin yetiştiriciliğine en uygun alanlar olan Ege Bölgesi ve Akdeniz Bölgesi başta olmak üzere Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve Marmara Bölgesi'nde gelecekte oluşacak sıcaklık artışı ve yağış azalması ile birlikte zeytin plantasyonlarının şu anda olduğundan daha iç kısımlara, kuzeye ve daha yüksek rakımlara doğru kayması beklenmektedir. Ayrıca, Karadeniz Bölgesi'nde de zeytinlik alanlarda önemli ölçüde büyüme beklenmektedir.
- Zeytin ağaçlarının çiçeklenme tarihleri Akdeniz ve Ege kıyıları başta olmak üzere 3-11 gün arasında erken gerçekleşeceği, meyvelerin erken olgunlaşp daha erken hasat edileceği ön görülmektedir.
- Aynı zamanda yüksek verim ve son ürünün kalitesi arasında bir denge sağlamak için zeytin hasat zamanının yeniden tanımlanması, yeni zeytin ıslah çalışmalarının yapılması çok önemlidir. İklim değişikliği ile ilgili olarak zeytin genotiplerinin davranışlarına odaklanılmalı ve yeni zeytin çeşitlerinin seçiminde hastalık ve zararlılara karşı direnç, yüksek sıcaklıklara, kuraklığa ve tuzluluğa karşı dayanıklılık, sofralık ve yağlık zeytin kalite ve sağlık özelliklerinin üstün olması gibi kriterler dikkate alınmalıdır.

- İklim değişikliğine bağlı olarak zeytin meyvelerinde hastalık ve zararlanmaların meydana gelebileceği, zeytinyağının kimyasal kompozisyonunda değişimlerin gözlemlenebileceği, kalite ve saflık kriterlerinde sapmaların meydana gelebileceği düşünüldüğünde iklim değişikliğine bağlı olarak ileriye dönük planlamaların yapılmasına acil bir şekilde ihtiyaç duyulmaktadır.

## Teşekkür

Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir. Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır. Yazarlar çalışmaya ortak katkı sağlamış ve yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

## Kaynakça

- Akkuzu, E., Kaya, Ü., Köseoğlu, O., Sevim, D., Pamuk Mengü, G., Öztürk Güngör, F., Gürbüz Veral, M. ve Kaptan, S. 2015. Zeytin yetiştiriciliğinde kısıtlı sulama stratejilerinin zeytin verimine, fizyolojik parametrelerine, zeytin ve zeytinyağının minör ve antioksidan özellik gösteren bileşikleri üzerine etkisi. TUBİTAK, Proje No: 112O317.
- Algataa, B. 2020. Analysis of the impact of climate change and storage methods on the quality of olive oil in Libya. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 10(5): 968-972.
- Altınsoy, H., Kurt, C. and Kurnaz, M.L. 2013. Analysis of the effect of climate change on the yield of crops in Turkey using a statistical approach. In *Advances in Meteorology. Climatology and Atmospheric Physics*, 379-384.
- Aygün, İ., Urkan, E., Alayunt, F.N., Yalçın, H. ve Tekin, A.B. 2019. İzmir ilinde zeytin hasadında kullanılan yerli ve ithal çırpıcı tip makinelerin hasat performanslarının değerlendirilmesi. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 33(2): 265-271.
- Aşık, Ş., Kaya, Ü., Çamoğlu, G., Köseoğlu, O., Ataoğ Özmez, H., Akkuzu, E., Şahin, M., Öztürk Güngör, F., Avcı, M. ve Nergiz, C. 2011. Zeytin yetiştiriciliğinde farklı sulama programlarının zeytin verimi, sofralık zeytin ve zeytinyağı kalitesi üzerine etkisi. TUBİTAK Proje No: 108O135.
- Aydın, S., Özkan, G. ve Yorulmaz, A. 2020. Çeşit, olgunluk ve yoğurma şartlarının zeytinyağının sterol profili üzerine etkisi. *Akademik Gıda*, 18(1): 87-95.
- Bartolucci, P. and Dhakal, B.R. 1999. Prospects for olive growing in Nepal department of agriculture, fruit development division olive production development project, TCP/NEP/6713. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*, 62 pp.

- Ben Rouina, Y., Zouari, M., Zouari, N., Ben Rouina, B. and Bouaziz, M. 2020. Olive tree (*Olea europaea* L. cv. Zelmati) grown in hot desert climate: Physiobiochemical responses and olive oil quality. *Scientia Horticulturae*, 261: 108915.
- Ben Zaied, Y. and Zouabi, O. 2016. Impacts of climate change on Tunisian olive oil output. *Climatic Change*, 139: 3-4.
- Bıyıklı, K. 2009. Türk zeytinyağlarının saflık derecelerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi FBE, Gıda Mühendisliği.
- Boskou, G., Salta, F.N., Chrysostomou, S., Mylona, A., Chiou, A. and Andrikopoulos, N.K. 2006. Antioxidant capacity and phenolic profile of table olives from the Greek market. *Food Chemistry*, 94: 558–564.
- Bozdoğan Konuşkan, D. 2008. Hatay’da yetiştirilen Halhalı, Sarı Haşebi ve Gemlik zeytin çeşitlerinden çözücü ekstraksiyonuyla elde edilen yağların bazı niteliklerinin belirlenmesi ve mekanik yöntemle elde edilen zeytinyağları ile karşılaştırılması. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi FBE, Gıda Mühendisliği.
- Cairone, F., Petralito, S., Scipione, L. and Cesa S. 2021. Study on extra virgin olive oil: quality evaluation by anti-radical activity, color analysis, and polyphenolic HPLC-DAD analysis. *Foods*. 10: 1808.
- Dabbou, S., Dabbou, S. and Chehab, H. 2011 Chemical composition of virgin olive oils from Koroneiki cultivar grown in Tunisia with regard to fruit ripening and irrigation regimes. *International Journal of Food Science and Technology*, 46: 577–585.
- Dag, A., Harlev, G., Lavee, S., Zipori, I. and Kerem, Z. 2013. Optimizing olive harvest time under hot climatic conditions of Jordan Valley, Israel. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 115: 1-8.
- Davarcıoğlu, B. ve Lelik, A. 2018. Küresel iklim değişikliği ve uyum çalışmaları: Türkiye açısından değerlendirilmesi. *Mesleki Bilimler Dergisi*, 7(2): 376-392.
- Effimia Eriotou, E., Karabagias, I. K., Maina, S., Koulougliotis D. and Kopsahelis, N. 2021. Geographical origin discrimination of “Ntopia” olive oil cultivar from Ionian islands using volatile compounds analysis and computational statistics. *European Food Research and Technology*, 247: 3083–3098.
- Essiari, M., Zouhair, R. and Chimi, H. 2014. Contribution to the study of the typical characteristics of the virgin olive oils produced in the region of Sais (Morocco). *Official Journal of the International Olive Council*, 119: 8-21.
- Fernandes-Silva, A.A., Gouveia, J.B., Vasconcelos, P., Ferreira, T.C. and Villalobos, F.J. 2013. Effect of different irrigation regimes on the quality attributes of monovarietal virgin olive oil from cv. “Cobrançosa”. *Grasas Y Aceites*, 64: 41-49.
- Fraga, H., Moriondo, M., Leolini, L. and Santos, J.A. 2021. Mediterranean olive orchards under climate change: a review of future impacts and adaptation strategies. *Agronomy*, 11: 56.
- Gomez-Rico, A., Salvador, M.D., Moriana, A., Perez, D., Olmedilla, N., Ribas, F. and Fregapane, G. 2007. Influence of different irrigation strategies in a traditional Cornicabra cv. olive orchard on virgin olive oil composition and quality. *Food Chemistry*, 100, 568-578.

- Iverson, J.L., Eisner J. and Firestone, D. 1965. Detection of trace fatty acids in fats and oils by urea fractionation and gas-liquid chromatography. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 42: 1063–1068.
- İlyasoğlu, H. 2009. Ayvalık ve Memecik zeytinyağlarının coğrafi isaretleme amacıyla karakterizasyonu. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi FBE, Gıda Mühendisliği.
- Kadioğlu, M., Ünal, Y., İlhan, A. ve Yürük, C. 2017. Türkiye’de iklim değişikliği ve tarımda sürdürülebilirlik, Türkiye Gıda ve İçecek Sanayi Dernekleri Federasyonu. (<https://www.tgdf.org.tr/wp-content/uploads/2017/10/iklim-degisikligi-rapor-elma.compressed.pdf> , Erişim tarihi: Eylül 2021)
- Kıvrak, M. 2019. Zeytin ağacının iklim istekleri, Balıkesir Üniversitesi Edremit Meslek Yüksekokulu Zeytincilik ve Zeytin İşleme Teknolojisi Programı. (Erişim tarihi: Haziran 2021).
- Köseoğlu, O., Sevim, D., Ulaş, M. and Özdemir, D. 2018. Determination of bitterness index ( $K_{225}$ ) and total fenol content of olive oils obtained with different regions, varieties and processing systems. *Ege Journal Agricultural Research*, 55(2): 171-178.
- Lombardo, N., Marone, E., Alessandrino, M., Godino, G., Madeo, A. and Fiorino, P. 2008. Influence of growing season temperatures in the fatty acids (FAs) of triacylglycerols (TAGs) composition in Italian cultivars of *Olea europaea*. *Advances in Horticultural Science*. 22(1): 49–53.
- Lorite I. J., Gabaldon-Leal, C., Ruiz-Ramos, M. and Belaj, A. 2018. Evaluation of olive response and adaptation strategies to climate change under semi-arid conditions. *Agricultural Water Management*, 204:247-261.
- Mailer, R. and Ayton, J. 2011. Effect of irrigation and water stress on olive oil quality and yield based on a four year study. *Acta Horticulturae*. 888: 63-72.
- Mansouri, F., Ben Moumen, A., Belhaj, K., Richard, G., Fauconnier, M.L., Sindic, M., Serghini Caid, H. and Ahmed Elamrani, A. 2018. Effect of crop season on the quality and composition of extra virgin olive oils from Greek and Spanish varieties grown in the Oriental region of Morocco. *Emirates Journal of Food and Agriculture*. 30(7): 549-562.
- Mendoza, F.M., Miguel Gordillo, C., Expósito, J.M., Casas, J.S., Cano, M.M., Vertedor, D.M. and Baltasar, N.V. 2013. Chemical composition of virgin olive oils according to the ripening in olives. *Food Chemistry*, 141(3): 2575-2581.
- Moran, M.E. 2014. The toll of climate change on california olive oil. *Olive Oil Times*, January 14.
- Moriana, A. ve Orgaz, F. 2003. Yield responses of a mature olive orchard to water deficits. *Journal of American Horticultural Science*, 128(3): 425–431.
- Mousavi, S., Mariotti, R., Stanzione, V., Pandolfi, S., Mastio, V., Baldoni, L. and Cultrera, N.G.M., 2021, Evolution of extra virgin olive oil quality under different storage conditions. *Foods*, 10: 1945.
- Nissim, Y., Shloberg, M., Biton, I., Many, Y., Doron-Faigenboim, A. and Zemach, H. 2020. High temperature environment reduces olive oil yield and quality. *PLoS ONE*, 15(4): e0231956.

- Orlandi, F., Rojo, J., Picornell, A., Jose, O., Pérez-Badia, R. and Fornaciari, M. 2020. Impact of climate change on olive crop production in Italy. *Atmosphere*, 11: 595.
- Ozturk, T., Ceber, Z.P., Turkes, M. and Kurnaz, M.L. 2015. Projections of climate change in the Mediterranean Basin by using downscaled global climate model outputs. *International Journal of Climatology*, 35(14): 4276–4292.
- Özaltaş, M., Savran, M.K., Ulaş, M., Kaptan, S., Köktürk, H., Kalanlar, Ş., Konsoloğlu, B., Tibet, Ü., Yağcıoğlu, M., Aksarı, E., Tatlı, A., Soyuer, H., Pekcan, T., Dursun, Ö., Karadeniz, C., Kilci, M., Balkan, A. ve Sevilmiş, G. 2016. Türkiye zeytincilik sektör raporu, ISBN: 978-605-9175-57-9, İzmir.
- Özdemir, Y. 2016. Effects of climate change on olive cultivation and table olive and olive oil quality. Scientific Papers. series b, *Horticulture*. vol. LX,
- Papadimitriou, V., Sotiroidis, T.G., Xenakis, A., Sofikiti, N., Stavyiannoudaki, V. and Chaniotakis, N.A. 2006. Oxidative stability and radical scavenging activity of extra virgin olive oils: an electron paramagnetic resonance spectroscopy study. *Analytica Chimica Acta*, 573–574, 453–8.
- Ponti L., Gutierrez, A.P., Ruti, P.M. and Dell’Aquila, A. 2014. Fine-scale ecological and economic assessment of climate change on olive in the Mediterranean Basin reveals winners and losers. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(15): 5598-5603.
- Rivera del A´lamo, R.M, Fregapane, G., Aranda, F. F., Go´mez-Alonso, M.D. and Salvador, S. 2004. Sterol and alcohol composition of Cornicabra virgin olive oil: the campesterol content exceeds the upper limit of 4% established by EU regulations. *Food Chemistry*, 84: 533–537.
- Sevim D., Köseoğlu, O., Büyükgök, E.B., Telli Karaman, H., Altunoğlu, Y., Yaman, Ş., Irmak, Ş., Susamcı, E., Öztürk Güngör, F., Yıldırım, A., Gürbüz, M., Kaya, H., Hakan, M. ve Asker, Ö. 2021. Ulusal Gen Bankasındaki zeytin çeşitlerimizin ve bu çeşitlerden elde edilen zeytinyağlarının özelliklerinin ve lezzet profillerinin belirlenmesi. Tarım ve Orman Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, İzmir Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, TAGEM/HSGYAD/16/A05/P01/101, İzmir.
- Sevim D., Köseoğlu, O., Öztürk Güngör, F., Kaya, Ü., Kadiroğlu, P., Pamuk Mengü, G. and Akkuzu, E. 2019. Determination of deficit irrigation treatments on olive fruit quality and olive oil (Memecik cv.) chemical composition and antioxidant properties. *La Rivista Italiana Delle Sostanze Grasse*, no 2 - Vol. XCVI – Aprile/Giugno, 85-100.
- Sevim, D. 2011. Zeytin yaprağı ilave edilerek elde edilen zeytinyağlarının bazı temel kalite kriterleri ve antioksidan aktivitelerinin belirlenmesi. Doktora Tezi. Ege Üniversitesi FBE.
- Solinas, M. 1990. La qualita dell’olio di oliva ed i fattori che la influenzano atti del convegno problematiche qualitative dell’olio di oliva sassari. 6: 23-56.
- Soltekin, O., Altındışli, A. ve İşçi, B. 2021. İklim değişikliğinin Türkiye’de bağcılık üzerine etkileri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 58(3): 457-467.

- Şahin, K., Yorulmaz, A. ve Tekin, A. 2008. Zeytinyağı sterolleri, I. ulusal zeytin öğrenci kongresi 17-18 Mayıs, Edremit-Balıkesir.
- Tupper, N. 2012. Spanish olive oil under constant threat from climate change. *Olive Oil Times*, October 26.
- Türk Gıda Kodeksi (TGK). 2017. Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı (Tebliğ No: 2017/26).
- Türkeş, M.T. 2020. İklim değişikliğinin tarımsal üretim ve gıda güvenliğine etkileri: Bilimsel bir değerlendirme. *Ege Coğrafya Dergisi*, 29(1): 125-149.
- UZK. 1991. Zeytinyağı Kalitesinin İyileştirilmesi, Yağ Teknolojisi Deneme Enstitüsü, İtalya.
- Varol, N. ve Ayaz, M. 2012. Küresel iklim değişikliği ve zeytincilik, *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 5(1): 11-13.
- Vasilopoulos, C. 2013. Climate change effects on vines should alarm olive oil producers. *Olive Oil Times*, April 22.
- Yorulmaz A. 2009. Türk zeytinyağlarının fenolik, sterol ve trigliserit yapılarının belirlenmesi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi FBE, Gıda Mühendisliği Bölümü.



## Kabak Türlerinin (*Cucurbita maxima*, *C. moschata*, *C. pepo*) Probiyotik Yoğurt Çeşitlerinde Prebiyotik Amaçlı Kullanımı<sup>A</sup>

Emine KIYAK<sup>1</sup>, Eda KILIÇ KANAK<sup>1\*</sup>, Suzan ÖZTÜRK YILMAZ<sup>1</sup>

**Öz:** Yoğurt zengin besin içeriği yönünden dünya çapında ekonomik öneme sahip fermente bir süt ürünüdür. *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* gibi bağırsak mikrobiyotasına olumlu etkiler sağlayan mikroorganizmaları içermektedir. Aynı zamanda probiyotik mikroorganizmaların vücuda alınmasında iyi bir taşıyıcı olarak görülmektedir. Yoğurt bakteriyelle kullanıldıklarında bağırsak florasındaki faaliyetlerini artırır. Vücut sistemlerinin düzenlenmesi, farklı hastalıkların etkilerinin azaltılması gibi olumlu faaliyetler gösterirler. Probiyotikli yoğurtlara prebiyotik etki gösteren bileşenlerin eklenmesiyle sinbiyotik ürün eldesi sağlanmaktadır. Kabak gibi lif içeriği, besin değeri, C vitamini ve karoten içeriği yüksek bitkiler bu amaçla kullanılmaktadırlar. *Cucurbita pepo*, *C. moschata*, *C. maxima*, *C. stilbo* ve *C. mixta* en çok kullanılan kabak türleridir. Bu *Cucurbita* türleri probiyotikli yoğurt çeşitlerine ve farklı gıdalara eklenerek yeni fonksiyonel ürünlerin geliştirilmesine alternatif sunmaktadırlar. Kabak ve probiyotikli yoğurtların birlikte kullanıldıkları çalışmalar genişletilip, yeni fonksiyonel ürünlerin eldesi için daha detaylı çalışmalar yapılması faydalı olacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Fonksiyonel gıda, kabak, prebiyotikler, probiyotik bakteriler, yoğurt.

<sup>A</sup> Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir. Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır.

<sup>1</sup> Emine KIYAK 1 Sakarya Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Sakarya, Türkiye, [hilaleminegundogdu@gmail.com](mailto:hilaleminegundogdu@gmail.com), [OrcID 0000-0001-5162-3257](https://orcid.org/0000-0001-5162-3257)

\* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** <sup>2</sup> Eda KILIÇ KANAK 1 Sakarya Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Sakarya, Türkiye [edakilic@sakarya.edu.tr](mailto:edakilic@sakarya.edu.tr), [OrcID 0000-0002-5880-8454](https://orcid.org/0000-0002-5880-8454)

<sup>3</sup> Suzan ÖZTÜRK YILMAZ 1 Sakarya Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Sakarya, Türkiye, [suzanyilmaz@sakarya.edu.tr](mailto:suzanyilmaz@sakarya.edu.tr), [OrcID 0000-0001-5952-8385](https://orcid.org/0000-0001-5952-8385)

## The Use of Pumpkin Species (*Cucurbita maxima*, *C. moschata*, *C. pepo*) for Prebiotic Purposes in Various Probiotic Yogurts

**Abstract:** Yoghurt is fermented milk production that is of economic importance worldwide because of its high nutrient content. It contains microorganisms such as *S. thermophilus* and *Lb. delbrueckii subsp. bulgaricus* that providing beneficial effects on the intestinal microbiota. It is also seen as a good carrier of taking probiotic microorganisms into the body. They increase their functions in the intestinal flora when used with yogurt bacteria. They show positive activities such as regulating body systems and reducing the effects of different diseases. Synbiotic product is obtained by adding ingredients with prebiotic effect to probiotic yoghurts. Plants with high fiber content, nutrient value, vitamin C and carotene content, such as pumpkin, are used for this purpose. *C. pepo*, *C. moschata*, *C. maxima*, *C. stilbo* ve *C. mixta* are the most commonly used pumpkin species. They offer alternatives to the development of new functional products by adding probiotic yoghurt varieties and different foods. It would be beneficial to expand the studies in which pumpkin and probiotic yoghurts are used together, and to carry out more detailed studies to obtain new functional products.

**Keywords:** Functional food, pumpkin, prebiotics, probiotic bacteria, yoghurt.

### Giriş

Yoğurt tüm dünya üzerinde en popüler fermente süt ürünüdür. Yoğurt insan vücudunda besleyici ve yararlı etkilere sahip olmasıyla nitelendirilmektedir (Abou El Samh ve ark., 2013). Protein, kalsiyum, fosfor, B<sub>12</sub>, çinko, magnezyum ve folik asit kaynağıdır (Mckinley, 2005). Yağ oranı, üretim tekniği, aromalandırma işlemi ve inkübasyon sonrası uygulanan işlemlere göre sınıflandırılmaktadır. Homojenize yoğurt, yağsız olarak üretilen light yoğurt, meyveli yoğurt, süzme yoğurt vb. şekillerde market raflarında yerlerini almaktadırlar. Türkiye’de daha çok geleneksel yoğurt tipi üretim yapılmaktadır. Farklı prosesler uygulanarak en çok üretimi yapılan süzme yoğurt veya torba yoğurdu olarak nitelendirilen yoğurtlardır. Farklı ülkelerde üretilen süzme yoğurt tipleri; Mısır’da laban zeer, Bulgaristan’da besa, İzlanda’da skyr, Orta Doğu’da labneh anbaris veya yogurt cheese şeklinde adlandırılmaktadır (Ayar ve Gürün, 2014).

Yoğurt probiyotik bakterilerin vücuda alınmasında önemli bir taşıyıcıdır (Adolfsson ve ark., 2004). İki starter kültür; *S. thermophilus* ve *Lb. delbrueckii subsp. bulgaricus* ile birlikte birkaç farklı probiyotik bakterinin eklenmesiyle vücut sağlığına faydalı probiyotikli ürünler elde edilmektedir. *Bifidobacterium bifidum*, *B. breve*, *B. longum* ve *B. animalis* laktik asit bakteriyiyle beraber en çok kullanılan probiyotik kültürlerdir (Ashraf ve P. Shah, 2011).

Probiyotik gıdalar sağlığa olumlu katkılar sağladıklarından tüketiciler tarafından tercih edilmektedirler ve fonksiyonel gıda grubuna girmektedirler (Leandro ve ark., 2013). Probiyotikler, yeterli dozlarda alındığında



tüketicilere yararlı etkiler sağlayan canlı mikroorganizmalar olarak tanımlanmaktadır. Tüketim zamanında probiyotikli gıdalar en az  $10^6$ - $10^7$  kob  $g^{-1}$  dozunda probiyotik bakteri içermelidirler. Düzenli olarak en az 100 grama tekabül eden  $10^9$  kob  $g^{-1}$  düzeyinde günlük olarak tüketilmelidir (Kesenkaş, 2010).

Prebiyotikler vücuda alındıklarında bağırsaklarda yararlı mikroorganizmaların gelişmesine destek sağlayan, insan vücudunda sindirilmeyen yararlı gıda bileşenleri olarak tanımlanmaktadır. Çeşitli meyve ve sebzeler tatlandırıcı, renklendirici olarak veya prebiyotik amaçlı yoğurtlara katılmaktadır. Katılan tatlandırıcılar ve dozları her ülkenin kendi standartlarına göre düzenlenmektedir (Ayar ve Gürün, 2014).

Sebzeler düşük kalorili, yüksek lif içerikli ve yüksek mineral içerikli değerli besin kaynaklarıdır. Bunların yanında antioksidan, karotenoid, askorbik asit, tokoferoller ve fenolik maddeleri içeren biyoaktif maddelerce zengin gıdalardır (Rao, 2003). Bu sayede kanser, hipertansiyon, koroner kalp hastalıkları gibi kronik hastalıkları önleyebilir ve felç riskini azaltabilirler. Yüksek besin içerikli sebzelerden olan kabak bitkisi (*C. maxima*);  $\beta$ -karoten, yüksek lif, A ve C vitamini içeriğine bunların yanında da düşük kalori değerine sahiptir. Bağırsak florasındaki *Lb. fermentum*, *Bifidobacterium breve* ve *Clostridium acetobuticum* türlerinin gelişmesini destekleyerek prebiyotik etki de göstermektedir (Lokuge ve ark.,2018).

Son zamanlarda hem probiyotik hem de prebiyotik içerikli sinbiyotik yoğurtlara tüketici talepleri de artış göstermiştir (Sarwar ve ark., 2019). Sinbiyotik yoğurt insan sağlığına faydalı etkiler gösterdiğinden fonksiyonel gıda olarak da popüleritesini artırmıştır (Tomasik, 2003).

### Yoğurt Çeşitlerinde Probiyotiklerin Kullanımı

Probiyotikler yeterli miktarda vücuda alındıklarında bağırsak dengesini sağlayarak vücuda olumlu katkılarda bulunan canlı mikroorganizmalar olarak tanımlanmaktadır (Kesenkaş, 2010). Probiyotikler patojen olmayan ve bağırsaklardaki zararlı bakterileri minimize eden mikroorganizmalardır. Bu mikroorganizmalar vücuda besleyici etki sağlamalarının yanında biyolojik olarak aktif bileşenlerin vücuda alınmasını da sağladıklarından fonksiyonel gıdalar olarak düşünülebilirler (El-Shafei ve ark., 2018). Probiyotikler laktoz intoleransı, karaciğer hastalıkları, kanser, idrar yolu enfeksiyonları, sindirim sistemi rahatsızlıkları gibi bazı hastalıklarda önemli rol oynarlar (Kebary ve ark., 2021). Bir mikroorganizmanın probiyotik olarak seçilmesi için farklı üretim şartlarında yaşayabilme, aside karşı direnç gösterme, biyogüvenlilik ve sağlığa faydalı etkiler gösterme (bağışıklık sistemini düzenleme, kolesterol seviyesini düşürme) gibi kriterleri karşılaması gerekmektedir (Tuomola ve ark., 2001; Shewale ve ark., 2014). Probiyotik ürün üretimindeki en önemli faktör ise probiyotik içeriğinin sabit kalabilmesi veya canlılığını devam ettirebilmesidir. Son zamanlarda, mikroenkapsülasyon teknolojisinin probiyotiklerin yaşayabilirliğini artıran yöntemlerden biri olduğu tespit edilmiştir. Bu teknoloji ile üretilen probiyotik mayalar (*Saccharomyces boulardii*) süt ürünlerinin üretiminde kullanılabilen alternatif yöntem olarak tespit edilmiştir (Kalkan ve ark., 2018).

Dünyada probiyotik ürünlerin sayısının 500'den fazla olduğu ve bu sayının giderek arttığı tahmin edilmektedir. Bu ürünlerin kullanımının sağlığa olumlu katkılarının kanıtlanması yeni probiyotikli ürünlerin üretilmesine teşvik etmektedir (Ashraf ve Shah, 2011). Yoğurt, bu ürünler içerisinde en popüler olan fermente

süt ürünüdür. Probiyotiklerin ortaya çıkmasıyla beraber yoğurda olan ilgi de artmıştır. Yoğurt, protein, kalsiyum, fosfor, B<sub>2</sub> ve B<sub>12</sub> vitaminleri, niasin, magnezyum ve folat bakımından zengin bir besin kaynağıdır. Yoğurttaki proteinler yüksek biyolojik değerler sağlarlar. Vitamin ve mineral içeriği biyoyararlılığını artırır. Yoğurdun günlük öğünlerde tüketimi beslenme kalitesini artırır (Mckinley, 2005).

Yoğurt *S. thermophilus* ve *Lb. delbrueckii subsp. bulgaricus* kültürlerinin gelişmesiyle yapılan fermente süt ürünüdür. Bu yoğurt starter bakterileri bağırsak sisteminde kolonize olamazlar. Bağırsak sisteminde yaşayabilen ve olumlu katkılar sağlayan probiyotik mikroorganizmalar ise yoğurtlara katılarak vücuda alınması sağlanmaktadır. Probiyotikler farklı şekillerde yoğurda katılabilirler: yoğurt kültürüyle birlikte katılarak fermente edilebilir veya yoğurt fermentasyonu tamamlandıktan sonra eklenebilirler (Kesenkaş, 2010). *B. bifidum*, *B. breve*, *B. longum* ve *B. animalis* fermente süt ürünlerinin üretiminde kullanılan probiyotiklerdir. *B. animalis subsp. lactis BB* vücuda alındığında mide-bağırsak sisteminde hayatta kalabildiği tespit edilmiş bir probiyotiktir. Ayrıca renk, görünüm, tat gibi tüketici ilgisini çeken parametrelerde herhangi bir yan etki oluşturmadığı da tespit edilmiştir (Ashraf ve Shah, 2011).

Konsantre yoğurt olarak adlandırılan labne Orta Doğu'da popüler bir fermente süt ürünüdür. Yoğurda göre 2.5 kat fazla protein, %50 daha fazla mineral içeriğine sahiptir (Nsabimana ve ark., 2005). Labnenin kuru madde içeriği de yoğurda oranla daha yüksektir. Bu sayede labne probiyotik mikroorganizmalar için uygun ortamı oluşturmaktadır. pH, redoks potansiyeli, probiyotiklerin inokülasyon seviyesi, bakteriyosinlerin varlığı, inkübasyon ve depolama zamanı gibi parametreler labnede probiyotik gelişimi üzerinde etkilidirler. Bu durumlarda önemli olan nokta probiyotik suş tipine uygun ortamın hazırlanmasıdır. Labneye yeni suş *Lb. casei* FEGY9973 katılmış soğuk depolama ve uyarılmış mide şartlarında canlılık faaliyetleri incelenmiş ve yüksek canlılık gösterdikleri tespit edilmiştir (El-Shafei ve ark., 2018). *Lactobacillus acidophilus*, *Lb. plantarum*, *B. bifidum* probiyotiklerinin her biriyle labne üretimi yapılmış ve labnenin probiyotik taşıyıcılığı için iyi bir araç olduğu tespit edilmiştir (Kebary ve ark., 2021).

'Süzme' veya 'kese' şeklinde de adlandırılabilen 'Torba' yoğurt bir diğer konsantre yoğurt çeşididir. Torba yoğurt, temiz bir bez torba kullanılarak yoğurdun süzülmesiyle elde edilmektedir. 'Torba' yoğurdun kuru madde oranı %20-25 civarında olmaktadır. *Lb. acidophilus*, *Lb. casei* ve *B. animalis subsp. lactis* probiyotiklerinin torba yoğurtta canlı kalabilirlikleri incelenmiştir. Mikroenkapsüle probiyotik bakterilerinin eklendiği çalışmada 10<sup>6</sup> kob g<sup>-1</sup> düzeyine ulaşıldığı tespit edilmiştir (Kesenkaş, 2010).

Dondurmaya benzerlik gösteren %4 gibi düşük yağ oranına sahip dondurulmuş yoğurtlar probiyotik bakterilerin vücuda alınmasında önemli araçlardan biridir. *Lb. acidophilus*, *S. thermophilus* ve *Bifidobacterium* probiyotik bakterileriyle dondurulmuş yoğurt üretimi yapılmış ve *Lb. acidophilus* probiyotik bakterisinin sayıca üstün olduğu tespit edilmiştir (Hussein ve Aumara, 2006).

Probiyotik amaçlı kullanılan diğer mikroorganizmalar kullanımı oldukça sınırlı olan mayalardır. *S. boulardii* probiyotik etkiye sahip olduğundan yoğurt üretiminde kullanılan bir mayadır. Ürün kalitesi bakımından oluşturacağı etkiyi incelemek amaçlı *S. boulardii* yoğurt üretiminde kullanılmıştır. *S. boulardii*'nin yoğurt fermentasyonu sırasında proteolitik aktiviteyi, 21 günlük depolama sonrasında kimyasal ve reolojik özelliklerini

geliştirdiği tespit edilmiştir (Kalkan ve ark., 2018). Yoğurt çeşitlerinde kullanılan bazı probiyotiklerle ilgili çalışmalar Çizelge 1’de gösterilmiştir.

**Çizelge 1:** Yoğurt çeşitlerinde kullanılan bazı probiyotiklerle ilgili çalışmalar

Yoğurt / Yoğurt Çeşidi	Kullanılan Probiyotik	Literatür
Donmuş yoğurt	✓ <i>Lb. acidophilus</i> , <i>S. thermophilus</i> , <i>Bifidobacterium</i>	✓ Hussein ve Aumara, 2006
Torba yoğurt	✓ <i>Lb. casei</i> , <i>B. animalis subsp. lactis</i> , <i>Lb. acidophilus</i>	✓ Kesenkaş, 2010
Yoğurt	✓ <i>B. lactis</i> BB 12	✓ Abou El Samh ve ark., 2013
	✓ <i>S. boulardii</i>	✓ Niamah, 2017; Ünver, 2017; Kalkan ve ark., 2018; Rodriguez ve ark., 2017
	✓ <i>Lb. acidophilus</i>	✓ Ersan ve Topçuoğlu, 2019; Mutlu, 2019; Yedikardaş, 2010; Eroğlu, 2019
	✓ <i>B. lactis</i>	✓ Ersan ve Topçuoğlu, 2019
	✓ <i>B. bifidum</i>	✓ Çakmakçı, 2012; Narayana ve Kale, 2019; Yedikardaş, 2010
	✓ ABT-2 ( <i>S. thermophilus</i> , <i>Lb. acidophilus</i> , <i>Bifidobacterium spp.</i> )	✓ Yüksel ve Bakırcı, 2014
	✓ <i>B. animalis subsp. lactis</i> BB-12	✓ Cui ve ark., 2021; Mutlu, 2019; Eroğlu, 2019
	✓ <i>Lb. acidophilus</i> La-5 (LA)	✓ Cui ve ark., 2021
	✓ <i>Lb. rhamnosus</i> (LGG)	✓ Cui ve ark., 2021; Canbulat, 2010
	✓ <i>Lacticaseibacillus casei</i>	✓ Odintsova ve ark., 2021; Bai ve ark., 2020
	✓ <i>Lb. rhamnosus</i>	✓ Odintsova ve ark., 2021; Canbulat, 2010
	✓ <i>Bacillus coagulans</i>	✓ Almada-Érix ve ark., 2021
	✓ <i>Lb. fermentum</i>	✓ Lim ve ark., 2020
	✓ <i>Enterococcus faecium</i> , <i>E. durans</i>	✓ Yerlikaya ve ark., 2021
	✓ ABT-7 ( <i>B. bifidum</i> , <i>Lb. acidophilus</i> <i>S. thermophilus</i> )	✓ Çağlayan, 2018
	✓ ABT3 ( <i>S. thermophilus</i> , <i>Lb. acidophilus</i> A-5, <i>B. bifidum</i> BB-12)	✓ Hafif, O. 2019
✓ <i>Lb. gasseri</i> , <i>B. longum</i>	✓ Uzuner, 2012	
✓ ABT-10 ( <i>Lb. acidophilus</i> , <i>B. bifidum</i> <i>S. thermophilus</i> )	✓ Çayır, 2007	
Labne (konsantre yoğurt)	✓ <i>Lb. plantarum</i> ✓ <i>Lb. casei</i> ✓ ABT-5 ( <i>S. thermophilus</i> , <i>Lb. acidophilus</i> , <i>B. bifidum</i> ) ✓ <i>Lb. acidophilus</i> ✓ <i>Lb. acidophilus</i> , <i>B. bifidum</i>	✓ Kebary ve ark., 2021 ✓ El-Shafei ve ark., 2018 ✓ Ismail ve ark., 2021 ✓ Taş ve ark., 2014 ✓ Doğrular ve Güven, 2020; Kebary ve ark., 2021
Az Yağlı yoğurt	✓ <i>S. thermophilus</i> , <i>Lb. delbrueckii subsp. bulgaricus</i> , <i>B. bifidum</i>	✓ İbrahim ve ark., 2020
Sinbiyotik yoğurt	✓ <i>S. boulardii</i> ✓ <i>Lb. acidophilus</i> , <i>B. bifidum</i> ✓ <i>Lb. brevis</i>	✓ Sarwar ve ark., 2019 ✓ Ehsani ve ark., 2016 ✓ Kariyawasam ve ark., 2021
Yoğurt Benzeri Fermente Süt Ürünleri	✓ <i>Lb. acidophilus</i> , <i>B. ssp.</i> , <i>Lb. lactis</i> , <i>Lb. casei</i>	✓ Yılmaz, 2006

### Kabağın Prebiyotik Özellikleri ve Yoğurt Çeşitlerinde Kullanımı

Kabak, kavun, sakız kabağı, su kabağı, bal kabağı gibi türler *Cucurbitaceae* familyasına ait türlerdir (Patel ve ark., 2020). Dünya’da kabağın çeşitli türleri, meyvesi ve yenilebilir çekirdekleri için yetiştirilmektedir. Kabaklar şekil, dış ve iç görünümleri bakımından farklı olmasından dolayı çeşitlilik göstermektedirler. Ticari olarak önemli türler; *C. pepo*, *C. maxima*, *C. moschata*, *C. mixta*, ve *C. stilbo*’dur (Dotto ve Chacha, 2020). Ülkemizde kabağın, *C. pepo* L. (Yazlık Kabak Türleri), *C. moschata* Duch (Bal Kabağı) ve *C. maxima* Duch (Kestane Kabağı) türleri yetiştirilmektedir (Ulusay ve Çoban, 2019). Bu kabak bitkileri, Kabak, diyet lifi, karoten ve pektin bakımından oldukça zengindir (Bakırcı ve ark., 2017). Potasyum (K), Magnezyum (Mg), Demir (Fe) gibi mineralleri de oldukça yüksek oranda içermektedir. Ayrıca B<sub>6</sub>, C, K, Tiamin ve Riboflavin vitaminlerini de içermektedir. Fakat kabak bitkisinin besinsel değeri, etli kısmı, karoten içeriği, çeşitli vitaminleri içermesi ve gösterdiği destekleyici etki türleri arasında farklılık göstermektedir. Besinsel içeriği 2-10 mg 100g<sup>-1</sup> arasında, C vitamini içeriği 9-10 mg 100g<sup>-1</sup> arasında olmak üzere türler arasında değişkenlik göstermektedir. (Nawirska ve ark., 2009). Karoten içeriği ise 3 mg 100g<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir (Patel ve ark., 2020).

Yüksek miktarda polisakkarit içeriğine sahip olan kabak türlerinin kuru madde ağırlığının %60-80’ini karbonhidratlar oluşturmaktadır. Polisakkaritlerden asit hidrolizi gibi yöntemlerle elde edilebilen oligosakkaritler çeşitli biyomolekülleri temsil etmektedirler. Sindirilemeyen oligosakkaritler bağırsaklarda sınırlı sayıda yararlı bakterileri uyarak vücut sağlığına da olumlu katkılar sağlamaktadırlar. Oligosakkaritler, doğal kaynaklarından ekstraksiyonla veya polisakkaritlerden asit hidroliziyle üretilmektedirler. Kabak bitkisi yüksek polisakkarit içeriği sayesinde asit hidroliziyle oligosakkarit eldesi için uygun bir substrattır. Aljinat polimerlerin asit hidroliziyle elde edilebilen oligosakkaritler belirgin prebiyotik etki göstermektedirler. Bu prebiyotik özelliği sayesinde kabak bitkisi ticari ürün olarak kullanılabilir (Du ve ark., 2011).

Ticari türlerden olan *C. pepo* sakız kabağı bitkisinin bir türüdür. Etli kabuğu, yaprakları, tohumları gibi yenilebilir kısımlarından dolayı yetiştiriciliği yapılmaktadır. *C. pepo*’nun etli kabuğu, yaprakları ve çekirdekleri faydalı besinsel içeriklerinden dolayı ticari olarak kullanılmaktadır (Ulusay ve Çoban, 2019).

Kabak çekirdekleri temel mikro elementlerin (K, Na, Cr, Mg, Zn vs.) iyi bir kaynağı olurken serbest şeker ve nişasta içeriği yönünden düşük içeriğe sahiptirler. Fe içeriği 99±36 ppm’dir (Dabija ve ark., 2018). *C. pepo* türlerinin karoten içeriğine bakıldığında; epikarpdaki toplam karoten içeriği 68-4453 mg kg<sup>-1</sup> ve mezokarptaki toplam karoten içeriği 35-371 mg kg<sup>-1</sup>’dır (Patel ve ark., 2020).

Yüksek besinsel içeriğine sahip olması bakımından ticari olarak üretimi yapılan kabak (*C. pepo*); çerezlik olarak yetiştirildiği durumda etli kısımları diğer durumda ise tohum (çekirdek) kısımları tarımsal atık olarak kabul edilmektedirler. Atık ürün olarak kabul edilen kabak çekirdekleri endüstriyel işlemlere maruz bırakılarak lezzetli atıştırma ürünleri olarak değerlendirilebilmektedir (Ülger ve ark., 2020). Ayrıca kabak tatlandırıcı, koyulaştırıcı ve renklendirici ajan olarak da kullanılmaktadır (Dirim ve Çalışkan, 2012). Bu uygulamalar gıda ürünlerinde besinsel zenginleştirme sağlarlar ve yoğurt gibi günlük tüketim oranı yüksek bir besin için alternatif kaynaklar sunarlar (Dabija ve ark., 2018).

Fonksiyonel özelliklere sahip olan birçok bileşen yoğurtlara katılmaktadır. Sebzeler, kuruyemişler (badem, ceviz vb.), baharat reçineleri (tarçın, kakule vb.), lifler, tahıl ekstraktları yoğurtlara katılan bazı bileşenlerdir. Meyveler, meyvelerin tozları (havuç, kabak, kırmızı pancar vb.) ve donmuş meyvelerle yoğurtlar tatlandırılmaktadır (Barakat ve Hassan, 2017). Sebzeler, meyveler ve tahıllar yüksek besin içerikli prebiyotik bileşenlerdir (Lokuge ve ark., 2018). Kabak gibi besinsel içeriğinden dolayı prebiyotik etki gösteren (oligosakkarit içeriğine sahip) sebzelerin yoğurt ve yoğurt çeşitlerine katılmasıyla ürün kalitesi geliştirilmektedir. Kabak bazlı düşük kalori değerli öğünler tüketildiğinde kandaki glukoz seviyesi azalır (antidiyabetik özellik). Karotenoid içeriği sayesinde kardiyovasküler hastalıkların, katarakt, sarı nokta hastalığının ve bazı tip kanserlerin riskini azaltır. Yüksek diyet lifi içeriği sayesinde sindirim sistemini düzenleyici etki gösterir. Pektin içeriği sayesinde vücuttaki bakteriyel toksinleri ve ağır metalleri uzaklaştırabilmektedir (Guz ve ark., 2018). Kabak, *Lb. fermentum*, *B. breve* ve *C. acetobuticum* türlerinin gelişmesini destekleyerek bağırsaklarda prebiyotik etkisini göstermektedir (Lokuge ve ark., 2018). Kabak bitkisi bazı probiyotik bakterilerde kullanıldığı çalışmalarla bu etkilerini desteklenmektedir.

Abou El Samh ve ark. (2013), *B. lactis BB-12* probiyotik bakterisi ve tatlandırıcı bileşen olarak %0.5, %1, %1.5 gibi farklı oranlarda kabak, çilek ve siyah havuç katılarak üretilen yoğurdun kimyasal, reolojik, mikrobiyolojik ve antioksidan özellikleri incelemiştir. Yapılan çalışmada kimyasal ve reolojik özellikler; pH, viskozite ve sinerezis başlıkları altında değerlendirilmiştir. Kabaklı yoğurt örneklerinin pH değerlerinde depolama süresince artış görülmüştür. Kabağın içerdiği protein bağlı polisakkaritlerin pH değerinde artışa sebep olabileceği savunulmuştur. Kabak içerisindeki diyet lifinin, suyu bağlama özelliğine sahip olmasına bağlı olarak viskozite değerlerinin kabak oranı arttıkça arttığı savunulmuştur. Kabaklı yoğurt örneklerinde kabak miktarı arttıkça sinerezis azalmıştır. %1.5 kabak içeren probiyotik yoğurtlarda probiyotik miktarı  $8,47 \log \text{ kob } g^{-1}$  miktarındayken 10 günlük depolama sonunda  $8,28 \log \text{ kob } g^{-1}$  olarak hesaplanmıştır. %0.5 kabak içeren yoğurtta antioksidan aktivite %22.67, %1 oranında kabak içeren yoğurtta %26.45 olarak hesaplanmıştır. %1.5 kabak içeren yoğurtta ise antioksidan aktivite %36.34 olarak hesaplanmıştır. Toplam fenol içeriği kabaklı yoğurtta %22.92 olarak hesaplanmıştır.

Hussein ve Aumara (2006), tarafından yapılan farklı bir çalışmada *Lb. acidophilus*, *S. thermophilus*, *Bifidobacterium* probiyotik bakterileri kullanılarak, %25 oranında tatlı patates ve kabak (*C. pepo*) ile yapılan yoğurtlar  $-20^{\circ}\text{C}$ 'de depolanarak dondurulmuş yoğurt elde edilmiştir. Depolama süresince yoğurt örneklerinin; pH, özgül ağırlık, donma noktası, viskozite, hacim artışı, asetaldehit ve diasetil içeriği gibi fizikokimyasal özellikleri incelenmiştir. *Lb. acidophilus*, *S. thermophilus* *Bifidobacterium* probiyotik bakterileri kullanılarak yapılan yoğurtlara göre *Lb. delbrueckii ssp. bulgaricus* ve *S. thermophilus* geleneksel starter bakterileri kullanılarak yapılan yoğurtların daha yüksek özgül ağırlık, donma noktası ve viskozite değerlerine sahip oldukları fakat pH değerlerinin daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Tatlı patates ile yapılan yoğurtlar kabaklı yoğurtlara göre daha yüksek viskozite, özgül ağırlık ve donma noktasına sahip olduğu belirtilmiştir. En düşük pH değeri ise kabaklı yoğurt örneklerinde görülmüştür. Kabaklı ve probiyotikli yoğurtlarda asetaldehit içeriği  $162,69 \mu\text{mol ml}^{-1}$  ve diasetil içeriği  $15,817 \mu\text{mol ml}^{-1}$  olarak hesaplanmıştır. Mikrobiyolojik sonuçlar

incelendiğinde *Lb. acidophilus* probiyotik bakterisinin canlılığının kabaklı yoğurt örneklerinde depolama süresince daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

Çağlayan (2018), balkabağı (*C. moschata*) ve kuru üzüm ilave edilerek probiyotik yoğurtlar geliştirmiş ve kalite özellikleri üzerine etkisini incelemiştir. ABT-7 (*B. bifidum*, *Lb. Acidophilus*, *S. thermophilus*) probiyotik kültürü kullanılmıştır. Kuru üzüm oranı %10 olarak sabit tutulurken balkabağı püresi miktarı %20, %25 ve %30 oranlarında kullanılmıştır. 21 günlük depolama süresi incelendiğinde en yüksek laktik asit bakterisi sayısının depolamanın 7. gününde  $8,45 \log \text{ kob g}^{-1}$  ile %30 balkabağı püresi içeren probiyotik yoğurt örneklerinde olduğu tespit edilmiştir. Tüm örneklerde ise depolama süresinin sonunda en düşük laktik asit bakterisi sayısı tespit edilmiştir. %20 balkabağı pürelili yoğurtta depolama sonunda  $7,95 \log \text{ kob g}^{-1}$ ; %25 balkabağı pürelili yoğurtta  $8,02 \log \text{ kob g}^{-1}$ ; %30 balkabağı pürelili yoğurtta ise  $8,33 \log \text{ kob g}^{-1}$  olarak tespit edilmiştir. Renk değerlerine bakıldığında L değerinin tüm örneklerde azalmasıyla beyazlıktan uzaklaşıldığı, a değerinin depolama sonuna doğru negatiften pozitif yöne değişim gösterdiği ve b değerlerinde depolama süresince azaldığı tespit edilmiştir. Depolama sonunda balkabağı miktarı arttıkça protein miktarının, pH değerinin, titrasyon asitliğinin arttığı gözlemlenmiştir. Depolama sonunda en yüksek kuru madde (%17.14) ve yağ içeriğinin (%3.2) %25 balkabağı içeren yoğurt örneklerinde olduğu belirtilmiştir. Duyusal nitelikler değerlendirildiğinde en fazla beğeniyi alan %30 balkabağı, %10 kuru üzüm ve probiyotik bakteri içeren yoğurtlar olmuştur. Çizelge 2’de farklı çalışmalardaki çeşitli yoğurt türlerinde kullanılan kabaklar gösterilmektedir.

**Çizelge 2:** Farklı Yoğurt Çeşitlerinde Kullanılan Kabaklarla İlgili Çalışmalar

Yoğurt / Yoğurt Çeşidi	Kullanılan Kültür	Literatür
Sebze lifleriyle (Kabak ile) zenginleştirilmiş yoğurt	✓ <i>S. thermophilus</i> , <i>Lb. delbrueckii subsp. bulgaricus</i>	✓ Yıldız ve Özcan, 2019
Tatlandırılmış (Kabak ile ) ve sürülebilir özellikteki yoğurt	✓ <i>Lb. delbrueckii subsp. bulgaricus</i> , <i>S. thermophilus</i>	✓ Ayar ve Gürün, 2014
Farklı kabak türleriyle ( <i>C. pepo</i> Mill., <i>C. maxima</i> L., <i>C. moschata</i> L.) yapılan yoğurt	✓ DVS kültür ( <i>Lb. delbrueckii subsp. bulgaricus</i> , <i>S. thermophilus</i> )	✓ Barakat ve Hassan, 2017
Kabak çekirdeği eklenmesiyle üretilen yoğurt	✓ <i>Lb. bulgaricus</i> , <i>S. thermophilus</i>	✓ Dabija ve ark., 2018
Kabak ile tatlandırılan yoğurt	✓ <i>S. salivarius thermophilus</i> ✓ <i>Lb. delbrueckii subsp. bulgaricus</i> ✓ <b>Probiyotik:</b> <i>B. lactis Bb-12</i>	✓ Abou El Samh ve ark., 2013
Kabaklı ( <i>C. pepo</i> ) ve probiyotikli dondurulmuş yoğurt	✓ <i>Lb. delbrueckii ssp. bulgaricus</i> ✓ <i>S. thermophilus</i> <b>Probiyotik:</b> <i>Lb. acidophilus</i> , <i>S. thermophilus</i> , <i>Bifidobacterium</i>	✓ Hussein ve Aumara, 2006
Kabak ( <i>C. moschata</i> ) lifi eklenen ve yağı azaltılmış set tipi yoğurt	✓ <i>S. thermophilus</i> , <i>Lb. delbrueckii ssp. bulgaricus</i>	✓ Bakırcı ve ark., 2017
Kabak ( <i>C. moschata</i> ) ve kuru üzüm ilaveli probiyotik yoğurt	✓ <b>Probiyotik:</b> ABT-7 ( <i>B. bifidum</i> , <i>Lb. acidophilus</i> , <i>S. thermophilus</i> )	✓ Çağlayan, 2018

## Sonuç

Yapılan çalışmalar incelendiğinde yüksek besinsel değere sahip sebzelerin süt ve fermente süt ürünlerine katılarak fonksiyonel ürün haline getirilmesi desteklenmiştir. Kabak gibi besin değeri oldukça yüksek sebzelerin prebiyotik etki gösterdikleri kanıtlanmış ve farklı çalışmalarla bu amaçla kullanıldıkları gösterilmiştir. Bir veya daha fazla mikroorganizma katılarak prebiyotik özellik kazandırılan fermente süt ürünlerine prebiyotiklerin eklenmesiyle yeni fonksiyonel ürünlerin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Kabak ilaveli prebiyotikli yoğurt veya yoğurt çeşitlerinin vücutta bağırsak florasındaki mikroorganizmaların canlılığını artırdığı tespit edilmiştir. Kabağın doğal lif içeriği, vitamin içeriği, karoten içeriği sayesinde sindirim ve bağışıklık sisteminde düzenleyici etkiler gösterdiği, farklı hastalıklarda ise risk düzeyini düşürdüğü tespit edilmiştir. Probiyotik özelliğe sahip yoğurda prebiyotik etkili kabak bitkisi eklenerek sinbiyotik ürün eldesi sağlanmıştır. Ülkemizde geleneksel gıda olarak da üretimi yapılan yoğurtlara prebiyotik katılmasının popüler bir hal almasıyla bu alanda yapılan çalışmalar artmıştır. Fakat prebiyotik amaçla kabak bitkisinin yoğurt çeşitlerine katılmasıyla ilgili çalışmalar sınırlıdır. Bu alandaki çalışmaların artması hem gıda atıklarını değerlendirme olarak ekonomik katkı sağlayacak hem de prebiyotik mikroorganizmaların tüketimini artırmak amacıyla kullanılan alternatif bir yöntem 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

- Abou El Samh, M. M., Sherein, A. A. and Essam, H. H. 2013. Properties and antioxidant activity of probiotic yoghurt flavored with black carrot, pumpkin and strawberry. *Int. J. Dairy Sci*, 8, 48-57.
- Adolfsson, O., Meydani, S. N. and Russell, R. M. 2004. Yogurt and gut function. *The American journal of clinical nutrition*, 80(2), 245-256.
- Almada-Érix, C. N., Almada, C. N., Pedrosa, G. T. S., Lollo, P. C., Magnani, M. and Sant'Ana, A. S. 2021. Development of a semi-dynamic in vitro model and its testing using probiotic *Bacillus coagulans* GBI-30, 6086 in orange juice and yogurt. *Journal of Microbiological Methods*, 183, 106187. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.mimet.2021.106187>
- Ashraf, R. and Shah, N. P. 2011. Selective and differential enumerations of *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei* and *Bifidobacterium*



- spp.* in yoghurt-A review. *International journal of food microbiology*, 149(3),194-208. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2011.07.008>
- Ayar, A. and Gurlin, E. 2014. Production and sensory, textural, physicochemical properties of flavored spreadable yogurt. *Life Science Journal*, 11(4), 58-65.
- Bai, M., Huang, T., Guo, S., Wang, Y., Wang, J., Kwok, L. Y. and Bilige, M. 2020. Probiotic *Lactobacillus casei* Zhang improved the properties of stirred yogurt. *Food Bioscience*, 37, 100718. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2020.100718>
- Bakirci, S., Dagdemir, E., Boran, O. S. and Hayaloglu, A. A. 2017. The effect of pumpkin fibre on quality and storage stability of reduced-fat set-type yogurt. *International Journal of Food Science & Technology*, 52(1), 180-187. DOI: <https://doi.org/10.1111/ijfs.13264>
- Barakat, H. and Hassan, M. F. 2017. Chemical, nutritional, rheological, and organoleptical characterizations of stirred pumpkin-yoghurt. *Food and Nutrition Sciences*, 8(07), 746. DOI: 10.4236/fns.2017.87053
- Canbulat, Z. 2010. *Lactobacillus rhamnosus* kültürü ile probiyotik yoğurt üretimi. Yüksek Lisans Tezi. Uludağ Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı
- Cui, L., Chang, S. K. and Nannapaneni, R. 2021. Comparative studies on the effect of probiotic additions on the physicochemical and microbiological properties of yoghurt made from soymilk and cow's milk during refrigeration storage (R2). *Food Control*, 119, 107474. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107474>
- Çağlayan, H. 2018. Balkabağı ve kuru üzüm ilavesinin probiyotik yoğurtların bazı kalite özellikleri üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Hitit Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı.
- Çakmakçı, S., Çetin, B., Turgut, T., Gürses, M. and Erdoğan, A. 2012. Probiotic properties, sensory qualities, and storage stability of probiotic banana yogurts. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 36(3), 231-237.
- Çayır, M. S., ve Şahan, N. 2007. Probiyotik kültür kullanılarak üretilen kayısı katkılı yoğurtların fizikokimyasal özellikleri. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı.
- Dabija, A., Codină, G. G., Stroe, S. G. and Boboc, M. 2018. Influence Of The Pumpkin Seeds Aaddition On Quality Characteristics Of Yogurt. *International Multidisciplinary Scientific GeoConference: SGEM*, 18(6.2), 269-276. DOI: <https://doi.org/10.5593/sgem2018/6.2>
- Dirim, S. N. and Çaliskan, G. 2012. Determination of the effect of freeze drying process on the production of pumpkin (*Cucurbita Moschata*) puree powder and the powder properties. *J. Food*, 37, 203-210.
- Doğrular, C. ve Güven, M. 2020. Farklı Probiyotik Kullanımının Labnenin Bazı Özellikleri Üzerine Etkileri. *Ç.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, Cilt: 39-8
- Dotto, J. M. and Chacha, J. S. 2020. The Potential of Pumpkin Seeds as a Functional Food Ingredient: A Review. *Scientific African*, e00575.



- Du, B., Song, Y., Hu, X., Liao, X., Ni, Y. and Li, Q. 2011. Oligosaccharides prepared by acid hydrolysis of polysaccharides from pumpkin (*Cucurbita moschata*) pulp and their prebiotic activities. *International Journal of Food Science & Technology*, 46(5), 982-987. DOI: 10.1111/j.1365-2621.2011.02580.x
- Ehsani, A., Banihabib, E. K., Hashemi, M., Saravani, M. and Yarahmadi, E. 2016. Evaluation of various properties of symbiotic yoghurt of buffalo milk. *Journal of Food Processing and Preservation*, 40(6), 1466-1473. DOI: <https://doi.org/10.1111/jfpp.12732>
- El-Shafei, K., Elshaghabee, F. M. F., El-Sayed, H. S. and Kassem, J. M. 2018. Assessment the viability properties of *Lactobacillus casei* strain using labneh as a carrier. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 17(3), 267-276. DOI: <http://dx.doi.org/10.17306/J.AFS.2018.0583>
- Eroğlu, E. 2019. Stevia katkılı probiyotik yoğurtlarda bakteri canlılığının ve ürün özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı.
- Ersan, L. Y. ve Topçuoğlu, E. 2019. Badem Sütü ile Zenginleştirilmiş Probiyotik Yoğurtların Mikrobiyolojik ve Bazı Fiziko-Kimyasal Özellikleri. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 33(2), 321-339.
- Guz, E. A., Novitskaya, E. G., Kalenik, T. K., Levochkina, L. V. and Piekoszewski, W. 2018. The influence of vegetable puree containing carotenoids on the nutrient composition and structure of milk yoghurt. *International journal of dairy technology*, 71(1), 89-95. DOI: <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12392>
- Hafif, O. 2019. Farklı oranlarda kinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*) unu ilavesinin probiyotik yoğurtların fizikokimyasal, tekstürel, mikrobiyolojik ve duyu özellikleri üzerine etkisi. Doktora Tezi. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı.
- Hussein, G. A. and Aumara, I. E. 2006. Preparation and properties of probiotic frozen yoghurt made with sweet potato and pumpkin. *Arab Universities Journal of Agricultural Sciences*, 14(2), 679-695.
- Ibrahim, M., Barakova, N. and Jödu, I. 2020. Enrichment of the low-fat yoghurt with oat  $\beta$ -glucan and EPS-producing *Bifidobacterium bifidum* improves its quality. *Agronomy Research* 18(S3), 1689–1699 DOI: <https://doi.org/10.15159/AR.20.024>
- Ismail, M. M., Ghoneem, G. A., Boraey, N. A., Tabekha, M. M. and Elashrey, H. F. 2021. Manufacture of bio-labneh using ABT culture and Buffalo and soy milk mixtures. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 2021, 1237-1245. DOI:10.15414/jmbfs.2017.6.6.1237-1245
- Kalkan, S., Öztürk, D. and Selimoğlu, B. S. 2018. Determining some of the quality characteristics of probiotic yogurts manufactured by using microencapsulated *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii*. *Turkish Journal Of Veterinary And Animal Sciences*, 42(6), 617-623. DOI: 10.3906/vet-1804-5
- Kariyawasam, K. M. G. M. M., Lee, N. K. and Paik, H. D. (2021). Synbiotic yoghurt supplemented with novel probiotic *Lactobacillus brevis* KU200019 and fructooligosaccharides. *Food Bioscience*, 39, 100835.

- Kebarly, K. M. K., Kamaly, K. M., Mailam, M. A. and Maamoon, A. G. 2021. Improving the health benefits and quality of labneh using probiotic bacteria. *Menoufia Journal of Food and Dairy Sciences*, 6(1), 1-16. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2020.100835>
- Kesenkaş, H. 2010. Effect of using different probiotic cultures on properties of Torba (strained) yoghurt. *Mljekarstvo*, 60(1), 19-29.
- Leandro, E. S., Araujo, E. A., Conceicao, L. L., Moreaes, C. A. and Carvalho, A. F. 2013. Survival of *Lactobacillus delbrueckii* UFV H2b20 in ice cream produced with different fat levels and after submission to stress acid and bile salts. *Journal of Functional Foods*, 5, 503–507. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2012.10.003>
- Lim, S. M., Lee, N. K., Kim, K. T. And Paik, H. D. 2020. Probiotic *Lactobacillus fermentum* KU200060 isolated from watery kimchi and its application in probiotic yogurt for oral health. *Microbial Pathogenesis*, 147, 104430. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2020.104430>
- Lokuge, G. M., Vidanarachchi, J. K., Thavarajah, P., Siva, N., Thavarajah, D., Liyanage, R. And Alwis, J. 2018. Prebiotic carbohydrate profile and in vivo prebiotic effect of pumpkin (*Cucurbita maxima*) grown in Sri Lanka. *Journal of the National Science Foundation of Sri Lanka*, 46(4). DOI: <http://dx.doi.org/10.4038/jnsfsr.v46i4.8623>
- Mckinley, M. C. (2005). The nutrition and health benefits of yoghurt. *International journal of dairy technology*, 58(1), 1-12. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1471-0307.2005.00180.x>
- Mutlu, S. K. 2019. Akasya gamı ve pektin ilavesinin siyah havuç katkılı probiyotik yoğurtların fonksiyonel ve teknolojik özelliklerine etkisinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı.
- Nawirska, A., Figiel, A., Kucharska, A. Z., Sokół-Łętowska, A. and Biesiada, A. 2009. Drying kinetics and quality parameters of pumpkin slices dehydrated using different methods. *Journal of Food Engineering*, 94(1), 14-20. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2009.02.025>
- Niamah, A. K. 2017. Physicochemical and microbial characteristics of yogurt with Added *Saccharomyces boulardii*. *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*, 5(3), 300-307. DOI: <http://dx.doi.org/10.12944/CRNFSJ.5.3.15>
- Narayana, R. and Kale, A. 2019. Functional probiotic yoghurt with Spirulina. *Asian Journal of Dairy and Food Research*, 38(4), 311-314.
- Nsabimana, C., Jiang, B. and Kossah, R. 2005. Manufacturing, properties and shelf life of Labneh: a review. *Int. J. Dairy Technol*, 58, 129–137. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1471-0307.2005.00205.x>
- Odintsova, V., Klimenko, N., Tyakht, A., Volokh, O., Popov, V., Alexeev, D. and Berezhnaya, Y. 2021. Yogurt fortified with vitamins and probiotics impacts the frequency of upper respiratory tract infections but not gut microbiome: A multicenter double-blind placebo controlled randomized study. *Journal of Functional Foods*, 83, 104572. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2021.104572>

- Patel, A. S., Bariya, A. R., Ghodasara, S. N., Chavda, J. A. and Patil, S. S. 2020. Total carotene content and quality characteristics of pumpkin flavoured buffalo milk. *Heliyon*, 6(7), e04509. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04509>
- Rodriguez, E. T., Flores, H. E. M., Lopez, J. O. R., Vega, R. Z., Garciglia, R. S. and Sanchez, R. E. P. 2017. Survival rate of *Saccharomyces boulardii* adapted to a functional freeze-dried yogurt: Experimental study related to processing, storage and digestion by Wistar rats. *Funct. Foods Health Dis*, 7, 98-114.
- Sarwar, A., Aziz, T., Al-Dalali, S., Zhao, X., Zhang, J., Chen, C. and Yang, Z. 2019. Physicochemical and microbiological properties of Synbiotic yogurt made with probiotic yeast *Saccharomyces boulardii* in combination with Inulin. *Foods*, 8(10), 468. DOI: 10.3390/foods8100468
- Shewale, R. N., Sawale, P. D., Khedkar, C. D. and Singh, A. 2014. Selection criteria for probiotics: a review. *International Journal of Probiotics & Prebiotics*, 9(1/2), 17.
- Rao, B.N. 2003. Bioactive Phytochemicals in Indian Foods and their Potential in Health Promotion and Disease Prevention. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 12 (1):9-22.
- Taş, T. K., Duygu, Duru. ve Şahin, M. A. 2014. Probiyotik kültür kullanılarak üretilen labnenin kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 20(7), 240-243. DOI: 10.5505/pajes.2014.57070
- Tomasik, P. J. And Tomasik, P. 2003. Probiotics and prebiotics. *Cereal Chemistry*, 80(2), 113-117. DOI: <https://doi.org/10.1094/CCHEM.2003.80.2.113>
- Tuomola, E., Crittenden, R., Playne, M., Isolauri, E. and Salminen, S. 2001. Quality assurance criteria for probiotic bacteria. *The American journal of clinical nutrition*, 73(2), 393s-398s. DOI: <https://doi.org/10.1093/ajcn/73.2.393s>.
- Ulusay, N. ve Çoban, S. 2019. Çerezlik kabak ve atıklarının kullanım alanları ve ekonomik etkisi: Nevşehir örneği. Yüksek Lisans Tezi. Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Ana Bilim Dalı.
- Uzuner, A. E. 2012. Probiyotik yoğurt üretiminde pirinç sütü kullanımı. Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Süt Teknolojisi Ana Bilim Dalı
- Ülger, İsmail., Kaliber, M., Beyzi., S. B. and Konca, Yusuf 2020. Possible ensiling of pumpkin (*Cucurbita pepo*) residues. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 44(4), 853-859. DOI:10.3906/vet-2002-81
- Ünver, İ. H. 2017. *Saccharomyces boulardii* kullanarak probiyotik yoğurt üretimi ve bazı prebiyotiklerin yoğurtların çeşitli nitelikleri üzerine etkisinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı.
- Yedikardaş, E. 2010. Yağ oranlarının kayısı lifi katkılı probiyotik kültür ile üretilen yoğurtların kalite özellikleri üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 60s.

- Yerlikaya, O., Saygılı, D. and Akpınar, A. 2021. An application of selected enterococci using *Bifidobacterium animalis subsp. lactis BB-12* in set-style probiotic yoghurt-like products. *Food Bioscience*, 41, 101096. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.101096>
- Yildiz, E. and Ozcan, T. 2019. Functional and textural properties of vegetable-fibre enriched yoghurt. *International Journal of Dairy Technology*, 72(2), 199-207. DOI:10.1111/1471-0307.12566
- Yılmaz, L. 2006. Yoğurt benzeri fermente süt ürünleri üretiminde farklı probiyotik kültür kombinasyonlarının kullanımı. Doktora Tezi. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı.
- Yüksel, A. K. ve Bakırcı, İ. 2014. Determination of certain quality characteristics of probiotic yoghurts produced with different prebiotic combinations during storage. *Akademik Gıda*, 12(2), 26-33.



## İklim Değişimi Sürecinin Sürdürülebilir ve Güvenli Gıda Üretimine Etkisi<sup>A</sup>

Selin Özge DİNÇ<sup>1\*</sup>, İbrahim Ender KÜNİLİ<sup>2</sup>, Fatma ARIK ÇOLAKOĞLU<sup>1</sup>

**Öz:** Dünyanın doğal döngüsü, sanayi devriminden sonra başlayan ve artarak devam eden insan aktivitelerinden etkilenmektedir. İlk olarak fosil yakıtların tüketimi ile kendini göstermeye başlayan insani etkiler, küreselleşmeye bağlı mobilite, beslenme faaliyetleri ve sanayileşme ile yüksek seviyelere ulaşmıştır. Bu etkiler atmosfer bileşiminin dengesini bozarak iklimde değişiklikler meydana getirmektedir. Değişen iklimin ise neden olduğu birçok olumsuz sonuç bulunmakta, bunlar arasında en önemlilerinden biri gıda üretimindeki değişimler olarak görülmektedir. İklim değişikliği, gıda üretiminde sürdürülebilirliği etkileyen başlıca faktördür. Sürdürülebilirliğin sağlanması, ilk etapta üretim teknolojilerinin değişmesi ve yerel ürünlerin yerine değişen iklime uygun türlerin yetiştirilmesi ile mümkün görünmektedir. Yanı sıra, gıda üretiminin sektöre uğramadan toplumların ihtiyacının karşılayabilmesi için farklı uygulamalar da yapılmaktadır. Bu uygulamalar arasında ise daha çok korunma ve büyümeyi destekleme amaçlı kimyasal kullanımı ile tohumlarda genetik modifikasyon tekniğinin kullanımı, ön plana çıkmaktadır. Ancak üretimde kullanılan bu uygulamaların niteliği, kapsamı ve büyüklüğü hakkında tüketicide önemli düzeyde bilgi eksikliği ve şüpheler bulunmaktadır. İklimde yaşanan olumsuzluklara rağmen, üretimde yeni uygulamaların kullanımı bugün ve gelecekte gıda üretimlerini mümkün kılacaktır. Ancak bu durum, güvenli gıda konusunda bilinçlenen tüketicide negatif algı oluşturmakta, kaygılar gün geçtikçe artmaktadır. Yapılan bu çalışmada, değişen iklim koşullarına ayak uydurmak amacıyla kullanılan

<sup>A</sup> Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir.

\* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** <sup>1</sup> Selin Özge DİNÇ, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Gıda Teknolojisi Bölümü, Çanakkale, Türkiye, [selinozge.dinc@comu.edu.tr](mailto:selinozge.dinc@comu.edu.tr), [OrcID 0000-0003-1597-1929](https://orcid.org/0000-0003-1597-1929)

<sup>1</sup> Fatma ARIK ÇOLAKOĞLU, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Gıda Teknolojisi Bölümü, Çanakkale, Türkiye, [arikfatmaa@yahoo.de](mailto:arikfatmaa@yahoo.de), [OrcID 0000-0002-2211-8371](https://orcid.org/0000-0002-2211-8371)

<sup>2</sup> İbrahim Ender KÜNİLİ, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, Çanakkale, Türkiye, [enderkunili@yahoo.com](mailto:enderkunili@yahoo.com), [OrcID 0000-0003-2830-6979](https://orcid.org/0000-0003-2830-6979)

uygulamaların, bitkisel ve hayvansal üretimde sürdürülebilirliğe etkisi irdelenecek ve gıda güvenliği konusu açısından etkileri değerlendirilecektir.

**Anahtar Kelimeler:** Gıda Güvenliği, Gıda Üretimi, İklim Değişikliği, Sürdürülebilirlik, Tüketici Algısı.

## Impact of Climate Change Process on Sustainable and Safe Food Production

**Abstract:** The natural cycle of the world is affected by the human activities that started after the industrial revolution and have continued to increase. Human impacts, which first started to show themselves with the consumption of fossil fuels, reached high levels with mobility, nutrition activities, and industrialization due to globalization. Climate change is caused by these effects and alters the balance of the atmosphere's composition. The changing climate has a series of negative implications on which one of the most significant is in food production. Climate change is the main factor affecting sustainability in food production. Sustainability appears to be possible, in the first place, by changing production technologies and raising species suitable for the changing climate instead of local products. Furthermore, many applications are developed in order to suit the needs of civilizations without disrupting food production. Chemicals for protection and growth support, as well as the use of genetic modification techniques in seeds, are among these applications. However, there is significant lack of information and doubts in the consumer about the nature, extent and size of these applications used in production. Despite these negativities, food production will be possible today and in future. However, this situation creates negative perception in the consumer who understands the importance of safe food, and concerns are increasing by days. The implications of production applications employed to keep up with changing climatic circumstances on the sustainability of plant and animal production, as well as their influence on consumer knowledge of food safety, were evaluated in this study.

**Keywords:** Food Security, Food Production, Climate Change, Sustainability, Consumer Perception.

## Giriş

İklim değişimi, küresel ısınmanın en önemli sonucudur. Küresel ısınma, dünya üzerinde açığa çıkan ısı emici gazların güneş ışınlarına karşı geçirgen, geri salınan ışınımaya karşı daha az geçirgen davranması sonucu yeryüzünde sera etkisi yaratması ve sıcaklığın artması durumudur (EPA, 2019). Sera gazları, atmosferin bileşiminde doğal ya da insan kaynaklı tetikleyicilerle oluşabilen; su buharı (H<sub>2</sub>O), karbondioksit (CO<sub>2</sub>), metan (CH<sub>4</sub>), ozon (O<sub>3</sub>), azot oksit (NO<sub>x</sub>) gibi gazlardan oluşmaktadır (IPCC Report:5, 2014). Normal koşullarda atmosfer, doğal sürecinde açığa çıkan gazları yine kendi doğal döngüleriyle düzenlemektedir. Ancak insan kaynaklı faaliyetlerle konsantrasyonu artan bu gazlar için, aynı mekanizma işlememektedir. Özellikle sanayi

devrimi sonrası yoğun şekilde artan gaz konsantrasyonları, bugün etkili bir şekilde yaşadığımız iklim değişiminin ortaya çıkmasına neden olmuştur (Robbins, 2016; Zandalinas ve ark., 2021; Fernihough ve O'Rourke, 2021).

Yeryüzündeki sıcaklık artışı iklimi değiştirmektedir. Çoğu bölgede yaşanan dört mevsim geçişleri iki mevsime evrilmekte, yanı sıra felaket olarak nitelenebilecek ani doğa olayları yaşanmaktadır. Özellikle zamansız güçlü yağışlar, sel ve kuraklık gibi doğa olayları ekosistemler üzerinde etki ederek, insani faaliyet geleneğini yok etmekte veya üzerinde büyük baskılar oluşturmaktadır. İklimin etkilediği insani faaliyetlerden en önemlisi, gıda üretim faaliyetleridir.

İnsan beslenmesi için ihtiyaç duyulan gıdalar, iki ana kaynaktan; bitkisel ve hayvansal üretimden sağlanmakta ve çeşitlendirilmektedir. Bitkisel üretim, iklimle doğrudan ilişkili olan bir üretim şekli olması nedeniyle meydana gelen ani/güçlü doğa olayları ve kuraklık üretimde köklü değişiklikleri zorunlu kılmaktadır. Mevsim normallerinin değişimi; tarım alanlarının azalmasına, geleneksel üretilen türlerin farklı türlerle değiştirilmesine, koruyucu kimyasalların fazla kullanılmasına, ürünlerin daha dayanıklı ve sürdürülebilir olması için farklı teknolojik yöntemlerin uygulanmasına neden olmaktadır. Hayvansal üretimde ise, bitkisel üretime bağımlı olan yem ve beslenme koşulları, azalan su kaynakları ile sıcaklığa bağlı olarak hayvanın fizyolojisinde meydana gelen değişiklikler, bu alanda da üretim koşullarının ve yöntemlerinin değiştirilmesini gerekli kılmaktadır. Günümüzde hayvansal üretimde düşük düzeyde yaşanan ve hissedilen bu etkileşimin, ilerleyen zamanlarda bitkisel üretimde olduğu gibi önemli boyutlarda artacağı da bildirilmektedir (Rojas-Downing ve ark., 2017).

Gıda üretim araçlarında küresel boyutta yaşanan tüm bu olumsuzluklar uzmanlar tarafından çalışılmakta, etki ve tepki mekanizmalarıyla araştırılarak, değerlendirilmektedir. Çalışmalar sonucunda geliştirilen yeni üretim ve koruma yöntemleri, üretici tarafından sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi için hızlı bir şekilde uygulamaya aktarılmaktadır. Üretimde verim artışını da sağlayan bu yeni yöntemler, günümüzde artan beslenme ihtiyacına cevap verebilmektedir. Ancak tüketiciler gıda üretiminde hızlı gerçekleşen bu değişikliklerin içeriğini tam bilmedikleri için piyasadaki birçok ürüne tedirginlik ve kaygıyla yaklaşmaktadır (Wallace ve ark., 2018; He ve Li, 2020). Güvenli gıda düzeninin oluşturulmasında, gıda üretimi uygulamaları ile ilgili küresel çapta bilgi akışının sağlanabilmesi önemli bir adım olacaktır. Yapılan bu derleme çalışmasında, küresel iklim değişikliği ile beraber mecburen gelişen ve farklılaşan üretim/koruma/geliştirme yöntemlerinin, sürdürülebilirlik ve gıda güvenliği açısından üretici ve tüketici nezdinde irdelenmesi ve değerlendirilmesi hedeflenmiştir.

### **İklim Değişikliğinin Sürdürülebilir Gıda Üretimine Etkisi**

Tarım faaliyetlerinin önemli bir kolunu oluşturan bitkisel üretim, toplumlar için eskiden beri büyük öneme sahiptir. Bir taraftan başlıca besin kaynağı, diğer taraftan ise birçok insanın geçim kaynağı olması, bu üretim şeklini vazgeçilmez kılmıştır. Zaman içinde yaşanan teknolojik gelişmelere paralel olarak üretim tarzı gelişmiş, tohum ıslahı, sulama sistemleri, toprak sürme yöntemleri ve gübreleme gibi uygulamalarda da ilerlemeler kaydedilmiştir (Massand, 2021). Makineleşmenin ardından büyük çapta yapılan üretimler üretim faaliyetlerinin



daha da artmasına neden olmuş, bu durum yeryüzünde var olan düzenin değişmeye başlamasını tetiklemiştir. Günümüzde artarak devam eden faaliyetler zinciri, ekosistemlerde kalıcı hasarlara neden olmaya başlamıştır. Bu etkiler bariz olarak hissedilmekte, somut olarak kayda geçmektedir.

Bitkisel üretimin gerçekleştiği toprak, hava ve su bileşenleri ile sistemsel işleyişleri artık eskisi gibi olmamakla beraber ekosistemler arasında var olan döngü bozulmuştur (Allan ve ark., 2020). Bozulan bir sistem, etkileştiği diğer sistemin daha fazla bozulmasına neden olmaktadır. Örneğin ormanlık alanların yok edilmesi ve toprağın aşırı işlenmesi ile toprağın kalitesi değişmekte çölleşme ve erozyonlar meydana gelerek tarıma elverişli alanlar kaybedilmektedir. Toprakta meydana gelen bu değişim, suyun toprakta tutulumunu azaltmakta, yer altı suyu kapasitesini daraltmaktadır. Bununla birlikte tarımda yanlış sulama tekniklerinin kullanılması ile de yüzey su kaynakları azalmakta, sonuç olarak su kaynakları tükenmektedir. Dolayısıyla bitkisel üretim ve iklim değişikliğinin birbirini etkilemesi ve birbirinden etkilenme durumu karmaşık bir süreç halini almaktadır. Bir zamanlar dünyanın dördüncü büyük gölü olan ve son 20 yılda dünyanın en büyük çevre felaketlerinden biri olan Orta Asya'daki Aral Gölü, bu duruma en iyi örnektir. Aral Gölü bölgesinde uygulanan yanlış tarım politikası, pamuk monokültürü, yanlış sulama ve kuraklık, toprağın ve suyun yok olmasında büyük rol oynamıştır (FAO, 2009).

Dünyada çeşitli bölgelerde yaşanan bu gibi değişimler, bitkisel üretim alanlarında verim kayıplarının olduğu ve gelecekte daha çok kayıpların oluşacağı yönünde öngörü oluşturmaktadır. Üretimde sürdürülebilirliğin gelecekte en önemli sorun olacağı düşünülmektedir. İklim değişimi konusunda etkili faktör olan sıcaklık, birçok bölgede üretilen bitkisel ürünlerin neredeyse yeniden yapılandırılmasını zorunlu hale getirmektedir. Sürdürülebilirliğin sağlanması için, bölgelerde geleneksel tüketimin temelini oluşturan türlerin, iklime paralel olarak değiştirilmesi gerekmektedir. Örneğin ülkemizde iklim değişiminden yüksek düzeyde etkilenen güney kısımlarda, bitki örtülerinin ve üretimde kullanılan yerli türlerin yeni iklim koşullarına göre farklılaşması ve ürün çeşitlerinin tropik ürünlere doğru kayması, söz konusudur (Tuel ve Eltahir, 2020). Ayrıca ülke genelinde buğday üretiminde sorunlar yaşanacağı ve ürün kayıplarının %40-50 oranına kadar ulaşabileceği, ekonomik değere sahip aspir ve kanola gibi bazı ürünlerin de alansal olarak yer değiştirebileceği ifade edilmektedir (Öztürk, 2002; Aydın ve Sarptaş, 2018). Dünyanın önemli tarım ürünleri üreten ülkeleri arasında yer alan Brezilya'da da benzer bir durum vardır. Şeker kamışının yaygın olarak üretildiği ülkede önemli kuraklık sorunlarının yaşanacağı öngörülmekte, bu durumun etkili olması halinde ülkede sadece tarımın değil, yan sektörlerin de bu durumdan etkileneceği ifade edilmektedir (Korkmaz, 2007; Montgomery, 2014). Dolayısıyla dünya genelinde mevcut ürünlerin yerine, yüksek sıcaklık ve nemin daha baskın olduğu bölgelerde tropik meyvelerin yetiştirilmesi, kuraklığın olduğu bölgelerde ise susuzluğa dayanıklı ürünlerin daha çok tercih edilmesi söz konusu olacaktır.

Sürdürülebilirliğin sağlanması için benimsenen diğer bir yol ise yeni teknolojiler ve koruyucu kimyasallar kullanılarak, mevcut ürünlerde iyileştirmeler yapılmasıdır. Dünya genelinde, küresel iklim değişikliğine bağlı olarak böcek ve yabani ot gibi istilacı türlerin varlığında ve bölgesel dağılımında değişimler yaşanmakta ve bu durum bitkisel üretimi büyük oranda etkilemektedir. Öyle ki ani sıcaklık değişimleri hayvansal zararlıların ve yabani otların hayatta kalma süreleri, oranları, mekânsal dağılımları, zararlılar ile doğal avcılar arasındaki

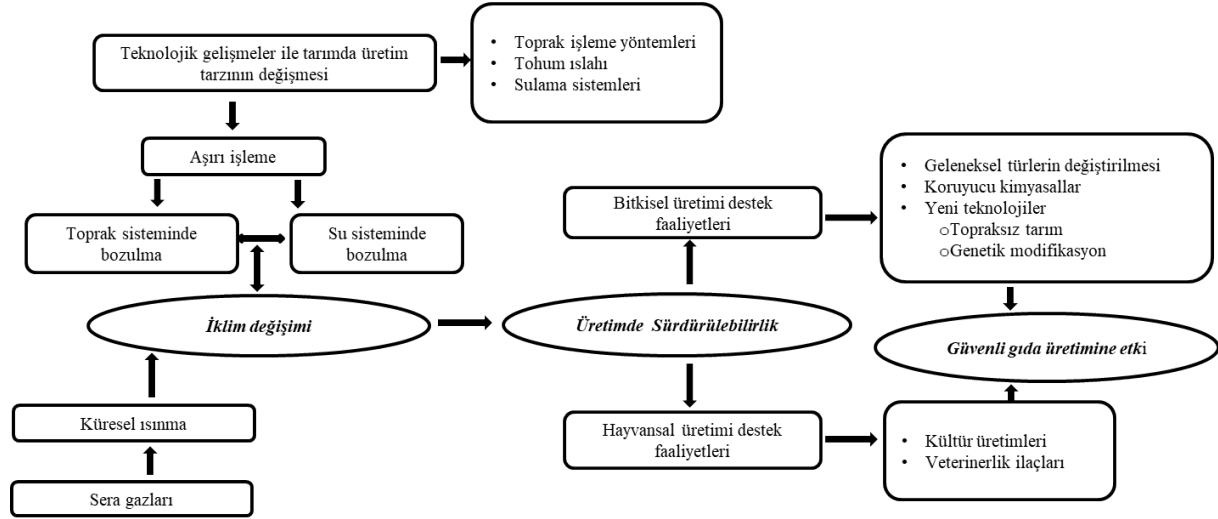


mekânsal uyumsuzlukların artması gibi durumlara neden olmakta, bunun da başlıca bitkisel ürünlerin üretiminde %25-40 oranında azalmaya neden olduğu ifade edilmektedir (Selvaraj ve ark., 2013). Yakın zamanda Doğu Afrika, Etiyopya, Asya ve Orta Doğu'daki çöl çekirgesi salgınları ve böcek zararları nedeniyle, tarımsal alanlarda ve ürünlerde büyük kayıplar gözlenmiştir (Salih ve ark., 2020). Bu durumda böcek ve yabancı ot mücadelesi için kimyasalların çeşitlendirilmesi ve kullanımının artması, topraksız tarım uygulamaları ve olumsuz çevresel koşullarına daha dirençli genetik modifikasyonlu türlerin üretilmesi gibi uygulamaların yaygınlaştırılması gerekecektir (Lake ve ark., 2012; van der Spiegel ve ark., 2012; Perry ve ark., 2013; Demirel ve ark., 2020). Bitkisel üretimde verim artışı ve ekonomik boyutta fayda sağlanabilmesi için bu uygulamalar, zaruri görülmektedir.

Diğer bir gıda üretim kaynağı ise hayvancılıktır. Hayvancılık, et ve et ürünlerini, yanı sıra yumurta, süt ve ürünlerinin elde edilmesini kapsayan büyük bir sektördür. İklim değişikliği hayvancılık faaliyetlerini, günümüzde daha çok bitkisel üretimdeki değişiklikler üzerinden etkilemektedir. İklim değişiklikleri nedeniyle çiftlik hayvanlarının beslenmesinde ana kaynağı oluşturan bitkisel ürünler değişime uğramakta, olatma alanları azalmakta ve kaliteli yeme ulaşım zorlaşmaktadır. Bu nedenle sürekli olarak yem maliyetlerinde artışlar yaşanmakta veya genetiği değiştirilmiş mısır vb. ürünler daha fazla yem olarak değerlendirilmektedir. Diğer taraftan iklim değişimlerine bağlı olarak hayvanların fizyolojisinde de farklılaşmalar yaşanmaktadır. Çevresel şartlar nedeniyle gelişen stres, doğurganlık oranındaki değişimlere, yavru ölümleri ve hastalıklara yatkınlıkta artışlara neden olmaktadır (Polsky ve von Keyserlingk, 2017; Nawab ve ark., 2018; Godde ve ark., 2021). Hayvan beslenmesi ve hayvan fizyolojisinde meydana gelen tüm bu değişimler, hayvancılık faaliyetlerinin geleceğini ve sürdürülebilirliğini doğal olarak etkilemektedir. Örneğin, Amerika Birleşik Devletleri hayvancılık endüstrisinin, değişen iklim koşullarına bağlı çevresel stresler nedeniyle yıllık 1.69-2.36 milyar ABD doları arasında bir ekonomik kayba sahip olduğu ve bunun yaklaşık %50' sinin süt endüstrisinde meydana geldiği bildirilmektedir (St-Pierre ve ark., 2003). Hayvan türleri üzerine yapılan çalışmalarda buffalo türlerinin yüksek sıcaklıklara maruz kalması ile, nabız, solunum hızı ve rektal sıcaklık gibi fizyolojik işlevlerinin etkilendiği ve süt üretiminin azaldığı belirtilmiştir (Seerapu ve ark., 2015; Rojas-Downing ve ark., 2017). Türkiye'de yapılan bir çalışmada ise, 2007/2008 sezonunda yaşanan küresel kuraklığın, süt sektöründe yaşanan bir duraklamaya neden olduğu, sonraki dönemlerde ise et sektörünü de etkilediği bildirilmiştir (Saygın ve Demirbaş, 2018).

İklim değişiminin denizel üretimlerde de, karasal hayvan üretimine benzer etkiye sahip olduğu gözlenmektedir. Deniz canlılarında, mevsimsel olarak gelişen üreme faaliyetleri, coğrafi dağılım, bolluk, göç şekilleri, göç zamanlarında kaymalar ile av-avcı dinamiklerinde çarpıcı değişimler yaşanmaya başlamıştır (Burge ve ark., 2014; Vural, 2018). Bu değişimin gelecekte su ürünleri üretiminde de büyük kayıplara neden olacağı sürdürülebilirliği sektöre uğratacağı öngörülmektedir. Bu nedenle denizlerden yapılan doğal üretimin yerini büyük oranda kültür üretimlerinin alacağı beklenmektedir (FAO, 2014; Lloret ve ark., 2016). Hayvancılık sektöründe iklim değişiminin hayvan fizyolojisinde yaptığı etkinin yanı sıra, sıcaklık artışlarının çeşitli haşere türleri ve hastalık etkenlerinde de değişime neden olacağı, oluşabilecek hastalık ve salgınlarla hayvanlarda kalite ve verimin düşeceği, bu durumun gelecekte üretimi daha da fazla etkileyeceği bildirilmiştir (Wittmann ve ark.,

2001; White ve ark., 2003). Bu nedenle gıda hayvanları üretiminde veterinerlik ilaçları ile büyümeyi/verimi artırıcı kimyasalların kullanımında artışlar yaşanması beklenmektedir.



Şekil 1. İklim değişikliği ile sürdürülebilir ve güvenli gıda üretiminin etkileşimi

### İklim Değişiminin Güvenli Gıda Üretimine Etkisi

İklim değişikliğinin sürdürülebilir gıda üzerindeki olumsuz etkilerini giderebilmek için üreticiler, bitkisel ve hayvansal üretimde yukarıda da bahsedilen yeni uygulamalara yönelmektedirler. Üretimde kullanılmaya başlanılan bu uygulamalar, belirli oranda ihtiyacı karşılamakta, fakat bu durum tüketici nezdinde çeşitli kaygılara neden olmaktadır.

Tüketimde en çok kaygıya neden olan konu, bitkisel üretimde koruyucu kimyasalların yoğun kullanımı konusudur. Üreticiler, değişen çevresel koşullara dayanıklı ve verimli ürün elde edebilmek için bilinçsizce çok çeşitli tarımsal ilaç ve hormon kullanmakta, uzun yıllardır yaşanan bu durum konunun paydaşları tarafından sürekli tartışılmaktadır. 1960'lı yıllarda zararlılara karşı kullanılmaya başlayan kimyasallar, özellikle yeni tarım düzeninde çeşitlenerek büyük bir pazar haline gelmiştir. Tarımsal ilaçlar, böcek ve yabancı ot gibi bitkisel zararlılara karşı, hormon nevi ürünler ise bitki büyümesi, meyve olgunlaşması, yaprak sararma ve dökülmesinin önlenmesi veya tam tersi etkiler için üretimde çok fazla kullanılmaktadır (Kumlay ve Eryiğit, 2011). Bu tarımsal ilaçlar arasında, insektisit olarak neonikotinoidler, fipronil vb. (Simon-Delso ve ark., 2015), herbisit olarak sülfosülfuron, glifosat, dikamba, glufosinat vb. (Knox ve ark., 2012; Łozowicka ve ark., 2021) ve büyüme/gelişim düzenleyici olarak ise genellikle oksin, gibberellin, sitokinin vb. (Considine, 2018) yaygın olarak kullanılmaktadır. Kimyasalların ülke bazında kullanım miktarı, gelişmişlik düzeyi ile paralel olarak değişmektedir. Gelişmiş ülkelerde genellikle kontrollü ve yasal düzenlemelere uygun kullanımlar rapor edilirken az gelişmiş ülkelerde yasaklı kimyasalların da kullanımda olduğu, çoğunlukla kontrolsüz bir düzenin var olduğu bilinmektedir (Akhtar, 2015; Langenbach ve ark., 2021). Zirai ilaç uygulamaları, yasal limitin üzerinde kullanım, yasaklı maddelerin kullanımı ve uygulama sonrası erken hasat gibi nedenlerle, elde edilen üründe kalıntı riski oluşturmaktadır. Ayrıca ürünün ötesinde bu kimyasallar uzun süre toprakta kalabilir olması ya da uçucu hale

gelebilmesi özellikleri nedeniyle, diğer toprak ve su sistemlerine geçebilmekte (Vryzas, 2018) ve bu yollarla da insanlara ulaşabilmektedir (van der Spiegel ve ark., 2012; King ve ark., 2017; Godde ve ark., 2021). Dolayısıyla üretimde kullanılan kimyasallar, küresel düzeyde önemli kontaminantlar haline gelerek, tüketimde güvenlik açısından risk oluşturmaktadır (FAO, 2009). Toplumlar, bitkisel üretimde kimyasalların kullanım gerekliliği ve riskleri hakkında genel bir bilgiye sahiptir (Erbek ve ark., 2018). Ancak tarımsal ilaç ve hormon uygulamalarının üretici tarafından bilinçsizce yapılması ve devlet tarafından bu uygulamaların yeterince kontrol edilmediği düşüncesi, tüketicide güvensizlik yaratmaktadır. Bu nedenle tüketici, güvenli üretim yöntemlerini, temiz etiket uygulamalarını ve risk faktörlerinden arındırılmış ürünleri araştırarak, bu şekilde üretilen ürünlere yönelmektedir (Fariás, 2020).

Sürdürülebilirlik için geliştirilen bir diğer yöntem ise biyoteknolojik uygulamalardır. Son yıllarda, genetik manipülasyonlarla olumsuz çevre şartlarına dayanıklı ve verimli türler üretilmiş, bu yeni teknolojik türler, ekonomik anlamda verimi artırdığından üretici tarafından hemen kabul görmüştür. Günümüzde hızla artmaya devam eden genetiği değiştirilmiş (GD) ürünlerle ekilen küresel alanlar, son 20 yılda 113 kat artarak 2.5 milyar hektara ulaşmıştır (Ichim, 2021). Ancak piyasaya haberli veya habersiz olarak verilen bu ürünlerle ilgili toplumlarda çok çeşitli soru işaretleri bulunmaktadır. Uzmanlar GD türlerin, toksik etki gösterme, alerjen olma durumu, gen ilavesinden kaynaklanabilecek besinsel etkileri ve aktarılan gen kararlılığı gibi şüpheli durumların hala inceleme aşamasında olduğunu ifade etmektedir (Domingo, 2016; Çebi ve Olhan, 2019). Bu uygulamalardan bazıları ile ilgili veriler elde edilmiş olsa da büyük ölçüde belirsizlikler hala devam etmektedir. Yapılan çalışmalarda GD türlerin mikroorganizmalar ile gen akışına bağlı olarak antibiyotik direnç oluşturabilme potansiyeli varlığı saptanmış (Nawaz ve ark., 2019), ayrıca GD türlerde oluşturulan bir protein gen diziliminin, önceden tanımlanmış bir alerjen gen dizilimine tesadüfi benzerliği ile alerjenik reaksiyon oluşturabileceğine dair tespitler yapılmıştır (Kramkowska ve ark., 2013). GD ürünler hakkında tüketicide genel anlamda negatif bir algı söz konusudur. Yanı sıra tüketicinin bilgi eksikliği de GD ürünlerin kabul düzeyini negatif yönde etkilemektedir. Ülkelerde GD ürünler hakkında bilgiye erişim ve tüketicinin eğitim durumu bu ürünlerin piyasadaki satış oranını belirleyen en önemli faktörlerdir. Örneğin, İtalya ve Çin gibi ülkelerde GD türlerin satışının düşük olması (Boccia, 2016; Aschemann-Witzel ve ark., 2019), Amerika'da ise daha yüksek olması tüketicinin bilinç düzeyi ile ilişkilendirilmektedir (Heffernan ve Hillers, 2002).

Son yıllarda kimyasal kullanımı ve genetik çalışmaların dışında sürdürülebilirliğin sağlanmasında kullanılan diğer bir yöntem ise topraksız tarım üretimidir. Kapalı ve açık sistemlerde yapılan bu uygulamalar; dikey tarım, hidroponik, aeroponik, akuaponik, hassas tarım vb., modern tekniklerin kullanıldığı bir üretim şeklidir (Armanda ve ark., 2019). Bu teknikler, uygulamada tamamen kontrol edilebilen ve tamamen organik üretim yapılabilen sistemler olarak değerlendirilmektedir (AlShrouf, 2017). Dünya genelinde bu yöntemlerle, daha çok mısır ve buğday gibi hububatlar; salatalık, soğan, patates gibi sebzeler; çilek ve kavun gibi meyveler ile çeşitli tıbbi aromatik bitkilerin üretildiği bildirilmektedir (Singh ve Singh, 2012). Bu tarım şeklinde, besin içeriği açısından yeterli, geleneksel yöntemlere göre koruyucu kimyasalların daha az kullanıldığı ve hijyenik ve kontrollü üretim koşulları sayesinde hastalık ve salgınların oluşmasının azaltıldığı veya erken tespiti ile koruma sağlandığı vb. birçok avantajlı durum söz konusudur (Benke ve Tomkins, 2017). Tüm bu avantajlar beraberinde verimliliği de

getirmekte, yapılan bir çalışmada topraksız tarım ile üretilen marullarda geleneksel üretime göre %20 verim artışı gözlemlendiği ifade edilmektedir (Gonnella ve ark., 2020). Ancak, yapay bir teknikle büyütmeden kaynaklanan tat ve besin içeriği farklılığı ile doğal olmayan büyütmelelere karşı var olan önyargı ve üreticinin de yeterince bilgi akışı yapmaması nedeniyle, topraksız tarımla ilgili de tüketicide negatif bir algı bulunmaktadır (Gonnella ve Renna, 2021).

Tarımsal üretimde sürdürülebilirlik için, yukarıda bahsedilen yöntemlerin yanı sıra, değişen iklim koşullarına uygun alternatif yeni türlerin yetiştirilmesi de güçlü bir seçenek olarak uygulanmaktadır. Fakat bir bölgenin yerel bitki örtüsünü oluşturan türler ve bölgede üretimi artan yeni türler arasındaki etkileşimin nasıl şekilleneceği tam olarak bilinmemektedir. Öyle ki iklime bağlı doğal göç süreçlerinde, bir bölgeye göç eden yeni türlerin rekabetçi doğaları veya bu türlerin salgıladıkları kimyasallar ile komşu bitki türlerinin tozlaşma ve gelişimini etkilemesi söz konusu olmakta, göç eden türler bölgeye özgü doğal florada tahribata ve çeşitliliğin azalmasına neden olabilmektedirler (Demir, 2009). Bu gibi etkilerin, iklime uyumlu yeni türlerin üretiminde de yaşanması muhtemeldir ve getirilen yeni türler yerel olarak üretimi devam eden türlerin kalitesini ve verimliliğini değiştirebilmektedir. İklim değişiminin etkisi ile gelecek dönemde artması beklenen yeni türlerin yetiştiriciliği, dolayısıyla üretici ve tüketici kanalında farklı kaygıları da beraberinde getirecektir.

Bitkisel üretimde olduğu gibi hayvansal üretimde de sürdürülebilirliğin sağlanması amacıyla, mevcut üretimlerde adaptasyon uygulamaları ile koruyucu ve büyümeyi destekleyici kimyasalların yoğun kullanımı, çözüm olarak öngörülmekte ve uygulanmaktadır. Günümüzde hayvansal üretimde hastalıklara karşı, antibiyotik olarak, aminoglikosidler, tetrasiklinler, Beta-laktamlar ve sefalosporinler vb. (Kools ve ark., 2008), antiparaziter olarak, fipronil, deltametridir, niklosamidi vb., hormon olarak ise farklı amaçlarla kullanılan kortizol, insülin, adrenalin vb. kimyasallar yaygın olarak kullanılmaktadır (Bártíková ve ark., 2016). Henüz hayvancılık faaliyetlerinin iklim değişiminden etkilenme düzeyi, bitkisel üretimin etkilendiği boyutta değildir. Ancak ilerleyen yıllarda bu etkinin artacağı aşikardır. Bu nedenle uzmanlar, iklim değişimine dayanıklı ırklar geliştirmeye yönelik morfolojik, davranışsal, fizyolojik, hücresel ve moleküler süreçleri içeren çalışmalar yürütmektedir. Yasal, politik ve etik sebeplerden dolayı bu türlerin kullanımı günümüzde pek yaygın değildir (Gaughan ve ark., 2019) ancak tüm bu adaptasyon faaliyetlerinin gelecekte uygulanacağı beklenmekte, bunun da gıda güvenliği açısından kaygı verici sonuçları olacağı değerlendirilmektedir.

İklim değişiminin denizel ve karasal gıda hayvanlarında yarattığı en önemli durum doğal veya kültür ortamlarında çevresel koşullara bağlı olarak gerçekleşen hastalık etkeni ve salgınlardaki artışlardır (FAO, 2008). Hastalıklar, veterinerlik ilaçlarının kullanımında artışa neden olmakta (Lake ve ark., 2012), özellikle bakteriyel hastalıkların tedavisinde kullanılan antibiyotikler, başta bakterilerde direnç gelişimi olmak üzere birçok güvenlik sorununu beraberinde getirmektedir. Diğer taraftan biyogüvenlik önlemlerinin bulunmadığı gelişmekte olan ülkelerde kimyasalların aşırı ve yasal olmayan kullanımları ile gelişmiş ülkelerde de uygun olmayan kullanımlar, durumun vahametini artırmaktadır (Bennema ve ark., 2010). Bu nedenle son yıllarda uluslararası/ulusal kuruluşlar tarafından çok çeşitli çalışmalar yapılarak, gıda hayvanı üretiminde antibiyotik ve diğer kimyasalların kullanımının kısıtlanması ve kontrolü üzerine yasal düzenlemeler ve bildirimler yapılmaktadır (FAO, 2009).

## Sonuç

Sonuç olarak yüzyılın stratejik sektörleri arasında bulunan gıda sektörü, iklim değişikliği tehdidi ile karşı karşıyadır. Dünya genelinde yapılan araştırmalar, kuraklığın somut olarak günümüzde başladığını ve ilerleyen zamanlarda daha da artacağını, tarımsal verimliliklerin düşeceğini, gıda fiyatlarında ciddi artışların olacağını öngörmektedir. İklim değişiminin etkisinin artması, gıda üretim kaynaklarında adaptasyon için uygulanan çalışmaları artırmakta, kullanılan yöntemlerle, günümüzde gıda üretiminde sürdürülebilirlik sağlanabilmektedir. Ancak yeni üretim şartlarında elde edilen ürünler, tüketicide güvensizlik yaratmaktadır. Özellikle yoğun kimyasal kullanımı ve yeni teknikler bilgi ve veri akışı eksikliği nedeniyle tüketicide, hem çevresel anlamda hem de sağlıklı beslenme anlamında güvenlik kaygılarının temelini oluşturmaktadır. Bu nedenle iklim değişim süreci, sürdürülebilirlik ve gıda güvenliğinin birbirinden ayrı tutulmaması gereken üç konu olarak, birlikte değerlendirilmeyi gerektirmektedir. Bu bağlamda dünya genelinde ulusal ve uluslararası politikalar ile beslenme faaliyetlerinin iklim değişim süreci dikkate alınarak yönlendirilmesi gerekmektedir. Böylece, yürürlüğe konulan uygulamalar uzun vadede sürdürülebilirliğe ve güvenli gıda üretimine birlikte katkı verecek, sistemin rahatlamasında önemli rol oynayacaktır.

## 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

- Akhtar, S. 2015. Food safety challenges-a Pakistan's perspective. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 55(2): 219-226.
- Allan, R.P., Barlow, M., Byrne, M.P., Cherchi, A., Douville, H., Fowler, H.J., Gan, T.Y., Pendergrass, A.G., Rosenfeld, D., Swann, A.L.S., Wilcox, L.J. and Zolina, O. 2020. Advances in understanding large-scale responses of the water cycle to climate change. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1472(1): 49-75.
- Alshrouf, A. 2017. Hydroponics, aeroponic and aquaponic as compared with conventional farming. *American Scientific Research Journal For Engineering, Technology and Sciences (Asrjets)*, 27(1): 247-255.
- Armanda, D.T., Guinée, J.B. and Tukker, A. 2019. The second green revolution: Innovative urban agriculture's contribution to food security and sustainability—A review. *Global Food Security*, 22: 13-24.

- Aschemann-Witzel, J., Varela, P. and Peschel, A.O. 2019. Consumers' categorization of food ingredients: Do consumers perceive them as 'clean label' producers expect? An exploration with projective mapping. *Food Quality and Preference*, 71: 117-128.
- Aydın, F. ve Sarptaş, H. 2018. İklim değişikliğinin bitki yetiştiriciliğine etkisi: Model bitkiler ile Türkiye durumu. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 24(3): 512-521.
- Bártíková, H., Podlipná, R. and Skálová, L. 2016. Veterinary drugs in the environment and their toxicity to plants. *Chemosphere*, 144: 2290-2301.
- Benke, K. and Tomkins, B. 2017. Future food-production systems: Vertical farming and controlled-environment agriculture. *Sustainability: Science, Practice and Policy*, 13(1): 13-26.
- Bennema, S.C., Vercruyse, J., Morgan, E., Stafford, K., Höglund, J., Demeler, J., Samson-Himmelstjerna, G. and Charlier, J. 2010. Epidemiology and risk factors for exposure to gastrointestinal nematodes in dairy herds in Northwestern Europe. *Veterinary Parasitology*, 173(3-4): 247-254.
- Boccia, F. 2016. Consumer perception: An analysis on second generation genetically modified foods. *Nutrition & Food Science*, 46(5): 637-646.
- Burge, C.A., Eakin, C.M., Friedman, C.S., Froelich, B., Hershberger, P.K., Hofmann, E.E., Harvell, C.D., Petes, L.E., Prager, K.C., Weil, E., Willis, B.L. and Ford, S.E. 2014. Climate change influences on marine infectious diseases: Implications for management and society. *Annual Review of Marine Science*, 6(1): 1-29.
- Considine, J.A. 2018. Concepts and practice of use of plant growth regulating chemicals in viticulture. In Plant growth regulating chemicals, Ed.: Nickell, L.G., Boca Raton, Florida, ABD, pp: 89-183.
- Çebi, S.Y. ve Olhan, E. 2019. Genetiği değiştirilmiş tarım ürünlerinin küresel düzeyde olası etkileri. *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 33(1): 179-196.
- Demir, A. 2009. Küresel iklim değişikliğinin biyolojik çeşitlilik ve ekosistem kaynakları üzerine etkisi. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 1(2): 37-54.
- Demirel, F., Eren, B., Demirel, S. ve Erol, A. 2020. Flow Sitometri ve Bitki Islahı. *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 34(1): 213-223.
- Domingo, J.L. 2016. Safety assessment of GM plants: An updated review of the scientific literature. *Food and Chemical Toxicology*, 95: 12-18.
- EPA 2019. U.S. Environmental Protection Agency. <https://www.epa.gov/ghgemissions/global-greenhouse-gas-emissions-data> (Erişim tarihi: 12.05.2021).
- Erbek, E., Özyörük, A. ve Arslan, Ü. 2018. Bursa ili Gürsu ve Kestel ilçelerindeki meyve üreticilerinin pestisit kullanımına yönelik tutum ve davranışlarının belirlenmesi. *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 32(2): 69-76.
- FAO 2008. Food and Agriculture Organization. Expert meeting on climate-related transboundary pests and diseases including relevant aquatic species, food and agriculture organization of the United Nations, 25-27

- February, Options for decision makers. [http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/foodclimate/presentations/diseases/OptionsEM3.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/foodclimate/presentations/diseases/OptionsEM3.pdf) (Erişim tarihi: 25.05.2021).
- FAO 2009. Food and Agriculture Organization. Climate change: Implications for food safety. <http://www.fao.org/3/i0195e/i0195e00.pdf> (Erişim tarihi: 06.06.2021).
- FAO 2014. Food and Agriculture Organization. The state of world fisheries and aquaculture. <http://www.fao.org/3/i3720e/i3720e.pdf> (Erişim Tarihi: 25.08.2021).
- Fariás, P. 2020. Promoting the absence of pesticides through product labels: The role of showing a specific description of the harmful effects, environmental attitude and familiarity with pesticides. *Sustainability*, 12(21): 8912.
- Fernihough, A. and O'rourke, K.H. 2021. Coal and the European industrial revolution. *The Economic Journal*, 131(635): 1135-1149.
- Gaughan, J.B., Sejian, V., Mader, T.L. and Dunshea, F.R. 2019. Adaptation strategies: Ruminants. *Animal Frontiers*, 9(1): 47-53.
- Godde, C.M., Mason-D'croz, D., Mayberry, D.E., Thornton, P.K. and Herrero, M. 2021. Impacts of climate change on the livestock food supply chain; A review of the evidence. *Global Food Security*, 28: 100488.
- Gonnella, M. and Renna, M. 2021. The evolution of soilless systems towards ecological sustainability in the perspective of a circular economy. Is it really the opposite of organic agriculture?. *Agronomy*, 11(5): 950.
- Gonnella, M., Renna, M. and Serio, F. 2020. Yield and quality of greenhouse multi-leaf lettuce cultivars grown in soil and soilless culture under Mediterranean conditions. *Italus Hortus*, 27: 18-30.
- He, T. and Li, C. 2020. Harness the power of genomic selection and the potential of germplasm in crop breeding for global food security in the era with rapid climate change. *The Crop Journal*, 8(5): 688-700.
- Heffernan, J.W. and Hillers, V.N. 2002. Attitudes of consumers living in washington regarding food biotechnology. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 102(1): 85.
- Ichim, M.C. 2021. The more favorable attitude of the citizens toward GMOs supports a new regulatory framework in the European Union. *Gm Crops & Food*, 12(1): 18-24.
- IPCC 2014. Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate change 2014: Mitigation of climate change. Exit contribution of working group III to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc\\_wg3\\_ar5\\_full.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_full.pdf) (Erişim tarihi: 07.06.2021).
- King, T., Cole, M., Farber, J.M., Eisenbrand, G., Zabarás, D., Fox, E.M. and Hill, J.P. 2017. Food safety for food security: Relationship between global megatrends and developments in food safety. *Trends in Food Science & Technology*, 68: 160-175.
- Knox, J., Hess, T., Daccache, A. and Wheeler, T. 2012. Climate change impacts on crop productivity in Africa and South Asia. *Environmental research letters*, 7(3): 034032.



- Kools, S.A., Moltmann, J.F. and Knacker, T. 2008. Estimating the use of veterinary medicines in the European Union. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 50(1): 59-65.
- Korkmaz, K. 2007. Küresel ısınma ve tarımsal uygulamalara etkisi. *Alatırım Dergisi*, 6(2): 43-49.
- Kramkowska, M., Grzelak, T. and Czyzewska, K. 2013. Benefits and risks associated with genetically modified food products. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 20(3): 413- 419.
- Kumlay, A.M. ve Eryiğit, T. 2011. Bitkilerde büyüme ve gelişmeyi düzenleyici maddeler: Bitki hormonları. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 1(2): 47-56.
- Lake, I.R., Hooper, L., Abdelhamid, A., Bentham, G., Boxall, A.B., Draper, A., Fairweather-Tait, S., Hulme, M., Hunter, P.R., Nichols, G. and Waldron, K.W. 2012. Climate change and food security: Health impacts in developed countries. *Environmental Health Perspectives*, 120(11): 1520-1526.
- Langenbach, T., Caldas, L.Q., de Campos, T., Correia, F., Lorenz, N., Marinho, D., Mano, D., Meirelles, L.C., Oliveira, M., Parente, C., Torres, J.P., Vicente, L. and Vieira, E. 2021. Perspectives on sustainable pesticide control in Brazil. *World*, 2(2): 295-301.
- Lloret, J., Rätz, H.J., Lleonart, J. and Demestre, M. 2016. Challenging the links between seafood and human health in the context of global change. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 96(1): 29-42.
- Łozowicka, B., Wołojko, E., Kaczyński, P., Konecki, R., Iwaniuk, P., Draęowski, W., Łozowicki, J., Tujtebajeva, G., Wydro, U. and Jabłońska-Trypuć, A. 2021. Effect of microorganism on behaviour of two commonly used herbicides in wheat/soil system. *Applied Soil Ecology*, 162: 103879.
- Massand, A. 2021. A review paper on farm power and energy in agriculture. *International Journal of Modern Agriculture*, 10(2): 1106-1114.
- Montgomery, S.L. 2014. *Küresel enerjiye yön veren güçler: 21. yüzyıl ve sonrası*. Tübitak Yayınları, Ankara, Türkiye, 514p.
- Nawab, A., Ibtisham, F., Li, G., Kieser, B., Wu, J., Liu, W., Zhao, Y., Nawab, Y., Li, K., Xiao, M. and An, L. 2018. Heat stress in poultry production: Mitigation strategies to overcome the future challenges facing the global poultry industry. *Journal of Thermal Biology*, 78: 131–139.
- Nawaz, M.A., Mesnage, R., Tsatsakis, A.M., Golokhvast, K.S., Yang, S.H., Antoniou, M.N. and Chung, G. 2019. Addressing concerns over the fate of DNA derived from genetically modified food in the human body: A review. *Food and Chemical Toxicology*, 124: 423-430.
- Öztürk, K. 2002. Küresel iklim değişikliği ve Türkiye'ye olası etkileri. *Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22(1): 47-65.
- Perry, B.D., Grace, D. and Sones, K. 2013. Current drivers and future directions of global livestock disease dynamics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(52): 20871-20877.
- Polsky, L. and von Keyserlingk, M.A.G. 2017. Invited review: Effects of heat stress on dairy cattle welfare. *Journal of Dairy Science*, 100(11): 8645–8657.



- Robbins, A. 2016. How to understand the results of the climate change summit: Conference of parties21 (Cop21) Paris 2015. *Journal of Public Health Policy*, 37: 129-132.
- Rojas-Downing, M.M., Nejadhashemi, A.P., Harrigan, T. and Woznicki, S.A. 2017. Climate change and livestock: Impacts, adaptation and mitigation. *Climate Risk Management*, 16: 145-163.
- Salih, A.A., Baraibar, M., Mwangi, K.K. ve Artan, G. 2020. Climate change and locust outbreak in East Africa. *Nature Climate Change*, 10(7): 584-585.
- Saygın, Ö. ve Demirbaş, N. 2018. Türkiye'de kırmızı et tüketimi: Sorunlar ve öneriler. *Selçuk Journal Of Agriculture and Food Science*, 32(3): 567-574.
- Seerapu, S.R., Kancharana, A.R., Chappidi, V.S. and Bandi, E.R. 2015. Effect of microclimate alteration on milk production and composition in murrah buffaloes. *Veterinary World*, 8(12): 1444-1452.
- Selvaraj, S., Ganeshamoorthi, P. and Pandiaraj, T. 2013. Potential impacts of recent climate change on biological control agents in agro-ecosystem: A review. *International Journal of Biodiversity and Conservation*, 5: 845–852.
- Simon-Delso, N., Amaral-Rogers, V., Belzunces, L.P., Bonmatin, J.M., Chagnon, M., Downs, C., Furlan, L., Gibbons, D.W., Giorio, C., Girolami, V., Goulson, D., Kreuzweiser, D.P., Krupke, C.H., Liess, M., Long, E., McField, M., Mineau, P., Mitchell, E.A.D., Morrissey, C.A., Noome, D.A., Pisa, L., Settele, J., Stark, J.D., Tapparo, A., Van Dyck, H., Van Praagh, J., Van der Sluijs, J.P., Whitehorn, P.R. and Wiemers, M. 2015. Systemic insecticides (Neonicotinoids and Fipronil): Trends, uses, mode of action and metabolites. *Environmental Science and Pollution Research*, 22(1): 5-34.
- Singh, S. and Singh, B.S. 2012. Hydroponics – A technique for cultivation of vegetables and medicinal plants. In. Proceedings of 4th Global conference on Horticulture for Food, Nutrition and Livelihood Options 2012, Bhubaneswar, Odisha, India. 220p.
- St-Pierre, N.R., Cobanov, B. and Schnitkey, G. 2003. Economic losses from heat stress by US livestock industries. *Journal of Dairy Science*, 86: 52–77.
- Tuel, A. and Eltahir, E.A.B. 2020. Why is the mediterranean a climate change hot spot?. *Journal of Climate*, 33: 5829–5843.
- van Der Spiegel, M., van Der Fels-Klerx, H.J. and Marvin, H.J.P. 2012. Effects of climate change on food safety hazards in the dairy production chain. *Food Research International*, 46(1): 201–208.
- Vryzas, Z. 2018. Pesticide fate in soil-sediment-water environment in relation to contamination preventing actions. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 4: 5-9.
- Vural, Ç. 2018. Küresel iklim değişikliği ve güvenlik. *Güvenlik Bilimleri Dergisi*, 7(1): 57-85.
- Wallace, J.G., Rodgers-Melnick, E. and Buckler, E.S. 2018. On the road to breeding 4.0: Unraveling the good, the bad and the boring of crop quantitative genomics. *Annual Review of Genetics*, 52: 421–444.
- White, N., Sutherst, R.W., Hall, N. and Whish-Wilson, P. 2003. The vulnerability of the Australian beef industry to impacts of the cattle tick (*Boophilus Microplus*) under climate change. *Climatic Change*, 61(1): 157-190.

- Wittmann, E.J., Mellor, P.S. and Baylis, M. (2001). Using climate data to map the potential distribution of *Culicoides imicola* (Diptera: Ceratopogonidae) in Europe. *Revue Scientifique Et Technique-Office International Des Epizooties*, 20(3): 731-740.
- Zandalinas, S.I., Fritschi, F.B. and Mittler, R. 2021. Global warming, climate change, and environmental pollution: Recipe for a multifactorial stress combination disaster. *Trends in Plant Science*, 26 (6): 588-599.



## Hasat Sonrası UV-A ve UV-B Işık Uygulamalarının Meyve ve Sebzelerin Kalite Kriterlerine Etkisi<sup>A</sup>

Öznur CUMHUR<sup>1\*</sup>

**Öz:** Meyve ve sebzelerde hasat sonrası depolamada geleneksel ve yeni muhafaza teknolojilerinin kullanımıyla ürün ve besin kayıpları gibi çeşitli sorunlarla mücadele edilmektedir. Gıda ürünlerini koruma ve iyileştirme amaçlı kullanılan yeni teknolojilerden bir tanesi de ultraviyole (UV) ışık uygulamalarıdır. Bu çalışmada kabul edilebilir bir abiyotik stres olarak UV-A ve UV-B ışık uygulamalarının meyve ve sebzelerde duysal ve besinsel kalite kriterleri üzerine etkisi yapılan çalışmalar kapsamında değerlendirilmiştir. Ayrıca UV teknolojisinin meyve ve sebze endüstrisinde olası kullanımına yönelik bilgiler sunulmuştur. Literatür verileri ışığında elde edilen bulgular çevre dostu olan UV ışık teknolojisinin çeşitli meyve ve sebzelerde ürün kayıplarını azaltmak, besin kalitesi ve duysal özellikleri iyileştirmek, antioksidan kapasitesini arttırmak ve raf ömrünü uzatmak için kullanılabileceğini göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Kalite, duysal kalite, ultraviyole, hasat sonrası, UV-A, UV-B.

### The Effect of Postharvest UV-A And UV-B Treatments on the Quality Criteria of Fruits and Vegetables

**Abstract:** In the postharvest storage of fruits and vegetables, various problems such as product and nutrient losses are reduced by using conventional and new preservation technologies. Ultraviolet (UV) light applications

<sup>A</sup> Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir.

\* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** <sup>1</sup> Öznur CUMHUR, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Turizm İşletmeciliği Bölümü, Bilecik, Türkiye, [oznur.cumhur@bilecik.edu.tr](mailto:oznur.cumhur@bilecik.edu.tr), [OrcID 0000-0003-4486-2959](https://orcid.org/0000-0003-4486-2959)

**Atf/Citation:** Cumhuriyet, Ö. 2022. Hasat Sonrası UV-A ve UV-B Işık Uygulamalarının Meyve ve Sebzelerin Kalite Kriterlerine Etkisi. *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 36(2), 461-477.

<https://doi.org/10.20479/bursauludagziraat.1032589>

are one of the new technologies used for the protection and improvement of food products. In this study, the effects of UV-A and UV-B light applications as an acceptable abiotic stress on the sensory and nutritional quality criteria of fruits and vegetables were evaluated within the scope of studies. In addition, possible uses of UV technology in the fruit and vegetable industry are presented. Findings from literature data show that environmentally-friendly UV light technology can be used to reduce product losses, to improve nutritional quality and sensory properties, increase antioxidant capacity, and to extend shelf life in various fruits and vegetables.

**Keywords:** Quality, sensory quality, ultraviolet, postharvest, UV-A, UV-B.

## Giriş

Doğranmış (fresh-cut) veya minimum düzeyde işlenmiş meyve ve sebzelere olan talep son yıllarda artmakta ve gıda endüstrisinin önemli bir parçası haline gelmektedir. Yaygın olarak tüketilen ve içerdiği çeşitli bileşenler nedeniyle insan sağlığı açısından önemli olduğu bilinen meyve ve sebzeler bu noktada dikkat çekmektedir. Hızlı yaşlanma ve hastalıklar nedeniyle meyve ve sebzelerin hasat sonrası yönetimi ciddi bir sorun olmakta ve bu süreçte önemsenecek düzeyde ürün ve besin kayıpları meydana gelmektedir. Geleneksel olarak hasat sonrası muhafaza teknolojisi, çoğunlukla soğukta depolama ve koruyucu olarak kimyasalların kullanımına dayanmaktadır (Usall ve ark., 2016). Bu aşamada kalıntı içermeyen fiziksel sterilizasyon ve koruma yöntemi olarak soğutmadan farklı olarak birçok geleneksel ve yeni teknoloji kullanılırken, bunlardan bir tanesi de ultraviyole ışık uygulamalarıdır.

UV ışıklar elektromanyetik spektrumunda dalga boyu 100 ve 400 nm arasında olan ışık türü olup, birincil kaynağı güneştir. UV ışık dalga boylarına göre UV-A (315-400 nm), UV-B (280-315 nm), UV-C (200-280 nm) ve vakum UV (100-200 nm) olarak sınıflandırılmaktadır (Koutchma, 2009). Isıl olmayan teknolojilerden biri olan UV ışık teknolojisi meyve ve sebzeler üzerinde genel olarak iki farklı yararlı etki ortaya koymaktadır. UV ışık teknolojisi birinci etki olarak gıda ürünlerinde mikroorganizmaların inaktivasyonunu sağlamakta ve bu doğrultuda gıdaların raf ömrünü arttırmaktadır (Koutchma, 2019). Bu amaçla gıda endüstrisinde güvenli gıda üretimine yönelik çalışmalarda özellikle UV-C kullanımı karşılığını bulmaktadır. UV ışık teknolojisi ikinci yararlı etki olarak gıda ürünlerinin mikroorganizmalara karşı savunmalarını iyileştirmek, insan sağlığı için yararlı etkileri olan bileşenlerin içeriğini arttırmak, raf ömrünü uzatmak, duyu özellikleri korumak ve hatta iyileştirmek için bazı istenen sonuçları ortaya çıkarmaktadır (Koutchma, 2019). Bu noktada UV ışık uygulaması meyve ve sebzelerin ürün kayıplarını azaltması, biyoaktif bitki bileşenlerini, besin değerlerini ve kalite kriterlerini koruması ve iyileştirilmesi bakımından gıda endüstrisinin ve pek çok araştırmacının ilgisini çekmektedir.

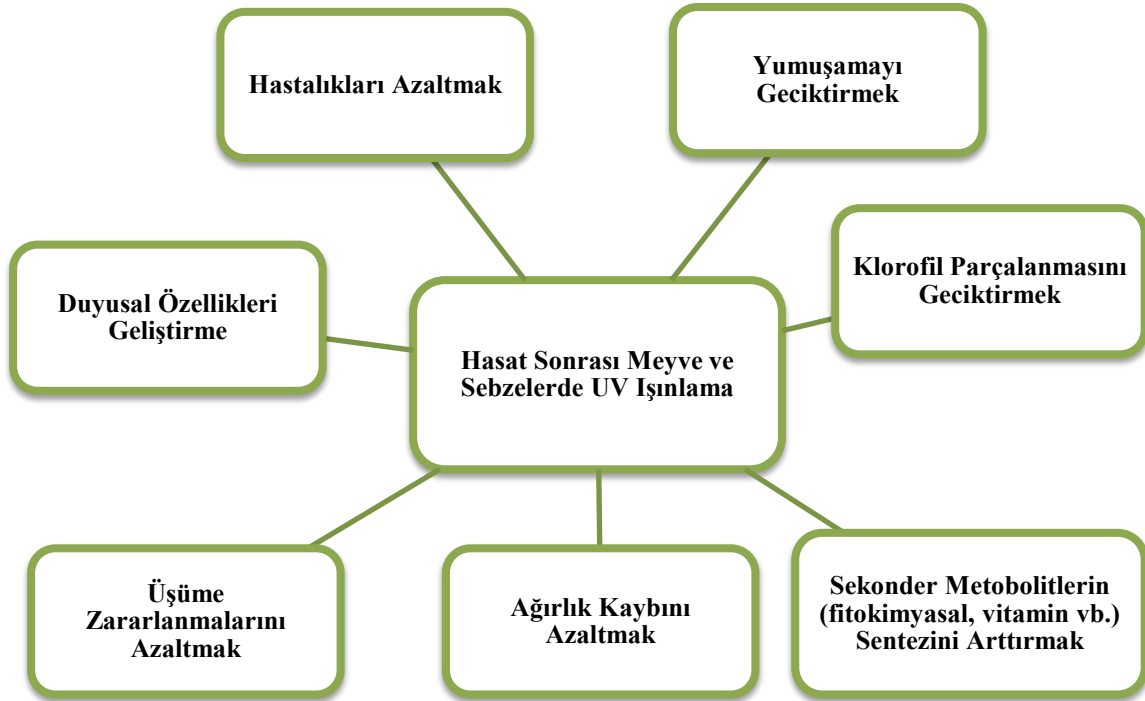
Literatürde UV-C uygulaması ve güvenli gıda üretimine yönelik çalışmalar daha yoğunlukta, özellikle UV-A ve UV-B ışık uygulamalarına yönelik çalışmalarının görece az olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmanın

amacı, meyve ve sebzelerin kalitelerini korumak için endüstriyel ölçekte UV teknolojisinin hangi parametrelerin, nasıl uygulanabileceğinin ortaya konulmasıdır. Uygulanabilirlik açısından değerlendirildiğinde, bilimsel yaklaşımların endüstriye uygulanması çok fazla araştırma ve geliştirme çalışmaları gerektirmektedir. Son yıllarda ise gıdalara yönelik çalışmaların bir bölümü UV uygulamaları doğrultusunda devam etmektedir. Bu makale kapsamında; hasat sonrası depolamada UV-A ve UV-B ışınlamayla meyve ve sebzelerde duyu ve besinsel kalite kriterlerinin nasıl etkilendiği yapılan araştırma temelli çalışmalar kapsamında tartışılmış ve UV ışınlamanın endüstride kullanımına yönelik bilgiler sunulmuştur.

## 1. UV-A ve UV-B Işığın Meyve ve Sebzelerde Etki Mekanizması

UV ışığına maruz kalan meyve ve sebzelerin dokusunda UV ışığına karşı koruyucu tepki olarak biyokimyasal değişiklikler olur ve bu değişiklikler doğal savunma mekanizmasının geliştirilmesi gibi meyve ve sebzelerde farklı yanıtlara neden olmaktadır. Bu noktada düşük doz abiyotik streslere verilen yanıtların olumlu etkileri “hormesis” ile açıklanmaktadır. Hormesis, yüksek dozlarda zararlı olduğu düşünülen herhangi bir ajanın düşük dozuna maruz kalması nedeniyle herhangi bir sistem üzerinde uyarlanabilir yararlı bir etki olarak tanımlanır (Duarte-Sierra ve ark., 2020). Meyve ve sebzelerde hormesis ile solunum hızının artması/azalması, çimlenme, büyüme, olgunlaşma, hastalıklara karşı artan direnç gibi olası tepkiler ortaya çıkmaktadır (Sethi ve ark., 2018). UV maruziyeti ise meyve ve sebzeler tarafından algılanan fiziksel bir abiyotik stres türüdür. Bunun sonucunda, meyve ve sebzelerde sağlığa yararlı fitokimyasalların sentezlenmesini teşvik etmekte, taze ürünlerin hasat sonrası kayıplarını azaltmakta, kalitesini korumakta ve raf ömrünü uzatmaktadır. Hasat sonrası abiyotik stres meyve ve sebzelerde sekonder (ikincil) metabolitler gibi özel aktif bileşiklerin sentezini tetikleyerek ve/veya istenmeyen bileşiklerin sentezini azaltarak ürünlerin kalitesini iyileştirmektedir. Örneğin abiyotik stres, ikincil metabolik yolların anahtar enzim aktivitelerinde bir artış veya azalmaya neden olarak fitokimyasal birikimini veya kaybını etkilemektedir (Cisneros-Zevallos, 2003).

Hormesis tedavileri için düşük UV dozları ( $0.125-9 \text{ kJ/m}^2$ ) gereklidir (Shama ve Alderson, 2005). Hormesis etkisi doz oranına, toplam maruz kalma süresine, meyve ve sebzelerin tür ve çeşidine, uygulama ve depolama sıcaklığına, kimyasal bileşimine, fiziksel yapısına ve maruz kalınan alana göre değişmektedir (Koutchma, 2014; Ribeiro ve ark., 2012; Sethi ve ark., 2018). Hasat sonrası meyve ve sebzelerde UV ışınlama kaynaklı hormesis için olası yanıtlar Şekil 1’de yer almaktadır. UV ışınlama ile bağlantılı tüm bu olumlu yanıtlara rağmen, bazı araştırmalarda UV uygulamaları ile herhangi bir etki tespit edilememiş veya olumsuz etkilerinin olduğu uygulama parametreleri bildirilmiştir (Aztekin ve ark., 2020; Cantos ve ark., 2000). Ayrıca bazı abiyotik stresler fitokimyasal bileşiklerin kaybına veya istenmeyen bileşiklerin üretimini tetiklemeye de neden olabilir. Dolayısıyla meyve ve sebze dokularının farklı abiyotik streslere nasıl tepki verdiğinin anlaşılması, genel olarak ve ürünler bazında abiyotik stres yanıtlarına etki eden parametrelerin ortaya koyulabilmesi önem arz etmektedir (Cisneros-Zevallos, 2003).



Şekil 1. UV ışık uygulamalarının meyveler ve sebzelere etkileri (Cisneros-Zevallos, 2003; Zhang ve Jiang, 2019).

## 2. Hasat Sonrası UV Uygulamalarının Meyve ve Sebze Kalitesi Üzerine Etkileri

Taze meyve ve sebzelerin kalitesi; doku, görünüm, renk, lezzet ve besin içeriği olmak üzere birçok parametreyi barındırır ve bu kalite kriterleri ürünlerin duyuşal olarak kabul edilebilirliklerini ve tüketici tercihlerini etkilemektedir. Son dönemde konuyla ilgili çalışan araştırmacılar hasat sonrası meyve ve sebzelerin kalitesini korumak ve iyileştirmek için UV teknolojisinin uygulanabilirliği üzerine çalışmaları yoğunlaştırmışlar ve bu doğrultuda UV uygulamalarının meyve sebzelerin kalite kriterleri üzerine etkilerini çalışmışlardır.

### 2.1. UV-A ve UV-B'nin Duyusal Özelliklere Etkileri

#### 2.1.1. UV-A ve UV-B'nin Renk ve Görünüm Üzerine Etkileri

Meyve ve sebzeler, içerdikleri renk bileşenlerinin zenginliği nedeniyle çekici olmakta ve çeşitlilik göstermektedir. Taze depolanmış ürünlerin kalitesini değerlendirirken, tüketiciler ürün görünümünü ve rengini birincil kriter olarak dikkate alır. Meyve ve sebzelerde klorofil, antosiyanin ve karotenoid gibi renk bileşenleri bu noktada dikkat çekmekte ve ürünlerin renk kalitesi için bu bileşenlerin korunması önem taşımaktadır (Garcia ve Barrett, 2002). Depolama sırasında ürünlerdeki renk değişikliklerinin sebebi farklı kökenlere sahip olabilirken, çeşitli işlemler ile olası olumsuz değişiklikler kontrol altına alınabilir. Ultraviyole ışınlar da bu aşamada

ürünlerdeki klorofil, karotenoid ve antosiyanin gibi başlıca renk bileşiklerinde değişikliklere neden olmakta ve görsel kalitesini etkilemektedir. Örneğin; UV-B uygulamalarının taze kesilmiş ıspanak yapraklarının görsel kalitesi ve renk değişimleri üzerindeki etkilerinin değerlendirildiği çalışmada 0.9 kJ/m<sup>2</sup> dozda ışınlama ile ıspanak yapraklarının sararması yavaşlatılmış ve örneklerin görsel kalite puanları kontrole göre yüksek bulunmuştur (Kasım ve Kasım, 2017b). UV-A (4.5 ve 9.0 kJ/m<sup>2</sup>) ve UV-B (4.4 ve 26.3 kJ/m<sup>2</sup>) ışınlamasının brokolinin sararması üzerindeki etkisinin araştırıldığı çalışmada ise UV-B uygulamasının brokolide sararmayı geciktirdiği, ancak UV-A uygulamasının sararmayı engellemede önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. En az 8.8 kJ/m<sup>2</sup> olan UV-B dozları uygulanan ve 15°C'de saklanan brokolide hue açısı değerlerinin azalması önemli ölçüde gecikirken, klorofil bozunması da gecikmiştir. İlgili çalışmada rengin korunmasının, ışınlama türünün yanında ışınlama dozuna da bağlı olduğu gösterilmiştir (Aiamla-or ve ark., 2009). Optimum dozlarda UV-B ışınlamasına maruz kalan brokoli taçlarında reaktif oksijen türü seviyelerindeki artışların savunma mekanizmalarını tetiklediğinden brokoli yaşlanmasını geciktirilebileceği de işaret edilmiştir (Aiamla-or ve ark., 2009).

Yeşil rengin korunması ile ilgili çalışmaların bir bölümü de klorofil parçalanması ve klorofil parçalanmasında etkili olan enzim aktiviteleri üzerinde yoğunlaşmıştır. Aiamla-or ve ark. (2010) tarafından yapılan bir çalışmada 4.4, 8.8 ve 13.1 kJ/m<sup>2</sup> UV-B dozlarında ışık uygulamalarının depolama sırasında brokolilerde klorofil parçalanmasını etkili bir şekilde bastırdığı sonucu elde edilmiştir. Bu etki klorofilaz, klorofil azaltıcı peroksidaz, Mg-deşelataz gibi klorofil parçalayıcı enzimlerin aktivitelerinin bastırılması ile ilişkilendirilmiştir. En az 8.8 kJ/m<sup>2</sup>'lik bir UV-B dozunun hasat sonrası brokoli taçlarının sararmasını, hem klorofil-a hem de klorofil-b'nin bozulmasını geciktirebildiği bildirilmiştir (Aiamla-or ve ark., 2010). Benzer şekilde UV-B uygulamasının yeşil limonlarda da klorofil parçalanmasını geciktirdiği (Kaewsuksaeng ve ark., 2011; Srilaong ve ark., 2011) ve limonlarda klorofil yıkımının klorofil parçalayıcı enzimlerin, klorofilazın, klorofil parçalayıcı peroksidazın, feofitinazın ve Mg-deşelataz aktivitelerinin kontrolü yoluyla yapıldığı sonucuna ulaşılmıştır (Kaewsuksaeng ve ark., 2011). UV-B muamelesinin özel olarak klorofil bozunmasında peroksidaz enziminin aktivitesi üzerindeki etkisinin belirlenmeye çalışıldığı başka bir araştırmada ise yaşlanan brokoli sebzesinde peroksidazın üç izozimi tespit edilmiştir. Bu izozimlerden bir tanesinin UV-B tarafından baskılandığı ve böylece klorofilin bozunmasının önüne geçildiği gösterilmiştir (Aiamla-or ve ark., 2014). Bu aşamada UV ışınlama, klorofil parçalayıcı enzimlerinin aktivitesinde azalmaya yol açmakta ve böylece kontrol örneklerine göre yeşil renk daha iyi korunmaktadır. Darré ve ark. (2017) farklı doz (2, 4, 8, 12 kJ/m<sup>2</sup>) ve şiddetteki (3.2, 4, 5 W/m<sup>2</sup>) UV-B'nin taze brokoli taçlarına etkisini değerlendirmiş ve UV-B uygulamasının yoğunluğa büyük ölçüde bağlı olduğunu göstermiştir. Orta ve yüksek şiddetteki UV-B'nin, renk koruma üzerindeki etkisi, uygulanan dozdan bağımsız olarak ihmal edilebilir düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Düşük yoğunluklu UV-B uygulamalarında ise Aiamla-or ve ark. (2009) tarafından yapılan çalışmadan farklı olarak düşük dozlarda (2 ve 4 kJ/m<sup>2</sup>) yeşil rengin korunması açısından daha iyi sonuçlar elde edilmiştir (Darré ve ark., 2017). Genel olarak yapılan çalışmalarda meyve ve sebzelerde bir abiyotik stres olarak UV uygulaması ile klorofil bozunmasının geciktirilebileceği gösterilmiş ve dolayısıyla sadece ürünün rengini etkilemediği aynı zamanda yaşlanmanın da geciktirilebileceği tespit edilmiştir.

Hasat sonrası UV-A ve UV-B uygulaması antosiyanin birikimi ve dolayısıyla çeşitli kırmızı meyve ve sebzelerin renklerinin iyileştirilmesi için kullanılmış ve bu bağlamda ultraviyole ışınların farklı sonuçları bildirilmiştir. Farklı UV-B ışık dozlarının (4.46 ve 8.93 kJ/m<sup>2</sup>) kapa biberlerin renk ve çürümesi üzerine etkisinin değerlendirildiği araştırmada, biberlerin kırmızı renk kalitesinin kontrol örneklerine kıyasla UV-B işleminin her iki dozu ile de arttırılabileceği, ancak düşük dozun (4.46 kJ/m<sup>2</sup>) biberlerin çürüme oranını düşürmek için optimal düzeyde olduğu tespit edilmiştir (Kasım ve Kasım, 2017a). UV-B uygulamasıyla kirazlarda 5 °C'de 28 günlük depolama sonrasında kırmızı renkten sorumlu olan antosiyanin içeriğinin kontrol örneklerine göre yüksek olduğu tespit edilmiş ve bu durum duysal değerlendirme de renk puanlarına yansımıştır (Abdipour ve ark., 2020). UV-A ve UV-B (6 kJ/m<sup>2</sup>) uygulanan tam olgun yaban mersini örneklerinde 0°C'de 28 gün depolama süresi boyunca meyve çürümesinde önemli bir azalma tespit edilirken; UV-B uygulanan meyvelerde kontrol ve UV-A uygulanan meyvelere göre antosiyanin miktarında daha az azalmanın olduğu tespit edilmiştir (Nguyen ve ark., 2014). Benzer şekilde hasat sonrası depolamada UV-B radyasyonu siyah havuç (Aztekin ve ark., 2020), kırmızı armut (Zhang ve ark., 2013), kırmızı üzüm (Csepregi ve ark., 2019; Sheng ve ark., 2018) ve elma (Hagen ve ark., 2007; Hu ve ark., 2020) gibi meyvelerde antosiyanin sentezini desteklemiş ve ürünlerde kırmızı renk gelişimine neden olmuştur. Meyve ve sebzelerde farklı reaksiyonlar ortaya çıkarabilen UV-A ve UV-B, antosiyanin biyosentez genlerini uyararak antosiyanin birikimini arttırabilmektedir (Guo ve ark., 2008). Ancak Cantos ve ark. (2000), üzümlerde UV-B uygulamasının üzümlerin rengi üzerinde veya üzüm rengi ile ilişkili olan antosiyaninler üzerinde etkili olmadığını bildirmişlerdir.

Domateslerde bulunan ve karakteristik pigmentasyonu sağlayan sarıdan kırmızıya kadar renk veren karotenoidler olup, domates başta likopen olmak üzere lutein, β-karoten gibi çeşitli karotenoidlerin kaynağıdır. Farklı dalga boylarında (353 nm, 365 nm, 400 nm) ve dozlarda UV-A ışık uygulamasının olgun domateslerin renk ve dokusunda herhangi bir değişim göstermeden karotenoid içeriğini arttırdığı tespit edilmiştir. 365 nm dalga boyundaki dozlarda ise karotenoidler maksimum seviyede olduğu belirlenmiştir (Dyshlyuk ve ark., 2020). Farklı dozlarda UV-B (10, 20, 40 ve 80 kJ/m<sup>2</sup>) ışınlamasının yeşil olgun domateslere uygulandığı başka bir çalışmada ise, 20 veya 40 kJ/m<sup>2</sup> UV-B ışınlamasının yüksek seviyede sertliği muhafaza ettiği, renk gelişimini geciktirmede etkili olduğu ve parlaklığını arttırdığı tespit edilmiş ve bu durum yaşlanmanın geciktirilmesi olarak bildirilmiştir. En yüksek doz olan 80 kJ/m<sup>2</sup> UV-B uygulamasında ise yüksek likopen içeriği elde edilmiş, ancak doku ve renk üzerinde olumsuz etkiler de tespit edilmiştir (Liu ve ark., 2011). Farklı olgunlaşma aşamalarında hasat edilen domateslere uygulanan çok düşük dozlarda UV-B ışınlama uygulamaları (0.564 ve 1.128 kJ/m<sup>2</sup>), hasat aşamalarının hiçbirinde domateslerin rengi üzerinde herhangi bir olumsuz etki göstermemiş ve renk özelliklerine etkisi farklı sonuçlar vermiştir. Kırılma dönemi ve pembe olum aşamasında hasat edilen domateslerde renk gelişimi UV-B uygulamaları ve 9 °C'de 14 günlük depolama neticesinde gecikmiş, ancak kırmızı olum aşamasında hasat edilen domateslerde renk gelişimi UV-B uygulamaları ile hızlanmıştır. Ancak UV-B ışınlaması ile 9 °C'de 21 günlük depolamada pembe ve kırmızı olum aşamalarındaki domateslerde renk oluşumunun geciktiği, kırılma dönemi hasat edilen domateslerde ise renk oluşumunun hızlandığı bildirilmiştir (Kasım ve Kasım, 2015). Karotenoidler açısından değerlendirilen başka bir çalışmada ise dolmalık biberlere (*Capsicum annuum* L.) 6 kJ/m<sup>2</sup> dozunda UV-B ve UV-C ışınlama ayrı ve beraber olarak uygulanmış. UV



uygulamalarından sonra başlangıçta biberlerin toplam karotenoid miktarı %21 artarken genel olarak tüm dolmalık biberlerde raf ömrü boyunca farklı düzeylerde karotenoid miktarlarında artışlar tespit edilmiştir. 7°C'de 14 günden sonra UV-B veya UV-C uygulan örneklerde toplam karotenoid miktarı kontrol örneklerine göre %59 oranında artarken, UV-B ve UV-C'nin beraber uygulandığı biber örneklerinde bu artış %94 düzeyinde tespit edilmiştir (Castillejo ve ark., 2022).

UV teknolojisi renk kalitesi açısından değerlendirildiğinde bir alternatif sunmaktadır. Ancak ışınlama sadece depolamada değil, taze kesilmiş meyve ve sebzelerde sorun oluşturan esmerleşmeyi azaltmak için de kullanılabilir. Bu doğrultuda UV uygulamaları ile taze kesilmiş meyve ve sebzelerde polifenol oksidaz aktivitesi kontrol edilerek kahverengileşmenin engellendiği tespit edilmiş (Lante ve ark., 2016) ve atıştırmalıklara yönelik bir ön işlem olarak gıda endüstrisi tarafından kullanımı önerilmektedir.

### 2.1.2. UV-A ve UV-B'nin Doku ve Lezzet Üzerine Etkileri

Renk ve görünümün yanında lezzet, aroma ve doku gibi duyuşal özellikler meyve ve sebzelerin hasat sonrası raf ömrünü ve tüketici tarafından kabul edilebilirliğini belirleyen diğer önemli faktörlerdir. Özellikle çilek, ahududu, şeftali, nektarin, kiraz, üzüm gibi meyveler dokusal olarak çok narın ve hassas oldukları için kısa süre saklanabilir ve bu tür meyvelerin hasat sonrası yönetimi önemli bir sorundur. UV-B ışınlamanın soğukta depolanan meyve ve sebzelerde olgunlaşma ve yumuşamayı geciktirmek, üşüme zararını azaltmak, görsel kaliteyi korumak ve dolayısıyla raf ömrünü uzatmak üzere etkili olduğu çeşitli çalışmalarda gösterilmiştir (Abdipour ve ark., 2019; Kasım ve Kasım, 2017a; Liu ve ark., 2012; Ruan ve ark., 2015). Örneğin orta dozda UV-B uygulanan (5 kJ/m<sup>2</sup>) ve 10 gün boyunca 6°C'de depolanmış mangoların olgunlaşması sırasında kontrol örneklerine kıyasla soğğun neden olduğu oksidatif hasarın bastırıldığı, soğuk toleransının ve meyve sertliğinin arttığı bildirilmiştir (Ruan ve ark., 2015). Benzer şekilde UV-B ışınlama şeftalilerde depolama ömrünü etkili bir şekilde uzatırken, ürünlerin yumuşamasını geciktirmiş, çürüme oranını ve kilo kaybını azaltmıştır. UV ışınlarının şeftalilerdeki kilo kaybını önlemedeki rolü, solunum hızı ve terlemeyi sınırlandırmak ve su kaybını azaltmayla ilişkilendirilmiştir. Ayrıca 4°C'de 25 günlük depolamadan sonra, UV ile işlenmiş şeftaliler görünüm, renk, lezzet ve genel kabul olmak üzere duyuşal özellikler ve fizikokimyasal özellikler bakımından işlenmemiş şeftalilere göre iyileşme göstererek daha çok tercih edilen bir kaliteye ulaşmıştır (Abdipour ve ark., 2019). UV-B uygulaması ile kirazlarda depolama sonrasında istenmeyen tat, koku ve renk gibi duyuşal değişikliklerin önlenildiği, olgunlaşma sürecinin baskılanabildiği de başka bir çalışmayla bildirilmiştir (Abdipour ve ark., 2020).

Hasat sonrası UV-B uygulamasının farklı türdeki şeftali ve nektarin meyvelerinde yumuşama sürecini yavaşlatmada etkili olup olmadığının değerlendirildiği çalışmada, çabuk yumuşayan şeftalilerde yumuşama önemli ölçüde engellenirken, yumuşamayan ve yavaş yumuşayan et meyvesine sahip şeftali ve nektarin örneklerinde bir farklılık tespit edilmemiştir. Bu durum UV-B etkilerinin genotipe bağlı farklı anatomik özelliklerden kaynaklanabileceğini düşündürmüştür (Scattino ve ark., 2016). UV ışınlaması ile meyvelerde hücre duvarı yapısının ve bileşenlerinin bozulmasından kaynaklanan yumuşama, hücre duvarındaki polimerler

arasındaki bağları kıran bazı enzimlerin (pektin metil esteraz, poligalakturonaz, galaktosidaz, proteaz, selüloz ve ksilanaz gibi) aktivitelerinin azaltılmasıyla ilişkili olduğu şeftali (Santin ve ark., 2019) ve domates (Barka ve ark., 2000) örneklerinde gösterilmiştir.

## 2.2. UV-A ve UV-B'nin Fitokimyasal Bileşenler ve Antioksidan Kapasite Üzerine Etkileri

Bitkisel gıdalarda bulunan ve beslenmenin ötesinde biyoaktif bileşikler olarak tanımlanan fitokimyasal içerik ile antioksidan kapasite meyve ve sebzeler için ana kalite kriterlerinden biri olarak düşünülmektedir (De Ancos ve ark., 2010). Meyve ve sebzelerde ikincil metabolit olarak ortaya çıkan, gıdaların rengini ve lezzetini etkileyen fitokimyasal bileşenler sağlık açısından da yararlı etkileri olmasıyla dikkat çekmektedir. Gelişmekte olan teknolojiler bu bileşikleri korumaya çalışmak için kullanılmakta ve bu doğrultuda UV ışınlama bu teknolojilerden biri olarak dikkat çekmektedir. Tüketicilerin sağlıklı gıdalar için artan talepleri ve üreticilerin bu talepleri yerine getirme çabasıyla beraber UV teknolojisinin meyve ve sebzeler üzerindeki etkisini değerlendiren birçok araştırma ve geliştirme çalışmaları yapılmakta ve bunlar aynı zamanda fonksiyonel gıdalara yönelik yapılan çalışmalara da katkıda bulunmaktadır. Farklı koşullarda uygulanan UV-A ve UV-B ışınlamalarının hasat sonrası çeşitli meyve ve sebzelerdeki fitokimyasal bileşenler ve antioksidanlar üzerine etkileri Çizelge 1'de özetlenmiştir.

**Çizelge 1.** Hasat sonrası meyve ve sebzelerde UV-A ve UV-B uygulamalarının fitokimyasal bileşikler ve antioksidanlar üzerine etkileri

Meyve ve Sebze (Bitki çeşidi)	UV Işık Uygulama Koşulları	Sonuçlar	Kaynakça
<b>Elma</b> ( <i>Red delicious</i> )	- UV-B (219 kJ/m <sup>2</sup> ) - 20°C'de 7, 14 ve 21 gün depolama	- UV-B uygulaması ve 21 günlük depolama sonunda toplam fenolik birleşiklerle birlikte hidroksisünamik asitler, flavanoller ve antosiyaninler artmış ve tüm numunelerde daha yüksek antioksidan aktivite elde edilmiştir.	(Assumpção ve ark., 2018)
<b>Elma</b> ( <i>Malus domestica</i> Borkh., cv. Aroma)	- UV-B (10 gün boyunca günde 12 saat 0.17 W/m <sup>2</sup> )	- UV-B uygulamasıyla toplam fenol miktarı, antosiyanin, kuersetin glikozid, klorojenik asit ve askorbik asit içeriği ile antioksidan kapasitesi artmıştır.	(Hagen ve ark., 2007)
<b>Kiraz</b> ( <i>Prunus avium</i> )	- UV-B (21.6 kJ/m <sup>2</sup> ) veya - UV-C (21.6 kJ/m <sup>2</sup> ) - 5°C'de 7, 14, 21, 28 gün depolama	- Her iki UV ışık uygulamasıyla toplam fenol miktarı kontrol örneklerine göre artmış olup, UV-C ışınlaması yapılan kirazlarda toplam fenol miktarı UV-B ışınlaması yapılanlara göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. - Kiraz meyvelerindeki depolama sırasında kademeli olarak azalan antioksidan kapasitesi UV-B ve UV-C uygulamalarıyla etkili bir şekilde inhibe edilmiştir.	(Abdipour ve ark., 2020)
<b>Şeftali</b> ( <i>Prunus persica</i> L.)	- UV-B (2.3134 W/m <sup>2</sup> , 10 ve 60 dak.) - 24°C'de 24 ve 36 saat depolama	- UV-B ile muamele edilmiş şeftalilerde 24 saat sonra fenoliklerin çoğunda azalma tespit edilmiştir. - Her iki UV-B uygulamasında 36 saat sonra özellikle antosiyaninler, flavonlar ve dihidroflavonoller başta olmak üzere fenolik birikimi olduğu gösterilmiştir.	(Santin ve ark., 2018)
<b>Şeftali</b> (Babygold 7, Suncrest) ve <b>Nektarin</b> (Big Top)	- UV-B (73 kJ/m <sup>2</sup> , 12 saat; 146 kJ/m <sup>2</sup> , 24 saat; 219 kJ/m <sup>2</sup> , 36 saat)	- UV-B ışınlama, fenolik bileşikler genotipe bağlı bir şekilde etkilemiştir. "Big Top" nektarin ile "Suncrest" şeftalilerinde 24 ve 36 saat sonra toplam fenolik içerik, flavanol-3-ol, flavonoller artış göstermiştir. "Babygold 7" şeftalilerinde fenolikler UV-B ışınlamasından sonra azalmıştır. - UV-B ışınlaması yapılan "Big Top" nektarin ile "Suncrest" şeftalilerinde hidroksisünamatların konsantrasyonu 36 saat sonrasında da belirgin bir düzeyde olduğu gösterilmiştir.	(Scattino ve ark., 2014)

Çizelge 1. (Devamı)

<b>Üzüm</b> ( <i>Vitis vinifera</i> L.)	<ul style="list-style-type: none"><li>- UV-B (3.6 kJ/m<sup>2</sup>)</li><li>- UV-C (3.6 kJ/m<sup>2</sup>)</li><li>- 4°C'de 7, 14, 21 ve 28 gün depolama</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- UV-C uygulamalarının fenolik bileşiklerin ve antioksidan aktivitelerin artmasında UV-B'den daha etkili olduğu gösterilmiştir.</li><li>- UV uygulamalarıyla üzümlerin fenolik içeriği ve antioksidan aktiviteleri uyarılmış ve kontrol meyvelerinden daha yüksek değerler olduğu tespit edilmiştir.</li></ul>	(Sheng ve ark., 2018)
<b>Yaban mersini</b> ( <i>Vaccinium corymbosum</i> L.)	<ul style="list-style-type: none"><li>- UV-B (0.075-0.15 Wh/m<sup>2</sup>, 2 ve 24 saat)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- 0.15 W/m<sup>2</sup> doz ve 2 saatlik sürede UV-B uygulaması fenolik birleşiklerde maksimum artışa neden olmuştur.</li><li>- Her iki dozun 24 saatlik uygulamasında fenolik miktarı kontrol örneklerine göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir.</li></ul>	(Eichholz ve ark., 2011)
	<ul style="list-style-type: none"><li>- UV-A (6 kJ/m<sup>2</sup>, 10 dak)</li><li>- UV-B (6 kJ/m<sup>2</sup>, 10 dak)</li><li>- UV-C (6 kJ/m<sup>2</sup>, 10 dak)</li><li>- 0°C'de 7, 14, 21 ve 28 gün depolama</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- UV-B ve UV-C ışık uygulamalarında toplam fenolik miktarı ve antioksidan aktivite kontrol ve UV-A uygulanmış örneklerden daha yüksek olduğu gösterilmiştir.</li></ul>	(Nguyen ve ark., 2014)
<b>Brokoli</b> ( <i>Brassica oleracea</i> var. <i>Italica</i> )	<ul style="list-style-type: none"><li>- UV-B (2, 4, 8, 12 kJ/m<sup>2</sup> doz ve 3.2, 4, 5 W/m<sup>2</sup> şiddet)</li><li>- 4°C'de 17 gün depolama</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- UV-B'ye maruz kaldıktan kısa süre sonra (0, 2, 6 ve 18 saat) fenolik madde miktarını geliştirdiği ve antioksidan birikimi sağladığı gösterilmiştir.</li><li>- 17 günlük uzun süreli depolamada antioksidan kapasitesi ve toplam fenolik madde miktarının korunmadığı tespit edilmiştir.</li></ul>	(Darré ve ark., 2017)
	<ul style="list-style-type: none"><li>- UV-B (5, 10, 15 kJ/m<sup>2</sup>)</li><li>- UV-B (5, 10, 15 kJ/m<sup>2</sup>) + UV-C (9 kJ/m<sup>2</sup>)</li><li>- 15°C'de 24, 48 ve 72 saat depolama</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Brokoli yaprak, sap ve taçlarına uygulanan UV ışınlama neticesinde farklı düzeylerde antioksidan kapasitesinde artışlar görünürken, tüm üründe yapılan uygulamalar arasında önemli farklılıklar olmaksızın 15°C'de 72 saat sonra kontrol örneklerinden 1-1.2 kat daha yüksek antioksidan kapasitesi tespit edilmiştir.</li><li>- Taç, yaprak ve saplarda UV-B ve UV-C kombinasyon uygulamalarıyla toplam fenol miktarı 72 saatlik depolama neticesinde maksimum seviyelerde bir artış göstermiştir.</li></ul>	(Formica-Oliveira ve ark., 2017)
<b>Havuç</b> ( <i>Daucus carota</i> L. spp. <i>sativus</i> var. <i>atrorubens</i> Alef.)	<ul style="list-style-type: none"><li>- UV-B (1.575, 3.15 ve 6.30 kJ/m<sup>2</sup>)</li><li>- 4°C'de 1, 2, 3, 4 ve 5 ay depolama</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Uygulanan dozlara bağlı olarak depolamanın ilk ayında toplam fenol içeriğinin arttığı, ancak sonraki aylarda fenol miktarının azaldığı tespit edilmiştir.</li><li>- Depolama sonunda UV-B uygulamalarının toplam fenol içeriğini etkilemediği tespit edilmiştir.</li></ul>	(Aztekin ve ark., 2020)
<b>Havuç</b> ( <i>Daucus carota</i> )	<ul style="list-style-type: none"><li>- UV-B (1.3, 3.1, 5.9 ve 12 kJ/m<sup>2</sup>)</li><li>- 15°C'de 72 saat depolama</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Havuçlarda antioksidan kapasite önemli ölçüde (1.4-6.6 kat) artarken, toplam fenolik miktarındaki artış doğrudan antioksidan kapasitesi ile ilişkilendirilmiştir.</li></ul>	(Avena-Bustillos ve ark., 2012)
<b>Domates</b> ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.) 'Budenovka', 'Bull Heart' ve 'Gina' çeşitleri	<ul style="list-style-type: none"><li>- UV-A (353 nm, 0.33 W/m<sup>2</sup>; 365 nm, 0.28 W/m<sup>2</sup>; 400 nm 0.28 W/m<sup>2</sup>) 10, 180 360 dak.</li><li>- 4°C'de 36 saat depolama</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Tüm dalga boylarında ve farklı domates türlerinde fenolik bileşiklerin (%42.9-55), karotenoidlerin (%24-56) ve flavonoidlerin (%28-33) toplam içeriğinin arttığı tespit edilmiştir.</li><li>- Domateslerde dalga boyundan bağımsız olarak antioksidan enzim aktivitesinde (katalaz, peroksidaz, polifenol oksidaz, süperoksit dismutaz, fenilalanin amonyak-liyaz) artış tespit edilmiştir.</li></ul>	(Dyshlyuk ve ark., 2020)
<b>Yeşil Olgun Domates</b> ( <i>Solanum Lycopersicon esculentum</i> cv. <i>Zhenfen 202</i> )	<ul style="list-style-type: none"><li>- UV-B (10, 20, 40 ve 80 kJ/m<sup>2</sup>)</li><li>- 14°C'de 7, 14, 21, 28 ve 37 gün depolama</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Orta dozlar (20, 40 kJ/m<sup>2</sup>) toplam fenoliklerin ve flavonoidlerin birikmesini teşvik etmiş ve antioksidan kapasitesini artırmıştır.</li></ul>	(Liu ve ark., 2011)
<b>Limon</b> ( <i>Citrus limon</i> , cv. <i>Limoneira 8A</i> )	<ul style="list-style-type: none"><li>- UV-B (0.43 W/m<sup>2</sup>; 0.5, 1, 2, 3, 4 ve 5 dak.)</li><li>- 25°C'de 24 saat depolama</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- 2 ve 3 dakikalık UV-B uygulaması kabuktaki flavedoda (turuncgillerde kabukta renkli olan dış tabaka) fenolik bileşiklerin sırasıyla %31.3 ve %19.3 oranında artışına neden olmuştur.</li><li>- Limon kabuğunda flavedonun alt kısmındaki krem-beyaz renkli tabaka olan albedoda ise UV uygulaması neticesinde toplam fenoliklerde önemli bir değişiklik olmamıştır.</li></ul>	(Interdonato ve ark., 2011)
<b>Beyaz Lahana</b> ( <i>Brassica oleracea</i> convar. <i>capitata</i> var. <i>alba</i> )	<ul style="list-style-type: none"><li>- UV-B (0.3 ve 0.4 W/m<sup>2</sup>, 12 saat)</li><li>- 4°C'de 2, 4 ve 7 gün depolama</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- UV-B uygulamalarıyla flavonoidlerin ve hidroksisinnamik asitlerin artışı ve yeni oluşumu tespit edilmiştir.</li></ul>	(Harbaum-Piayda ve ark., 2016)

UV ışınlanmanın meyve ve sebzelerde fitokimyasal bileşenlerin birikimini teşvik eden etkisi, sadece meyve ve sebzenin türüne değil, aynı zamanda UV dalga boyuna, ışınlama dozuna, uygulama süresine, bileşen türüne ve diğer çevresel parametrelere bağlı olduğu bilinmektedir. Jansen ve ark. (2008) tarafından UV-B ışınlamasında doza karşı tepki olarak elde edilen yanıtlar beş grup altında değerlendirilmiştir:

- i) UV-B dozu arttıkça seviyeleri yükselen bileşenler,
- ii) Şiddetli UV-B ile tetiklenen ve stres ile ilişkili olan bileşenler,
- iii) UV-B uygulaması sırasında geçici olarak biriken bileşenler,
- iv) Seviyeleri kısa süreli akut UV-B maruziyeti altında değişen oranlarda düşen, ancak ürünler uzun süreli UV-B'ye alıştıklarında seviyeleri yükselen bileşenler,
- v) Orta düzey UV-B dozlarında seviyeleri zirve yapan, düşük ve yüksek UV-B dozlarında ise çok daha düşük seviyede olan bileşenler.

Elde edilen yanıtlara ek olarak etkilerin kalıcılığının ve ürüne dair parametrelerin de değerlendirilmesi önem arz etmektedir.

Meyve ve sebzelerin düşük dozlarda UV ışınına maruz kalması; fenolikler, terpenler ve nitrojen içeren bileşikler gibi temel olarak ikincil metabolit gruplarının biyosentezinde yer alan yolları etkilemekte (Cisneros-Zevallos, 2003) ve bu bileşenler abiyotik strese tepki olarak sentezlenmektedir (Tring ve ark., 2021). UV ışınlamadan dolayı bu bileşenlerin konsantrasyon düzeylerindeki değişimler bileşenlerin biyosentetik yollarında yer alan genlerin ve enzimlerin etkisi altında tartışılmaktadır. UV ışınlanmanın moleküler düzeyde metabolizmayı nasıl etkilediği, bu bileşenlerin biyosentezinde yer alan genlerin incelenmesi ve biyosentez süreçlerinin bu bağlamda daha ayrıntılı ve hatta ürünler bazında değerlendirilmesi önemlidir. Örneğin UV ışınlarının meyve ve sebzelerin biyokimyasal süreçlerine etkisinin değerlendirildiği araştırmalarda, polifenollerin biyosentetik yolundaki çeşitli enzimlerin potansiyel aktivasyonu geçici olarak gösterilmektedir (Nguyen ve ark., 2014; Sheng ve ark., 2018). Avena-Bustillos ve ark. (2012) tarafından havuçlara yönelik yapılan bir çalışmada, hasat sonrası UV-B uygulaması fenolik madde sentezini arttırmıştır. Bu durum enzim aktivitelerindeki artışın biyolojik bir yanıt olarak açıklanmış ve özellikle fenil propanoid yolundaki anahtar enzim olan fenilalanin amonyak liyaz enziminin ortaya çıkmasıyla gösterilmiştir. Ancak genel olarak meyve ve sebzelerdeki farklı bileşenlerin UV uygulamalarına verdikleri yanıtları açıklayabilmek ve UV'nin etkisini yönetebilmek için çok daha fazla araştırma geliştirme çalışmalarına ihtiyaç vardır.

### 2.3. UV-A ve UV-B'nin Vitaminler Üzerine Etkileri

Meyve ve sebzelerde UV uygulaması tıpkı fitokimyasal bileşenlerde olduğu gibi insan sağlığı için faydalı olan vitaminler açısından da önemli olup bazı vitaminlerin sentezi ve birikmesini teşvik edebilmektedir. UV ışınlanmanın D ve C gibi vitaminler üzerindeki etkisi farklı meyve ve sebze tür ve çeşitlerinde çalışılmıştır.

Mantarlar özelinde değerlendirildiğinde ergosterolün bir dizi reaksiyon neticesinde D2 vitaminine dönüşümü güneş ışığı ile ilişkilendirilirken; D vitaminin miktarı büyük ölçüde çevresel koşullara bağlıdır (Morales ve ark., 2017). Hasat sonrası UV ışınlaması yapılan çeşitli mantarlarda ergosterolden önemli miktarlarda D2 vitaminin

üretildiği bildirilmiş (Gallotti ve Lavelli, 2020; Huang ve ark., 2015; Jasinghe ve Perera, 2005) ve mantar türlerinde D vitamini üretiminin etkisine ve optimizasyonuna yönelik çalışmalar yapılmıştır (Ko ve ark., 2008; Salemi ve ark., 2021; Wu ve Ahn, 2014). Bu amaç doğrultusunda mantarlarda UV ışınlama uygulamasında mantar türü, mantarların kabine yerleştirilirken yönelimi, ortam sıcaklığı, ortam nemi, dalga boyu, UV kaynağından uzaklık ve maruz kalma süresi gibi farklı parametreleri uygulayarak D vitamini üretiminin en verimli koşulları belirlenmeye çalışılmıştır (Jasinghe ve Perera, 2005; Salemi ve ark., 2021). Örneğin Salemi ve ark. (2021) beyaz şapkallı mantarlarda (*Agaricus bisporus*) UV-B ve UV-C ışınlama ile D vitamini üretiminin optimizasyonunu yaptıkları çalışmalarında, UV-B 'nin mantarlarda D2 vitamini üretiminde en etkili dalga boyu olduğunu tespit etmişlerdir. Bu çalışmada beyaz şapkallı mantarlar kabine yerleştirilirken UV lambasına göre yönelimi açısından da dört grupta değerlendirilmiştir. Yatay konumda sadece şapkaların yan tarafı UV'e dönük, lameller UV'e dönük, eğik olarak şapkanın çoğu ve gövdenin bir tarafı UV'e dönük ve 3-4 mm kalınlığında dilimleniş olarak kabine yerleştirilen mantarlarda eğik ve dilimlenmiş olarak yerleştirilen grupların hem UV-B hem de UV-C uygulamaları ile daha yüksek D vitamini ürettiği tespit edilmiştir. Bu durum mantarlarda UV'e maruz kalma alan genişliğinin etkisi ile ilişkilendirilmiştir. Mantarın UV ışığına maruz kalırken kabine yerleşim şekliyle ilgili yapılan başka bir çalışmada ise UV-A ışınlaması yapılan beş farklı mantar türlerinde (*Lentinula edodes*, *Pleurotus ostreatus*, *A. bisporus*, *Pleurotus cystidis*, *Flammulina velutipes*) lamellerin UV-A kaynağına bakacak şekilde ışığa maruz bırakılması dört kat daha fazla D2 vitamin seviyelerinin elde edilmesiyle sonuçlanmıştır (Jasinghe ve Perera, 2005). Sıcaklık açısından değerlendirildiğinde beyaz şapkallı mantarlarda D2 vitamini üretimi için iç sıcaklığın optimum 27°C olduğu tespit edilirken (Salemi ve ark., 2021), *Lentinula edodes* (Shiitake) mantarlarında optimum sıcaklık 35°C olarak tespit edilmiştir (Jasinghe ve Perera, 2005). D vitamini stabilitesi açısından bakıldığında ise, beyaz şapkallı mantarlarda D2 vitamini içeriğinin bir gün sonra 2°C'de ve pişirme sırasında neredeyse sabit kaldığı, ancak 7 günlük soğuk depolamadan sonra yaklaşık %50 azaldığı da bildirilmiştir (Salemi ve ark., 2021).

Genel olarak yenilebilir mantarlarda ışınlamanın etkilerini değerlendiren çalışmalar çoğunlukla yetiştirilen çeşitli mantarlar için yapılmış olup, ürünler sadece hayvan kaynaklı D vitaminine alternatif olarak sunulmaktadır. Ancak Gallotti ve Lavelli (2020) yaptığı çalışmada yüksek antioksidan ve antiglikasyon aktivitelerine sahip olan *A. bisporus* ve *P. ostreatus* mantar türlerini UV-B ile ışınlamış ve ürünlerde D2 vitamini içeriğinin yanında antioksidan ve antiglikasyon aktiviteleri üzerindeki etkisini de araştırmıştır. Işınlama her iki mantar türünde de D2 vitamini arttırmış, antiglikasyon aktivitesini etkilememiş, antioksidan aktivitede ise bir azalmaya neden olmuştur. D2 vitamini açısından mantarlarda UV uygulamasının önemi çok fazla araştırmacının ilgisini çekmiş olsa da ışınlamanın mantar matrisleri üzerindeki etkilerinin belirlenmesi hala eksiktir ve birçok biyoaktif bileşene sahip olan mantarlarda daha uygun ürünler geliştirmek için araştırma ve değerlendirme çalışmalarının yapılması gerekmektedir.

UV ışınlamanın bitkisel ürünlerde C vitaminine etkisi de nispeten çok çalışılan konulardan bir tanesidir. C vitamini 200-280 nm olan germisit dalga boyu aralığında yüksek UV emilimine sahipken, 300 nm'nin üzerindeki ışığı önemli ölçüde emmez. Dolayısıyla C vitamini emilimin gerçekleştiği dalga boylarında fotokimyasal reaksiyonların bir sonucu olarak foto bozunması mümkündür (Koutchma, 2009). UV-B uygulanan kiraz

(Abdipour ve ark., 2020), elma (Hagen ve ark., 2007) ve domates (Castagna ve ark., 2013) gibi ürünlerde depolama süresi boyunca askorbik asit içeriği korunmuştur. UV-B ışınlanmanın meyve ve sebzelerde askorbik asit birikimi üzerinde elde edilen olumlu sonuçlarının aksine, yeşil olgun domateslerin askorbik asit içeriğinde olumsuz etkisi tespit edilmiştir (Liu ve ark., 2011). Domates örneklerinde elde edilen farklı sonuçlar, ürünlerin genotipleri tarafından UV ışınlamaya karşı farklı bir hassasiyet göstermesi ve ayrıca UV ışınlama parametreleri ve koşullarıyla ilişkilendirilebilir.

## Sonuç

Mevcut çalışmalar neticesinde, meyve ve sebzelerin hasat sonrası kalitesini korumak için alternatif yaklaşımlar arasında UV teknolojisinin kullanılabilmesi düşünülmektedir. Bu aşamada kullanılan UV teknolojisinin soğukta muhafazayı destekleyerek faydalı olabileceği düşünülürken, ayrıca gıda endüstrisinde dondurma gibi bir muhafaza yöntemi öncesinde bir ön işlem olarak değerlendirilebileceği öngörülmektedir. Mevcut literatürde UV-B ışık uygulamalarının meyve ve sebzelerde duyu ve besinsel kaliteyi iyileştirme ve sürdürme yeteneği UV-A ışık uygulamalarına göre daha çok ön plana çıktığı ve bu anlamda daha fazla çalışma yapıldığı tespit edilmiştir.

Hasat sonrası meyve ve sebzelerde UV-A ve UV-B ışık uygulamalarının fitokimyasal bileşenler ve vitaminlerin sentezini ve birikmesini teşvik ettiği, antioksidan kapasiteyi arttırdığı, duyu özellikleri iyileştirdiği, ürün kayıplarını azalttığı ve raf ömrünü uzattığı tespit edilmiştir. Işık teknolojisiyle gerçekleştirilen değişimler ürünlerin besin değerini arttırırken, aynı zamanda fonksiyonel özellikleri yüksek ürünlerin üretimini de sağlamaktadır. Bu durum meyve ve sebzeleri farmakolojik açıdan daha elverişli hale getirmekte ve endüstride kullanımına yönelik faydalara işaret etmektedir. Ancak meyve ve sebzelerde elde edilen UV yanıtı meyve ve sebzelerin türü, UV ışınlamasına ait uygulama parametreleri ve çevresel koşullar gibi çeşitli hususlar arasındaki etkileşimle ilgilidir. Bunların yanı sıra UV ışık uygulamalarının meyve ve sebzeler üzerindeki spesifik etkilerinin tam olarak açıklanamadığı ve etki sürecinin netleştirilemediği durumlar söz konusudur. Bu noktada ayrıca meyve ve sebzelerle genel olarak bakıldığında biyokimyasal bileşimlerdeki farklılıklar nedeniyle birçok yapısal ve besinsel özelliklerinde karakteristik farklılıkları paylaştıkları görülmektedir. Tüm bu çeşitlilikler ve farklılıklardan dolayı hasat sonrası yönetmek ve UV teknolojisinin gıda endüstrisi içerisinde daha fazla yer alabilmesi için farklı ışınlama ve çevresel parametrelerle ilgili çalışmaların ürünler bazında yapılmasına ve UV uygulamalarının optimizasyonunun gerçekleştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Ancak bu araştırma ve geliştirme çalışmaları tamamlandıktan ve teknolojik altyapının hazırlanmasından sonra UV teknolojisinin meyve ve sebze endüstrisinde ticari olarak kullanımı söz konusu olabilecektir.

## Teşekkür Bilgi Notu

Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir. Makale araştırma ve yayım etiğine uygun olarak hazırlanmıştır.



## Kaynaklar

- Abdipour, M., Hosseinifarahi, M. and Naseri, N. 2019. Combination method of UV-B and UV-C prevents post-harvest decay and improves organoleptic quality of peach fruit. *Scientia Horticulturae*, 256, 108564.
- Abdipour, M., Sadat Malekhossini, P., Hosseinifarahi, M. and Radi, M. 2020. Integration of UV irradiation and chitosan coating: A powerful treatment for maintaining the postharvest quality of sweet cherry fruit. *Scientia Horticulturae*, 264, 109197.
- Aiamla-or, S., Kaewsuksaeng, S., Shigyo, M. and Yamauchi, N. 2010. Impact of UV-B irradiation on chlorophyll degradation and chlorophyll-degrading enzyme activities in stored broccoli (*Brassica oleracea* L. Italica group) florets. *Food Chemistry*, 120(3): 645–651.
- Aiamla-or, S., Shigyo, M., Ito, S. and Yamauchi, N. 2014. Involvement of chloroplast peroxidase on chlorophyll degradation in postharvest broccoli florets and its control by UV-B treatment. *Food Chemistry*, 165: 224–231.
- Aiamla-or, S., Yamauchi, N., Takino, S. and Shigyo, M. 2009. Effect of UV-A and UV-B irradiation on broccoli (*Brassica oleracea* L. Italica group) floret yellowing during storage. *Postharvest Biology and Technology*, 54(3): 177–179.
- Assumpção, C.F., Hermes, V.S., Pagno, C., Castagna, A., Mannucci, A., Sgherri, C., Pinzino, C., Ranieri, A., Flôres, S.H. and Rios, A.O. 2018. Phenolic enrichment in apple skin following post-harvest fruit UV-B treatment. *Postharvest Biology and Technology*, 138: 37–45.
- Avena-Bustillos, R.J., Du, W.X., Woods, R., Olson, D., Breksa, A.P. and McHugh, T.H. 2012. Ultraviolet-B light treatment increases antioxidant capacity of carrot products. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92(11): 2341–2348.
- Aztekin, M.F., Kasım, R. and Kasım, M.U. 2020. Different doses of UV-B treatments increase total soluble phenols and anthocyanin content of Eregli black carrot (*Daucus carota* L. spp. *sativus* var. *atrorubens* Alef.) during storage. *Alinteri Journal of Agriculture Sciences*, 35(2): 14-23.
- Barka, E.A., Kalantari, S., Makhlof, J. and Arul, J. 2000. Impact of UV-C irradiation on the cell wall-degrading enzymes during ripening of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) fruit. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(3): 667–671.
- Cantos, E., García-Viguera, C., de Pascual-Teresa, S. and Tomás-Barberán, F.A. 2000. Effect of postharvest ultraviolet irradiation on resveratrol and other phenolics of Cv. Napoleon table grapes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(10): 4606–4612.
- Castagna, A., Chiavaro, E., Dall'asta, C., Rinaldi, M., Galaverna, G. and Ranieri, A. 2013. Effect of postharvest UV-B irradiation on nutraceutical quality and physical properties of tomato fruits. *Food Chemistry*, 137(1-4): 151-158.

- Castillejo, N., Martínez-Zamora, L. and Artés-Hernández, F. 2022. Postharvest UV radiation enhanced biosynthesis of flavonoids and carotenes in bell peppers. *Postharvest Biology and Technology*, 184, 111774.
- Cisneros-Zevallos, L. 2003. The use of controlled postharvest abiotic stresses as a tool for enhancing the nutraceutical content and adding-value of fresh fruits and vegetables. *Journal of Food Science*, 68(5): 1560–1565.
- Csepregi, K., Körösi, L., Teszlák, P. and Hideg, É. 2019. Postharvest UV-A and UV-B treatments may cause a transient decrease in grape berry skin flavonol-glycoside contents and total antioxidant capacities. *Phytochemistry Letters*, 31: 63–68.
- Darré, M., Valerga, L., Ortiz Araque, L.C., Lemoine, M.L., Demkura, P.V., Vicente, A.R. and Concellón, A. 2017. Role of UV-B irradiation dose and intensity on color retention and antioxidant elicitation in broccoli florets (*Brassica oleracea* var. *Italica*). *Postharvest Biology and Technology*, 128: 76–82.
- De Ancos, B., Sánchez-Moreno, C. Plaza, L. and Cano M.P. 2010. Nutritional and Health Aspects of Fresh-Cut Vegetables: Advances in Fresh-Cut Fruits and Vegetables Processing. Ed.: Martin-Belloso, O., Soliva-Fortuny, R. CRC Press, Boca Raton FL, pp: 145-184.
- Duarte-Sierra, A., Tiznado-Hernández, M.E., Jha, D.K., Janmeja, N. and Arul, J. 2020. Abiotic stress hormesis: An approach to maintain quality, extend storability, and enhance phytochemicals on fresh produce during postharvest. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 19: 3659–3682.
- Dyshlyuk, L., Babich, O., Prosekov, A., Ivanova, S., Pavsky, V. and Chaplygina, T. 2020. The effect of postharvest ultraviolet irradiation on the content of antioxidant compounds and the activity of antioxidant enzymes in tomato. *Heliyon*, 6(1): e03288.
- Eichholz, I., Huyskens-Keil, S., Keller, A., Ulrich, D., Kroh L.W. and Rohn, S. 2011. UV-B induced changes of volatile metabolites and phenolic compounds in blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.). *Food Chemistry*, 126: 60–64.
- Formica-Oliveira, A.C., Martínez-Hernández, G.B., Díaz-López, V., Artés, F. and Artés-Hernández, F. 2017. Use of postharvest UV-B and UV-C radiation treatments to revalorize broccoli by products and edible florets. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 43: 77–83.
- Gallotti, F. and Lavelli V. 2020. The effect of UV irradiation on vitamin D<sub>2</sub> content and antioxidant and antiglycation activities of mushrooms. *Foods*, 9(8): 1087.
- Garcia, E. and Barrett D.M. 2002. Preservative Treatments for Fresh-Cut Fruits and Vegetables: Fresh Cut Fruits and Vegetables: Science Technology and Market, Ed.: Lamikanra, O., CRC Press, Boca Raton FL, pp: 276–303.
- Guo, J., Han, W. and Wang, M. 2008. Ultraviolet and environmental stresses involved in the induction and regulation of anthocyanin biosynthesis: A review. *African Journal of Biotechnology*, 7(25): 4966-4972.



- Hagen, S.F., Borge, G.I.A., Bengtsson, G.B., Bilger, W., Berge, A., Haffner, K. and Solhaug, K.A. 2007. Phenolic contents and other health and sensory related properties of apple fruit (*Malus domestica* Borkh., cv. Aroma): Effect of postharvest UV-B irradiation. *Postharvest Biology and Technology*, 45(1): 1–10.
- Harbaum-Piayda, B., Palani, K. and Schwarz, K. 2016. Influence of postharvest UV-B treatment and fermentation on secondary plant compounds in white cabbage leaves. *Food Chemistry*, 197: 47–56.
- Hu, J., Fang, H., Wang, J., Yue, X., Su, M., Mao, Z., Zou, Q., Jiang, H., Guo, Z., Yu, L., Feng, T., Lu, L., Peng, Z., Zhang, Z., Wang, N. and Chen, X. 2020. Ultraviolet B-induced MdWRKY72 expression promotes anthocyanin synthesis in apple. *Plant Science*, 292: 110377.
- Huang, S.J., Lin, C.P. and Tsai, S.Y. 2015. Vitamin D<sub>2</sub> content and antioxidant properties of fruit body and mycelia of edible mushrooms by UV-B irradiation. *Journal of Food Composition and Analysis*, 42: 38–45.
- Interdonato, R., Rosa, M., Nieva, C.B., González, J.A., Hilal, M. and Prado, F.E. 2011. Effects of low UV-B doses on the accumulation of UV-B absorbing compounds and total phenolics and carbohydrate metabolism in the peel of harvested lemons. *Environmental and Experimental Botany*, 70(2-3): 204–211.
- Jansen, M.A.K., Hectors, K., O'Brien, N.M., Guisez, Y. and Potters, G. 2008. Plant stress and human health: Do human consumers benefit from UV-B acclimated crops? *Plant Science*, 175(4): 449–458.
- Jasinghe, V.J. and Perera, C.O. 2005. Distribution of ergosterol in different tissues of mushrooms and its effect on the conversion of ergosterol to vitamin D<sub>2</sub> by UV irradiation. *Food Chemistry*, 92: 541–546.
- Kaewsuksaeng, S., Urano, Y., Aiamla-or, S., Shigyo, M. and Yamauchi, N. 2011. Effect of UV-B irradiation on chlorophyll-degrading enzyme activities and postharvest quality in stored lime (*Citrus latifolia* Tan.) fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 61(2-3): 124–130.
- Kasim, M.U. and Kasim, R. 2015. Postharvest UV-B treatments increased fructose content of tomato (*Solanum lycopersicon* L. cv. Tayfun F1) harvested at different ripening stages. *Food Science and Technology*, 35(4): 742-749.
- Kasim, M.U. and Kasim, R. 2017a. The effects of ultraviolet B (UV-B) irradiation on color quality and decay rate of capia pepper during postharvest storage. *Food Science and Technology*, 38(2): 363–368.
- Kasim, M.U. and Kasim, R. 2017b. Yellowing of fresh-cut spinach (*Spinacia oleracea* L.) leaves delayed by UV-B applications. *Information Processing in Agriculture*, 4(3): 214–219.
- Ko, J.A., Lee, B.H., Lee, J.S. and Park, H.J. 2008. Effect of UV-B exposure on the concentration of vitamin D<sub>2</sub> in sliced Shiitake mushroom (*Lentinus edodes*) and white button mushroom (*Agaricus bisporus*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(10): 3671–3674.
- Koutchma, T. 2009. Advances in ultraviolet light technology for non-thermal processing of liquid foods. *Food and Bioprocess Technology*, 2(2): 138-155.
- Koutchma, T. 2014. *Food Plant Safety UV Applications for Food and Nonfood Surfaces*. Academic Press, London, 50p.

- Koutchma, T. 2019. *Ultraviolet Light in Food Technology-Principles and Applications*. CRC Press, Boca Raton FL, 343p.
- Lante, A., Tinello, F. and Nicoletto, M. 2016. UV-A light treatment for controlling enzymatic browning of fresh-cut fruits. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 34: 141–147.
- Liu, C., Han, X., Cai, L., Lu, X., Ying, T. and Jiang, Z. 2011. Postharvest UV-B irradiation maintains sensory qualities and enhances antioxidant capacity in tomato fruit during storage. *Postharvest Biology and Technology*, 59(3): 232–237.
- Liu, C., Jahangir, M.M. and Ying, T. 2012. Alleviation of chilling injury in postharvest tomato fruit by preconditioning with ultraviolet irradiation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92(15): 3016–3022.
- Morales, D., Gil-Ramirez, A., Smiderle, F.R., Piris, A.J., Ruiz-Rodriguez, A. and Soler-Rivas, C. 2017. Vitamin D-enriched extracts obtained from shiitake mushrooms (*Lentinula edodes*) by supercritical fluid extraction and UV-irradiation. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 41: 330–336.
- Nguyen, C.T.T., Kim, J., Yoo, K.S., Lim, S. and Lee, E.J. 2014. Effect of prestorage UV-A, -B, and -C radiation on fruit quality and anthocyanin of “duke” blueberries during cold storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62(50): 12144–12151.
- Ribeiro, C., Canada, J. and Alvarenga, B. 2012. Prospects of UV radiation for application in postharvest technology. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 24(6): 586-597.
- Ruan, J., Li, M., Jin, H., Sun, L., Zhu, Y., Xu, M. and Dong, J. 2015. UV-B irradiation alleviates the deterioration of cold-stored mangoes by enhancing endogenous nitric oxide levels. *Food Chemistry*, 169: 417–423.
- Salemi, S., Sadiosomeolia, A., Azimi, F., Zolfigol, S., Mohajerani, E., Mohammadi, M. and Yaseri, M. 2021. Optimizing the production of vitamin D in white button mushrooms (*Agaricus bisporus*) using ultraviolet radiation and measurement of its stability. *LWT - Food Science and Technology*, 137: 110401.
- Santin, M., Giordani, T., Cavallini, A., Bernardi, R., Castagna, A., Hauser, M.T. and Ranieri, A. 2019. UV-B exposure reduces the activity of several cell wall-dismantling enzymes and affects the expression of their biosynthetic genes in peach fruit (*Prunus persica* L., cv. Fairtime, melting phenotype). *Photochemical & Photobiological Sciences*, 18(5): 1280-1289.
- Santin, M., Lucini, L., Castagna, A., Chioldelli, G., Hauser, M.T. and Ranieri, A. 2018. Post-harvest UV-B radiation modulates metabolite profile in peach fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 139: 127–134.
- Scattino, C., Castagna, A., Neugart, S., Chan, H.M., Schreiner, M., Crisosto, C.H., Tonutti, P. and Ranieri, A. 2014. Post-harvest UV-B irradiation induces changes of phenol contents and corresponding biosynthetic gene expression in peaches and nectarines. *Food Chemistry*, 163: 51–60.
- Scattino, C., Negrini, N., Morgutti, S., Cocucci, M., Crisosto, C.H., Tonutti, P., Castagna, A. and Ranieri, A. 2016. Cell wall metabolism of peaches and nectarines treated with UV-B radiation: A biochemical and molecular approach. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96: 939–947.

- Sethi, S., Joshi, A. and Arora, B. 2018. UV Treatment of Fresh Fruits and Vegetables: Postharvest Disinfection of Fruits and Vegetables Ed.: Siddiqui, M.W., Academic Press, United Kingdom, pp. 137-157.
- Shama, G. and Alderson, P. 2005. UV hormesis in fruits: A concept ripe for commercialisation. *Trends in Food Science & Technology*, 16(4): 128–136.
- Sheng, K., Zheng, H., Shui, S., Yan, L., Liu, C. and Zheng, L. 2018. Comparison of postharvest UV-B and UV-C treatments on table grape: Changes in phenolic compounds and their transcription of biosynthetic genes during storage. *Postharvest Biology and Technology*, 138: 74–81.
- Srilaong, V., Aiamla-or, S., Soontornwat, A., Shigyo, M. and Yamauchi, N. 2011. UV-B irradiation retards chlorophyll degradation in lime (*Citrus latifolia* Tan.) fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 59(1): 110–112.
- Tiring, G., Satar, S. and Özkaya, O. 2021. Sekonder metabolitler. *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 35(1): 203 - 215.
- Usall, J., Ippolito, A., Sisquella, M. and Neri, F. 2016. Physical treatments to control postharvest diseases of fresh fruits and vegetables. *Postharvest Biology and Technology*, 122: 30-40.
- Wu, W.J. and Ahn, B.Y. 2014. Statistical optimization of ultraviolet irradiate conditions for vitamin D<sub>2</sub> synthesis in oyster mushrooms (*Pleurotus ostreatus*) using response surface methodology. *PLoS ONE*, 9(4): e95359.
- Zhang, D., Qian, M., Yu, B. and Teng, Y. 2013. Effect of fruit maturity on UV-B-induced post-harvest anthocyanin accumulation in red Chinese sand pear. *Acta Physiologiae Plantarum*, 35(9): 2857–2866.
- Zhang, W. and Jiang, W. 2019. UV treatment improved the quality of postharvest fruits and vegetables by inducing resistance. *Trends in Food Science & Technology*, 92: 71-80.





## Süs Bitkilerinde Arbüsküler Mikoriza Kullanımı<sup>A</sup>

Yağmur OLGAC<sup>1\*</sup>, Rezzan KASIM<sup>2</sup>, Mehmet Ufuk KASIM<sup>3</sup>

**Öz:** Günümüzde, çiçek sektöründeki yüksek talebin karşılanabilmesi için çiçek verimini artırmaya yönelik birçok uygulama yapılmaktadır. Ancak verimi artırmaya yönelik yapılan kimyasal uygulamalar, hem maliyeti yükseltmekte hem de toprağın fiziksel ve kimyasal dengesini bozarak geri dönüşü olmayan zararlara sebep olmaktadır. Bu yüzden daha ekonomik ve çevre dostu bir gübreleme imkanı sunan ve biyogübre olarak adlandırılan çeşitli mikroorganizmalar kullanılmaktadır. Böylece kimyasal gübre ve pestisit kullanımının azaltılması ile çiçeklerin verim, biyotik ve abiyotik streslere dayanıklılığının artırılması amaçlanmaktadır. Bu hedefle kullanılan mikroorganizmalardan biri de mikoriza mantarlarıdır. Bu mantarlar uzun yıllardır araştırılmakta olup, son yıllarda daha çok çalışmaya konu olmuştur. Mikoriza mantarları bitki kökleriyle mutualist bir yaşam sürdürerek, bitkinin daha sağlıklı büyümesini, bitkiden daha yüksek verim alınmasını, çiçekçilik sektöründe büyük bir paya sahip olan kesme çiçeklerde ise vazo ömrünün uzatılmasını sağlamaktadır. Bu derleme çalışmasında, mikorizal mantarların süs bitkilerinde kullanım alanları ile verim ve kalite üzerindeki etkileri üzerinde yapılan araştırmalar incelenerek, bir araya getirilmiştir. Bu sayede konu ile ilgili çalışmak isteyen araştırmacılara yol gösterecek bir kaynak oluşturulması amaçlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Çiçeklenme, kesme çiçek, mikoriza, süs bitkisi, vazo ömrü.

<sup>A</sup> Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir.

\* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** <sup>1</sup> Yağmur OLGAC, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Yetiştirme ve Islahı ABD, Kocaeli, Türkiye, [yağmurolgac@gmail.com](mailto:yağmurolgac@gmail.com), [OrcID 0000-0001-6987-7052](https://orcid.org/0000-0001-6987-7052)

<sup>2</sup> Rezzan KASIM, Kocaeli Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Kocaeli, Türkiye, [rkasim@kocaeli.edu.tr](mailto:rkasim@kocaeli.edu.tr), [OrcID 0000-0002-2279-4767](https://orcid.org/0000-0002-2279-4767)

<sup>3</sup> Mehmet Ufuk KASIM, Kocaeli Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Kocaeli, Türkiye, [mukasim@kocaeli.edu.tr](mailto:mukasim@kocaeli.edu.tr), [OrcID 0000-0003-2976-7320](https://orcid.org/0000-0003-2976-7320)

## Use of Arbuscular Mycorrhiza in Ornamental Plants

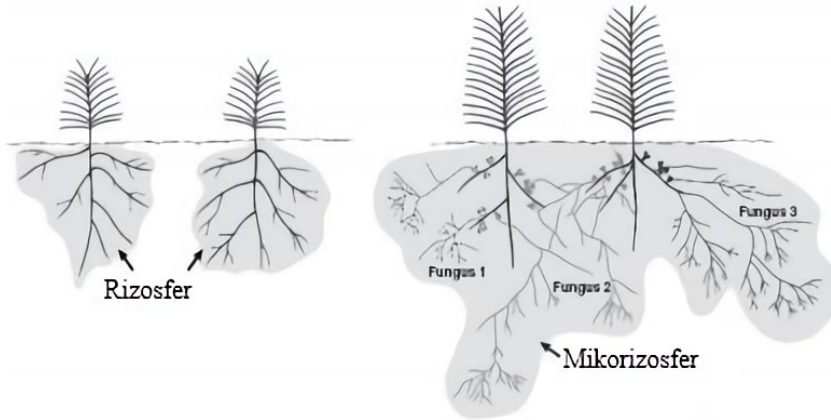
**Abstract:** Today, many applications are made to increase flower yield in order to meet the high demand in the flower sector. However, chemical applications to increase productivity both require high costs and cause irreversible damages by disrupting the physical and chemical balance of the soil. For this reason, it is aimed to reduce the use of chemical fertilizers and pesticides with various microorganisms called biofertilizers, which provide a more economical and environmentally friendly fertilization opportunity, to increase yield, resistance to biotic and abiotic stresses in flowers. One of the mentioned microorganisms is mycorrhizal fungi. These fungi, which have been researched for many years but have been studied more in recent years, have maintained a mutualistic life with plant roots, enabling the plant to grow more durable, obtaining higher yields from the plant, and prolonging the vase life in cut floriculture, which has a large share in the floriculture sector. In this review, it is aimed to bring together the researches on the yield of ornamental plants with mycorrhizal fungi and for researchers who want to work with these fungi in the future, by looking at this review, to see the studies in a single source.

**Keywords:** Cut flower, flowering, mycorrhiza, ornamental plant, vase life.

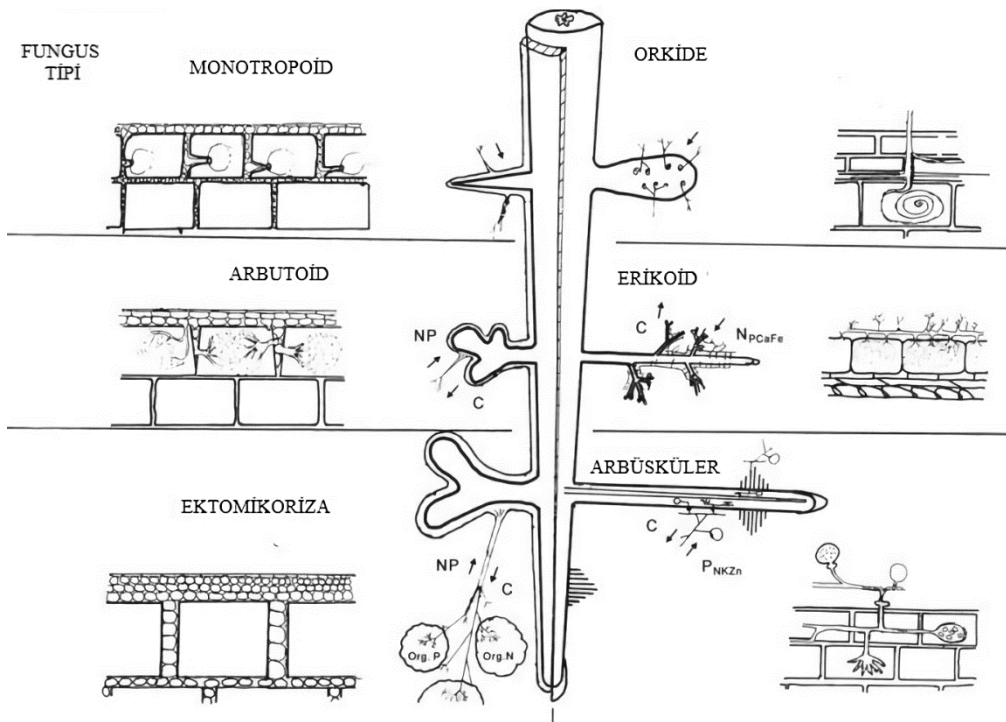
### Giriş

Çiçekler, manzaraların güzelleştirilmesi amacıyla peyzaj alanlarında kullanılmakla birlikte, aynı zamanda evlerde, törenlerde ve etkinliklerde de çiçeklerden yararlanılmaktadır. Bunun yanı sıra çiçekler tıbbi ve aromatik bitki olarak, koku hammaddesi ve tatlandırıcı madde olarak da kullanılmaktadır (Zaidi ve ark., 2016). Geniş bir kullanım alanına sahip olan çiçeklerde, fazla talebin karşılanması ve verimin artırılması amacıyla kimyasal gübre kullanılmaktadır. Buna karşın uzun süreli kimyasal gübre kullanımı, toprakta hedef olmayan mikroorganizmaların büyümesine neden olarak besin maddelerinin dengesiz dağılımına yol açmaktadır (Younis ve ark., 2013). Dolayısıyla kimyasal gübre kullanımının azaltılması için yararlanılabilecek alternatiflerden biri ise mikorizaların kullanımınıdır. Çoğu karasal bitkinin kökleri, mikoriza olarak adlandırılan mantarlarla simbiyotik ilişkiler oluşturmaktadır. Mikoriza ile bitkiler arasında kurulan ortak yaşamlar, bitki ve toprak arasında enerji ve madde akışı için kanal görevi (Şekil 1) görmektedir (Lin ve ark., 1991; Cardon ve Whitbeck, 2007). Mikorizal mantar miselleri, genellikle geniş alanlara yayılmış olan bitki kök sistemlerini birbirine bağlamakta ve toprak mikrobiyal biyokütlesinin en önemli bölümünü oluşturmaktadır (Mohammadi, 2011). Böylece, mikorizal simbiyozlar, rizosferi fiziksel ve kimyasal olarak yapılandırarak bitki topluluklarını ve ekosistemleri etkilemektedir (Cardon ve Whitbeck, 2007). Mikorizaların iki ana türü, yapıları ve konakçı bitki ile fizyolojik ilişkileri bakımından önemli ölçüde farklılık gösteren endo ve ekto mikorizalardır (Şekil 2). Endo-mikorizalar, köklere nüfuz ederek karakteristik hücre içi veziküller ve arbusküller oluşturmaktadır. Endo-mikorizalar Psilotopsida, Lycopsida, eğrelti otları, gymnospermler ve angiospermler dahil olmak üzere tüm vasküler

bitkilerin yaklaşık beşte dördünde, yani yaklaşık 200 familyada ve 1000'den fazla cinste gözlemlenmiştir. Ekto-mikorizalar, köklerdeki canlı hücrelere nüfuz etmeyip, sadece onları çevrelemektedir. Ekto-mikorizal mantarların miselyumu toprakta geniş bir alana yayılarak özellikle besin açısından fakir tropikal topraklarda, çürüyen yapraklardan besin maddelerinin doğrudan alınmasını sağlamaktadır. Ekto-mikorizalar açık tohumlulardan, Pinaceae ve bazı Cupressaceae familyalarında gözlemlenmiştir (Malloch ve ark., 1980).



Şekil 1. Çam fidelerinde 'rizosfer' ve mikorizal kölerde 'mikorizosfer' alanlarının gösterimi



Şekil 2. Mikoriza çeşitleri ve bitki kökünde meydana getirdiği misel şekilleri (Read, 1999).



Arbüsküler mikorizal mantarlar (AMF), Zygomycetes sınıfı Glomales takımına ait funguslardır. Hem fosil keşifleri hem de DNA dizileri incelendiğinde, AMF'ler ile bitkilerin ilişkisi yaklaşık 400 milyon yıl öncesine dayanmaktadır. AMF'nin benzersiz özelliklerinden birisi, kuraklık stresi ve besin yetersizliği gibi nispeten olumsuz koşullar altındaki bitki kökleri ile simbiyotik yaşam oluşturarak, geniş hif ağı üretmesi ve bitkilerin yüzey alanını önemli oranda artırmasıdır. AMF, mikorizaların en yaygın tipidir. "Arbüsküler" adı, bitkilerin çoğunda kök korteks hücrelerinde oluşan karakteristik yapılar olan arbusküllerden (Şekil 3) türetilmiştir (Smith ve Read, 2008).



Şekil 3. *Glomus mosseae* arbusküllerinin görünümü (Anonymous, 2021).

AMF'ler endo-mikoriza grubunda yer alır. Yani bitki-mantar simbiyoz yaşamında mantar, partneri olan bitki kökleri içinde (intraradikal) arbusküller veya sarmallar şeklinde yapılar oluşturarak bitki ve mantar arasındaki alışverişi kolaylaştırmaktadır. Dolayısıyla oluşan bu arbusküller ve sarmallar, bitki ve mantar arasında kaynak kullanımı için geniş bir yüzey alanı sağlayan modifiye edilmiş mantar hifleridir. Rizosferdeki faydalı bitki-mikroorganizma etkileşimi, bitki sağlığı ve toprak verimliliğinin belirlenmesinde önemlidir. Bitkilerin çoğunluğu ile ortak yaşam oluşturan AMF'ler, bitki gelişimini, besin alınımını, su ilişkilerini ve verimi etkiler. AMF'ler ayrıca patojenlere ve toksik streslere karşı biyo-ürün görevi görür (Heijden ve ark., 1998).

Bu derlemenin amacı, süs bitkilerinin büyüme, gelişme ve kalite özellikleri üzerine AMF'lerin etkilerini konu alan araştırmaların bir araya getirilerek, bundan sonra yapılacak araştırmalara yol haritası oluşturulmasıdır.

### Mikorizal Aşılamanın Bitkiler Üzerindeki Etkileri

Mikorizal mantarlar; çiçekli bitkiler, briyofitler ve eğrelti otları dahil olmak üzere, bitkilerin yaklaşık %80-90'ının köklerinde koloni oluşturarak, hem kendisine hem de bitkiye yarar sağlar (Smith ve Read 2008). Bu iki taraflı yarar, ortak yaşam olarak adlandırılır ve son yıllara kadar ekolojistler ve bitki fizyologları tarafından pek fazla dikkate alınmasa da, çevredeki birçok bitkinin biyolojisi için temel taşlardan birini oluşturur. Bitkilerin



beslenmesini ve ekolojiye olan uyumunu artırırken, bitki popülasyonlarının yapısını ve dinamiklerini şekillendirir (Cairney, 2000). AMF'ler bahçe bitkilerinde en fazla kullanılan mikoriza türü olup, bitkiler ile AMF'lerin ortak yaşamının, besin elementleri ve minerallerin alınımını, su alınımını, fotosentetik aktivite oranlarını ve antioksidan metabolizmasını olumlu yönde etkileyebileceğine inanılmaktadır (Sánchez-Díaz ve ark., 1990; Goicoechea ve ark., 1997; Garmendia ve ark., 2004a, b). Bununla birlikte, toplam yaprak alanının artması, çiçeklenmenin başlama süresinin kısalması, toplam çiçeklenme süresinin artması, üretilen çiçek sayısı ve meyve tutan çiçek oranının artması, meyve başına tohum sayısının artması gibi bitki kalitesi üzerine de faydası olduğu, ayrıca mikorizal uygulama yapılmış bitkilerin tohumlarının N ve P içeriğinin daha yüksek olduğu görülmüştür (Lu ve Koide, 1994). Mikorizaların, fosfor bakımından fakir topraklarda yetişen birçok üründe, başta fosfor ve biyokütle birikimi olmak üzere besin alınımını artırmada etkili olduğu bilinmektedir (Mohammadi, 2011). AMF'ler bitkinin gelişimini olumsuz etkileyen stres faktörlerine (ısı, tuzluluk, kuraklık vb.) karşı bitkinin dayanımını artırmada da kullanılmaktadır. AMF, bitki ile mantar arasındaki bir dizi karmaşık iletişim olayına aracılık ederek, konakçı bitkilerin stresli koşullar altında kuvvetli bir şekilde büyümesini kolaylaştırıp, gaz alışverişinin ve dolayısıyla fotosentez oranının artmasına yol açmıştır (Birhane ve ark., 2012). AMF'nin bitki kökleriyle oluşturduğu simbiyotik ilişki, aynı zamanda arazinin ıslah edilmesine de yardımcı olur (Elhindi ve ark., 2018). Shen ve ark. (2006), kirlenmiş toprakların fitoremediasyonunda AMF'nin, toprak çözültüsü pH'ındaki önemli artışa paralel olarak, ağır metallerin miktarını azalttığını da fark etmiştir.

### **Süs Bitkilerinde Mikorizal Aşılamanın Etkileri**

Mikorizal aşılama birçok bitkide olduğu gibi süs bitkilerinde de kullanılmaktadır. Bu bölümde süs bitkilerinde mikorizal aşılama üzerine yapılan çalışmaların etkileri, konu bazlı olarak açıklanacaktır.

### **Çiçeklenme ve Kalite Üzerine Etkileri**

Mikorizal mantarlar, bitki köklerinde hif ağı oluşturarak ve köklerin, toprak alanının büyük bir kısmına yayılmasını sağlayarak bitkilerin vejetatif büyüme, çiçeklenme ve meyve gelişimi aşamalarını olumlu yönde etkilemektedir. AMF'ler, güllerde karbonhidrat metabolizmasını değiştirerek, çiçek tomurcuğunun çıkış süresini kısaltmış, bitki boyu, bitki başına çiçek sayısı ve çiçek ömrünü de artırmıştır (Garmendia ve Mangas 2012). Mikoriza mantarlarının çiçeklenme ve çiçek kalitesi üzerine etkileri ile ilgili çalışmalar Çizelge 1'de gösterilmiştir.

Çizelge 1. Mikoriza uygulamalarının süs bitkilerinde çiçeklenme, bitki gelişimi ve kalite üzerine etkileri

Tür	Mikoriza Uygulama	Etki	Kaynakça
<b>Akasya</b> ( <i>Acacia nilotica</i> )	<i>Glomus fasciculatum</i>	Kök ve sürgün biyokütlesinde artış.	Giri ve ark., 2007
<b>Aklar Otu/Kırmızı Kan Çiçeği</b> ( <i>Lythrum salicaria</i> L.)	<i>Glomus aggregatum</i>	Anter ve çiçek başına polen üretiminde artış, sapın üst kısmında (yan sürgünlerde) çiçek üretimi.	Philip ve ark., 2001
<b>Alacalı Çiçek</b> ( <i>Sparaxis tricolor</i> )	<i>Glomus intraradices</i>	Sürgün gelişiminde 2 gün, çiçeklenmede 7-8 gün erkencilik, bitki başına çiçek veriminde artış.	Scagel, 2004a
<b>Ateş Çiçeği</b> ( <i>Salvia splendens</i> Buc'hoz ex Etl. 'Saluti Red')	<i>G. aggregatum</i> , <i>Funneliformis mosseae</i> , <i>Rhizophagus intraradices</i> , <i>R. clarus</i> , <i>Claroideoglomus etunicatu</i> ve <i>Gigaspora margarita</i>	Bitki başına çiçek sayısında artış, birincil yan sürgün oluşumunda artış, yeşil renk indeksinde artış.	Janowska ve Andrzejak, 2017
<b>Aynısefa</b> ( <i>Calendula officinalis</i> )	<i>Glomeromycota</i>	Aynısefa çiçeğinin çiçek sayısında önemli ölçüde artış (1.2 kat).	Engel ve ark., 2016
<b>Frezya</b> ( <i>Freesia x hybrida</i> )	<i>G. intraradices</i>	Sürgün çıkışında 2-3 gün erkencilik, ikinci büyüme döngüsünde bitkilerde yaklaşık 20 gün erken çiçeklenme, çiçek başına yaprak/çiçek/çiçek salkımı üretiminde artış ve yavru soğan ağırlığında artış.	Scagel, 2003
<b>Gazanya</b> ( <i>Gazania rigens</i> L.)	<i>Trichoderma viride</i> + <i>Pseudomonas fluorescens</i> + <i>F. mosseae</i> + <i>Acaulospora laevis</i> <i>F. mosseae</i> + <i>A. laevis</i> + <i>P. fluorescens</i>	Yaprak sayısı, tomurcuk sayısı ve kök uzunluğunda maksimum artış, erken çiçeklenme ve çiçek boyutu, çiçek taze/kuru ağırlığında maksimum artış.	Saini ve ark., 2019a
<b>Gerbera</b> ( <i>Gerbera jamesonii</i> )	<i>G. mosseae</i> + <i>A. laevis</i> + <i>P. fluorescens</i> <i>G. mosseae</i> + <i>P. fluorescens</i>	Kök uzunluğu, kök biyokütlesi, çiçek sayısında artış Yaprak alanı ve sürgün biyokütlesinde maksimum artış.	Kuldeep Yadav ve ark., 2015
	AMF+putresin	Yaprak sayısı, yaprak alanı, yaprakların taze ve kuru ağırlığı, yaprakların klorofil indeksi, klorofil a, b ve toplam klorofil içeriği ile karotenoid içeriğinde artış.	Rakbar ve ark., 2022
<b>Glayöl</b> ( <i>Gladiolus</i> cv. Arka Amar)	Gibberellik asit+AMF	Bitki boyu, bitki başına yaprak sayısı, bitki başına çiçek sayısı, taze sürgün ağırlığı ve bitki başına sürgün sayısında artış.	Sirisha ve ark., 2017
<b>Glayöl</b> ( <i>Gladiolus</i> cv. American Beauty)	Azotobacter, Fosfat Çözündürücü Bakteriler (PSB), VA-mikoriza (VAM) ve çiftlik gübresi	Vejetatif ve generatif karakterlerde önemli ölçüde artış.	Srivastava ve Govil, 2005
<b>Gül Kokulu Sardunya</b> ( <i>Pelargonium species</i> , cv. Bourbon)	<i>A. laevis</i> , <i>Gigaspora margarita</i> , <i>G. fasciculatum</i> ve <i>G. mosseae</i>	Bitkilerin kök uzunluğu, yaprak sayısı, kök biyokütle verimi, sürgün biyokütle verimi ve esansiyel yağ veriminde artış.	Rao ve ark., 2002
<b>Havai Fişek Çiçeği</b> ( <i>Crossandra infundibuliformis</i> L. Nees)	<i>A. laevis</i> , <i>A. scrobiculata</i> , <i>G. coremioides</i> , <i>G. intraradices</i> , ve <i>Gigaspora albida</i>	Bitki boyu üzerinde olumlu etki, erken çiçeklenme, çiçek sayısında artış, çiçek ağırlığında artış, 24 saatte taze ağırlık kaybında azalma ve toplam kuru ağırlıkta artış.	Vaingankar ve Rodrigues, 2015
<b>Hibrit Zambak-Calla</b> ( <i>Zantedeschia</i> 'Pot of Gold' and 'Majestic Red')	<i>G. intraradices</i>	Sürgün üretiminde artış, erken çiçeklenme, yumru büyüklüğü ve bitki başına çiçek sayısında artış.	Scagel ve Schreiner, 2006

Çizelge 1. (Devamı)

<b>Kadife Çiçeği (<i>Tagetes erecta</i> L. cv. Crackerjack)</b>	<i>G. fasciculatum</i> (Thaxter sensu Gerd.) Gerd. And Trappe, <i>G. tenue</i> (Greenall) Hall, ve <i>Gigaspora margarita</i> Becker and Hall Süper fosfatlı gübre Karışık gübre	Sürgün ve çiçek kuru ağırlığında önemli ölçüde artış.	Bagy Araji ve Powell, 1985
<b>Kadife Çiçeği (<i>Tagetes erecta</i> L.)</b>	<i>G. etunicatum</i>	Çiçeklenme hızında ve çiçek sayısında artış.	Aboul-Nasr, 1995
	<i>G. fasciculatum</i> Gerdemann and Trappe ve <i>Bacillus subtilis</i> strain BEB-13	Çiçek salkımı üretiminde %14-24 artış ve çiçeklerin taze ağırlığında önemli ölçüde artış.	Flores ve ark., 2007
	<i>G. constrictum</i> Trappe	Bitkinin büyümesinde ve çiçek kalitesinde artış.	Asrar ve Elhindi, 2011
	<i>A. laevis</i> , <i>A. scrobiculata</i> , <i>Glomus coremioides</i> , <i>G. intraradices</i> , <i>G. fasciculatum</i> , <i>G. manihotis</i> ve <i>Gigaspora albida</i>	<i>G. intraradices</i> ile çiçek sayısında artış.	Vaingankar ve Rodrigues, 2012
	<i>G. constrictum</i>	Bitki verimi, bağlı klorofil içeriği, yaprak alanı ve çiçek kalitesinde artış.	Elhindi ve ark., 2018
<b>Kadife Çiçeği (<i>Tagetes patula</i> L. “Yellow Boy”)</b>	<i>G. aggregatum</i> , <i>F. mosseae</i> , <i>Rhizophagus intraradices</i> , <i>R. clarus</i> , <i>Claroideoglossum etunicatum</i> , ve <i>Gigaspora margarita</i>	Çiçek tomurcuğu sayısında artış, <i>S. splendens</i> ‘Saluti Red’ türünde bitki başına birincil yan sürgün oluşumunda artış, yeşil renk indeksinde artış.	Janowska ve Andrzejak, 2017
<b>Kemer Sardunyası (<i>Pelargonium hortorum</i> L.H. Bailey “Tango Orange”)</b>	<i>Glomus</i> türleri+Organik gübre	Bitkilerin boyu, yaprak sayısı, yaprak ve köklerin taze ve kuru ağırlığında artış.	Nowak, 2004
<b>Kirli Hanım Çiçeği (<i>Zinnia elegans</i>)</b>	<i>G. etunicatum</i>	Çiçeklenme hızında ve çiçek sayısında artış.	Aboul-Nasr, 1995
	<i>Gigaspora margarita</i> (MAFF 520054), <i>Gigaspora rosea</i> (JP1), <i>G. intraradices</i> (BGC HE B07D) ve <i>G. mosseae</i> (BGC BJ01)	<i>Glomus</i> çeşitleri ile yaprak boyutu ve sürgün biyokütlesinde önemli ölçüde artış. <i>G. mosseae</i> ile çiçek sayısı ve boyutunda artış.	Long ve ark., 2010
<b>Kına Çiçeği (<i>Impatiens balsamina</i>)</b>	<i>Glomus</i> , <i>Gigaspora</i> ve <i>Scutellospora spp.</i>	Kuru madde ve çiçek üretiminde artış, bitkilerde en az 15 gün önce çiçeklenme.	Gaur ve ark., 2000
<b>Krizantem (<i>Chrysanthemum indicum</i> L.)</b>	<i>A. laevis</i> + <i>P. fluorescens</i> (orta konsantrasyonda süperfosfat) <i>G. mosseae</i> + <i>A. laevis</i> + <i>P. fluorescens</i> (düşük süperfosfat konsantrasyonu)	Kök uzunluğu, taze ve kuru kök ağırlığında artış. Yaprak alanı ile taze ve kuru sürgün ağırlığında artış.	Prasad ve ark., 2012
<b>Krizantem (<i>Chrysanthemum morifolium</i>)</b>	<i>A. laevis</i> , <i>A. scrobiculata</i> , <i>Glomus coremioides</i> , <i>G. intraradices</i> , <i>G. fasciculatum</i> , <i>G. manihotis</i> ve <i>Gigaspora albida</i>	<i>G. intraradices</i> ile çiçek sayısında artış.	Vaingankar ve Rodrigues, 2012
<b>Nergis (<i>Narcissus tazetta</i> L.)</b>	<i>G. intraradices</i> N.C. Schenck and G.S. Sm.	Yaprak uzunluğu, yaprak alanı, kök kuru ağırlığı, kök uzunluğu ve kök sayısında önemli artış. Yaprak kuru ağırlığı ve yaprak uzunluğu, yaprak taze ağırlığı ve kök sayısında artış.	Çığ ve ark., 2014
<b>Otsu ve Çalı Türleri</b>	AMF	Düşük verimli toprakta, bitkinin hayatta kalabilmesi, büyümesi ve çiçeklenmesini etkilemiş, yüksek verimli topraklarda ise çiçeklenmeyi etkilemiştir.	Rondina ve ark., 2014

Çizelge 1. (Devamı)

<b>Petunya</b> ( <i>Petunia hybrida</i> )	<i>Glomus</i> , <i>Gigaspora</i> ve <i>Scutellospora spp.</i>	Kuru madde ve çiçek üretiminde artış, bitkilerde en az 15 gün önce çiçeklenme.	Gaur ve ark., 2000
<b>Sakız Sardunya</b> ( <i>Pelargonium peltatum L'Her.</i> )	<i>G. mosseae</i> + <i>G. intraradices</i> + <i>G. claroideum</i> + <i>G. microaggregatum</i> <i>G. mosseae</i> + <i>G. intraradices</i> + <i>G. sp.</i> <i>G. mosseae</i> + <i>G. intraradices</i> + <i>G. etunicatum</i>	Tomurcuk ve çiçek sayısı artışı ve çiçek gelişiminde iyileşme.	Perner ve ark., 2007
<b>Saraypatı</b> ( <i>Callistephus chinensis</i> )	<i>Glomus</i> , <i>Gigaspora</i> ve <i>Scutellospora spp.</i>	Kuru madde ve çiçek üretiminde artış, bitkilerde en az 15 gün önce çiçeklenme.	Gaur ve ark., 2000
	<i>Glomus</i> , <i>Gigaspora</i> ve <i>Scutellospora spp.</i> (Mi) <i>G. intraradices</i> (Gi)	Saraypatı ( <i>Callistephus chinensis</i> ) bitkisinde çiçeklenmede artış ve toplam çiçek sayısında kontrole göre %39 artış.	Gaur ve Adholeya, 2005
<b>Sardunya</b> ( <i>Pelargonium zonale L.</i> )	<i>G. intraradices</i> ve <i>G. mosseae</i> karışımı ile biyokömür (mangal kömürü)	Kuru biyoküttele artış, çiçek kümelerinin hacim artışı, yeşil yaprak sayısı ve haciminde artış. %30 biyokömür ile iyileştirilmiş toprakta AMF inokülasyonu en iyi bitki performansını vermiştir.	Conversa ve ark., 2015
<b>Sümbül</b> ( <i>Hyacinths orientalis L. Anna Marie</i> )	<i>Diversispora spurca</i> , <i>Diversispora versiformis</i> , <i>F. mosseae</i>	<i>F. mosseae</i> ile çiçek biyokütlesi, açan çiçek sayısı, çiçek sapı uzunluğu ve çiçek çapında artış, çiçeklenme süresinde 3.3 gün uzama. <i>D. spurca</i> ile çiçeklenme süresinde 1.4 gün artış.	Xie ve Wu, 2017
		<i>F. mosseae</i> ile çiçek salkımı uzunluğunda artış, çiçeklenmede 2 gün erkencilik ve çiçeklenme süresinin 3 gün uzaması. <i>D. versiformis</i> ile çiçeklenmenin 2 gün geciktirilmesi.	Xie ve Wu, 2018
<b>Üçlü Zambak</b> ( <i>Brodiaea laxa Benth. "Queen Fabiola"</i> )	<i>G. intraradices</i>	Bitki başına üretilen çiçek sayısı ve çiçek ömründe ve yavru soğan kalitesinde artış. Yavru soğan büyüklüğü ve sayısında artış.	Scagel, 2004b

### Kesme Çiçeklerde Kalite Üzerine Etkileri

Günümüzde çok sayıda insanın geçim kaynağını kesme çiçek sektörü oluşturmaktadır. Uluslararası pazarlarda krizantem, gül, glayöl, lale, kadife çiçeği, karanfil, zambak vb. kesme çiçek talebi her geçen gün artmaktadır (Zaidi ve ark., 2016). Ancak, hasat, paketleme, nakliye ve pazarlama sırasında kesme çiçeklerin yaklaşık %20'sinde kalite kaybı meydana gelmekte ve kalan çiçeklerin büyük bir kısmı ise düşük kalite koşullarında satılarak tüketiciyi memnun etmemektedir (Saini ve ark., 2019b). Kesme çiçeklerde, çiçek kalitesinin korunması ve hasat edilen çiçek miktarının artırılması ile vazo ömrünün uzatılması amacıyla, yoğun olarak kimyasal büyüme düzenleyici maddelerden faydalanılmaktadır. Bu kontrol dışı ve bilinçsizce kullanım, hem çevre kirliliğine hem de üretim maliyetinin artmasına neden olmaktadır (Sezen ve Akpınar Külekçi, 2020). Bu nedenlerle kesme çiçeklerde kalitenin korunması amacı ile kimyasal yollara başvurmak yerine, biyo-düzenleyici ve biyo-koruyucu olarak anılan mikoriza mantarlarının kullanımı tercih edilmeye başlanmış ve bu konudaki çalışmalar hızlanmıştır. Kesme güllerde (*Rosa hybrida L. cv. Grand Gala*) sera koşullarında iki AMF türünün [*G. mosseae* (Nicol. and Gerd.) Gerd. and Trappe ve *G. intraradices* (Schenck and Smith)] kesme çiçek verimi

üzerine etkisinin incelendiği çalışmada, *G.mosseae*'nin, bitkilerin %80'inin çiçeklenmesi için gereken süreyi, kontrol bitkilerine göre bir ay azalttığı ve kesme çiçek sayısını artırdığı sonucuna varılmıştır (Garmendia ve Mangas, 2012). Önemli süs bitkileri arasında yer alan ve Türkiye'de önemli kesme çiçeklerden biri olan krizantemde, farklı dönemlerde AMF aşılamanın bitki gelişimi ve çiçek kalitesi üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada, AMF doğrudan çelıklere (AMFD) veya dikim aşamasında (AMFA) uygulanmış olup, her iki uygulamada da bitki boyunu, yaprak alanını, kök uzunluğunu, sürgün, gövde ve kök taze-kuru ağırlığını artırmış, çiçeklenme süresini önemli ölçüde öne çekmiştir. AMFD uygulamasında çiçekler, dikimden sonra 98 günde, AMFA uygulamasında 104 günde ve kontrol grubunda 112 günde açmıştır. Mikoriza uygulanan bitkilerin çiçeklerinin hem boyutları hem de taze ağırlığının arttığı bulunmuştur. AMFD uygulaması krizantem çiçeğinin yapraklarında makro besin alınımını önemli düzeyde artırmıştır. Hem AMFD hem de AMFA uygulamalarında çiçeklerin Mn alınımını kontrol bitkilerine göre iki katından daha fazla artmış ve köklerde, makro ve mikro besin konsantrasyonları genellikle AMFD uygulamasında daha yüksek olmuştur (Sohn ve ark., 2003). Yine 'Garden Mum'-'Kathleen Dark Red' krizantem (*Chrysanthemum indicum*) çeşidinde AMF [*G. mosseae* (Nicol. and Gerd.) Gerd. and Trappe and *A. laevis* Gerd. and Trappe] ile birlikte *Trichoderma viride* ve *P. fluorescens* biyoinokülanları kullanılarak yapılan çalışmada, bitkilerin kök kolonizasyonunun arttığı, buna bağlı olarak su ve özellikle fosfor başta olmak üzere değişik bitki besinlerinin alınımının arttığı, dolayısıyla bitki büyümesinde ve farklı biyokimyasal özelliklerinde artış meydana geldiği tespit edilmiştir (Saini ve ark., 2019b). Aslanağzı (*Antirrhinum majus* L. Maximum Group) kesme çiçeklerinde selenyum (Se) ile birlikte mikorizal aşılama uygulamasının, bitkinin boyunu ve çiçek saplarının çapını artırdığı; nişasta, fenolik madde miktarı, klorofil ve karotenoid miktarında da artışa yol açtığı belirlenmiştir. Yalnızca Se uygulanan bitkilerin karbonhidrat, prolin ve protein miktarı azalırken, Se ile birlikte mikorizal aşılama bu azalmaları inhibe etmiştir (Tognon ve ark., 2016). Gerbera (*Gerbera jamesonii*) kesme çiçeklerinde AMF (*G. mosseae*) aşılması, bitkilerde yaprak alanını, çiçek sayısını, çiçek ömrünü önemli ölçüde artırmış, kalsiyum içeriğini de %41 oranında yükseltmiştir. Bu nedenle mikorizal uygulamanın besin alınımını iyileştirebileceği, besin kayıplarını azaltarak hasat sonrası kaliteyi artırabileceği sonucuna varılmıştır (Nazari Deljou ve ark., 2013). Olağanüstü güzel çiçekleri ile kesme çiçek sektöründe yerini alan glayöl çiçeklerinde de, mikorizanın gibberellik asit ve kinetin ile kombine uygulamaları bitki boyunun uzamasına, erken başak oluşumuna ve başak başına çiçek sayısının artmasına neden olmuştur (Kumar ve Gupta, 2013).

### **Kesme Çiçeklerde Vazo Ömrü Üzerine Etkileri**

Kesme çiçeklerin vazo ömrünün uzun olması, bu çiçeklerin ticari açıdan tercih edilmesi anlamına gelmektedir. Çiçekler ana bitkiden hasat edildiğinde, terleme ve su alınımı arasındaki dengesizlik nedeniyle su stresi oluşmakta ve vazo ömrü etkilenmektedir. Kesme çiçeklerde vazo ömrünün uzatılması ve kalitenin korunması amacıyla kullanılan gümüş tiyosülfat, gibberellinler ve sitokininler, tidiazuron, salisilik asit ve malik asit gibi ürünler ekonomik olmadıkları gibi, çevre açısından da güvenli değildir (Ferrante ve ark., 2002; Jamshidi ve ark., 2012; Saini ve ark., 2019b). Bu yüzden kesme çiçeklerde bu tekniklerin yerine çevreyi koruyacak ve sürdürülebilirliği sağlayabilecek, düşük maliyetli bir teknoloji olan AMF uygulamalarının kullanılabilirliği

araştırılmaktadır. Bu mantarlarla bitkiler arasındaki ilişkinin daha iyi anlaşılması gerekmekte ve gümüş tiyosülfat gibi toksik maddelerin yerine alternatif olabilirliği üzerine araştırmalar sürdürülmektedir. Mikorizal mantarlar özellikle sera koşullarında, CO<sub>2</sub> emisyonunun bitki gelişimini artırmada kullanılmasını sağlayabilir. Çünkü mikorizal mantarlar, sera ortamının CO<sub>2</sub> miktarını artırarak bitkilerin fotosentez oranını, dolayısıyla net asimilasyon miktarını artırmaktadır. Böylece çevrenin korunmasına da katkıda bulunmaktadır (Rakbar ve ark., 2022). Putresin ve AMF uygulaması, dünyanın önemli kesme çiçeklerinden biri olan gerbera (*Gerbera jamesonii*) çiçeklerinde vazo ömrünü uzatarak, kalitenin korunmasında etkili olmuştur (Rakbar ve ark., 2022). Yine gerberada AMF (*G. mosseae*) uygulaması çiçeklerde besin alınımını iyileştirerek, vazo ömrünün artmasını sağlamıştır (Nazari Deljou ve ark., 2013).

Saini ve ark., (2019b), kesme çiçek sektöründe önemli bir yer tutan krizantemde, *Trichoderma viride* ve *P. fluorescens* ile birlikte iki baskın AMF'nin [*G. mosseae* (Nicol. and Gerd.) Gerd. and Trappe ve *A. laevis* Gerd. and Trappe] büyüme ve vazo ömrü üzerine etkilerini araştırmışlardır. Deneme sonucunda, sera koşullarında uygulanan *G. mosseae* ve *A. laevis* ile *T. viride* (T) ve *P. fluorescens*'in krizantemde peroksidaz aktivitesini azaltarak, çiçek yaşlanmasını geciktirdiği belirlenmiştir. Glayölde de kinetin ve gibberellik asit ile birlikte yapılan mikoriza uygulamaları vazo ömrünün uzatılmasına katkıda bulunmuştur (Kumar ve Gupta, 2013). Aslanağzı (*Antirrhinum majus* L.) çiçeklerinin topraksız bir ortamda mikorizal kolonizasyonu, çiçeğin etilen üretimini önemli ölçüde azaltarak, vazo ömrünü önemli ölçüde artırmıştır. Mikorizal kolonizasyonun neden olduğu etilen üretimindeki azalma dolayısıyla bu uygulamanın gümüş tiyosülfat gibi toksik etilen inhibitörlerine de uygun bir alternatif olabileceği anlaşılmıştır (Besmer ve Koide, 1999).

### **Besin Maddeleri Alınımı Üzerine Etkileri**

Mikorizal mantarlar, köklerin yüzey alanını genişleterek, kök tüylerinin giremeyeceği kadar küçük olan toprak gözeneklerinde çoğalarak, besin alınımı kapasitesini artırmaktadır (Mohammadi, 2011). Aynı zamanda değişik besin maddelerinin varlığını ve translokasyonunu artırarak bitki beslenmesini iyileştirmektedir (Rouphael ve ark., 2015). Çizelge 2'de süs bitkilerinin bazı türlerinde, çeşitli mikoriza mantarlarının, bitki besin maddelerinin alınımı üzerine etkileri konusunda yapılmış araştırmalar özetlenmiştir. Çizelgede de görüldüğü gibi farklı mikorizal aşılama türleri, N, P, K, Zn, S, Mg, Cu alınımını artırdığı belirlenmiştir.



Çizelge 2. AMF uygulamaların süs bitkilerinin besin ve element alınımına etkileri

Tür	Uygulama	Etki	Kaynak
<b>Akasya</b> ( <i>Acacia nilotica</i> )	<i>G. fasciculatum</i>	P, Zn, Cu ve K konsantrasyonlarında artış.	Giri ve ark., 2007
<b>Alacalı Çiçek</b> ( <i>Sparaxis tricolor</i> )	<i>G. intraradices</i>	Bitki soğanlarının, çinko, kükürt, azot, amino asit ve karbonhidrat içeriğinde artış.	Scagel 2004a
<b>Aynısefa</b> ( <i>Calendula officinalis</i> L.)	<i>Claroideoglomus claroideum</i> , <i>F. mosseae</i>	Çiçeklerde toplam fenol, flavonoid, karotenoid artışı, antioksidan kapasitede artış, karotenoid profilini oluşturan (lutein, likopen, $\beta$ -karoten) bileşiklerde farklılık oluşumu.	Hristozkova ve ark., 2016
<b>Frezya</b> ( <i>Freesia x hybrida</i> )	<i>G. intraradices</i>	Soğanlarda çinko, kükürt, protein, amino asit ve şeker konsantrasyonunda artış.	Scagel, 2003
<b>Gazanya</b> ( <i>Gazania rigens</i> L.)	<i>T. viride</i> + <i>P. fluorescens</i> + <i>F. mosseae</i> + <i>A. laevis</i> <i>F. mosseae</i> + <i>A. Laevis</i> + <i>P. fluorescens</i>	Toplam klorofil, karoten ve fosfor içeriğinde artış.	Saini ve ark., 2019a
<b>Gerbera</b> ( <i>Gerbera jamesonii</i> )	<i>G. mosseae</i> + <i>A. laevis</i> + <i>P. fluorescens</i> <i>G. mosseae</i> + <i>P. fluorescens</i> AMF+putresin	Fosfor içeriği ve fosfataz açısından en iyi sonuçları göstermiştir. Yapraklardaki antosiyanin miktarında artış.	Kuldeep Yadav ve ark., 2015 Rakbar ve ark., 2022
<b>Gül Kokulu Sardunya</b> ( <i>Pelargonium species</i> cv. Bourbon)	<i>A. laevis</i> , <i>Gigaspora margarita</i> , <i>G. fasciculatum</i> ve <i>G. mosseae</i>	N, P, K alınımında artış.	Rao ve ark., 2002
<b>Havai Fişek Çiçeği</b> ( <i>Crossandra infundibuliformis</i> L. Nees)	<i>A. laevis</i> , <i>A. scrobiculata</i> , <i>G. coremioides</i> , <i>G. intraradices</i> , ve <i>Gigaspora albida</i>	Yaprakların P konsantrasyonunda artış.	Vaingankar ve Rodrigues, 2015
<b>Kadife Çiçeği</b> ( <i>Tagetes erecta</i> L.)	<i>G. constrictum</i> Trappe	Bitkinin pigmentlerinde ve fosfor içeriğinde artış.	Asrar ve Elhindi, 2011
	<i>G. constrictum</i>	N, P, K ve Mg element içeriklerinde artış, P alınımının artırılması.	Elhindi ve ark., 2018
	<i>G. fasciculatum</i> Gerdemann and Trappe ve <i>Bacillus subtilis</i> strain BEB-13	Mikorizal aşılama ( <i>G. fasciculatum</i> ) ile çiçeklerin ksantofil içeriğinde artış.	Flores ve ark., 2007
<b>Kemer Sardunyası</b> ( <i>Pelargonium hortorum</i> L.H. Bailey “Tango Orange”)	<i>Glomus</i> türleri+Organik gübre	N, P ve K konsantrasyonlarında artış.	Nowak, 2004
<b>Kına Çiçeği</b> ( <i>Impatiens balsamia</i> )	<i>Glomus</i> , <i>Gigaspora</i> ve <i>Scutellospora</i> spp.	Sürgünlerde P ve K alınımında önemli artış.	Gaur ve ark., 2000
<b>Krizantem</b> ( <i>Chrysanthemum indicum</i> L.)	<i>A. laevis</i> + <i>P. fluorescens</i> (orta konsantrasyonda süperfosfat) <i>G. mosseae</i> + <i>A. laevis</i> + <i>P. fluorescens</i> (düşük süperfosfat konsantrasyonu)	Kökün P alım oranında maksimum artış, asidik fosfataz (ACP) ve alkalik fosfataz (ALP) aktivitesinde artış ile organik gübre kaynağından besin alınımında artış, P alınımının kolaylaştırılması	Prasad ve ark., 2012
<b>Otsu ve Çalı Türleri</b>	AMF	Sürgün besin konsantrasyonlarında değişim.	Rondina ve ark., 2014
<b>Petunya</b> ( <i>Petunia hybrida</i> )	<i>Glomus</i> , <i>Gigaspora</i> ve <i>Scutellospora</i> spp.	Sürgünlerin P ve K alınımında önemli artış.	Gaur ve ark., 2000

Çizelge 2. (Devamı)

<b>Sakız Sardunya (<i>Pelargonium peltatum</i> L'Her.)</b>	<i>G. mosseae</i> + <i>G. intraradices</i> + <i>G. claroideum</i> + <i>G. microaggregatum</i> <i>G. mosseae</i> + <i>G. intraradices</i> + <i>G. sp.</i> <i>G. mosseae</i> + <i>G. intraradices</i> + <i>G. etunicatum</i>	Sürgünlerin P ve K konsantrasyonlarında artış. Perner ve ark., 2007	
<b>Saraypatı (<i>Callistephus chinensis</i>)</b>	<i>Glomus, Gigaspora</i> ve <i>Scutellospora</i> spp.	Sürgünlerin P ve K alınımında önemli artış.	Gaur ve ark., 2000
<b>Sümbül (<i>Hyacinthus orientalis</i> L. Anna Marie)</b>	<i>D. spurca</i> <i>D. versiformis</i> <i>F. mosseae</i>	<i>F. mosseae</i> ile çiçek ve kökün N, P ve K seviyelerinde artış.	Xie ve Wu, 2017
<b>Üçlü Zambak (<i>Brodiaea laxa</i> Benth. "Queen Fabiola")</b>	<i>G. intraradices</i>	Soğanların N, P, Zn miktarında artış.	Scagel, 2004b

**Kuraklık Stresi Üzerine Etkileri**

Kuraklık stresi şartlarında toprağın su potansiyeli azalarak ozmotik stres oluşmakta, dolayısıyla bitki topraktan besin alamadığı için gelişmesi yavaşlamaktadır (Abdel-Salam ve ark., 2018). Yakın zamanda küresel ısınmanın ortaya çıkmasıyla birlikte, ısı stresinin bitki üretimini sınırlandırması önemli bir endişe kaynağı haline almıştır. Bu nedenle dünya çapında abiyotik stresle başa çıkmak amacıyla ısıya ve kuraklığa dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesi, üretim takvimlerinin değiştirilmesi ve kaynak yönetimi gibi stratejilerin geliştirilmesi için kapsamlı araştırmalar yürütülmektedir (Venkateswarlu ve Shanker, 2009). Bu stratejilerden birisi olan mikorizaların kullanımı maliyetli olsa da, son araştırmalar mikroorganizmaların, bitkilerin abiyotik streslerle başa çıkmasına yardımcı olabileceğini göstermektedir (Grover ve ark., 2011). Bir AMF türü olan *G. fasciculatum*'un siklamenin (*Cyclamen persicum* Mill.) ısı stresine karşı dayanımındaki etkilerinin incelendiği çalışmada, kontrol bitkilerinde şiddetli yaprak kahverengileşmesi gözlenirken, mikorizal bitkilerde yaprak kararması en az düzeyde kalmıştır. Ayrıca AMF kolonizasyonu, antioksidatif aktiviteyi artırarak ısı stresi zararını azaltmış, bunun yanı sıra bitki büyümesini, diğer bir ifadeyle biyokütlesini artırarak, bitkinin sıcaklık stresine karşı toleransını artırmıştır (Maya ve Matsubara, 2013). Yine ısı stresine ve hastalıklara karşı oldukça duyarlı olan siklamende (*Cyclamen persicum*) yürütülen bir çalışmada, AMF uygulamalarıyla [*G. mosseae*, *G. fasciculatum* (Gf)] ısı stresi altında antraknoza (*Colletotrichum gloeosporioides*) karşı çözüm aranmıştır. AMF, ısı stresi koşullarında bitki büyümesini teşvik etmiş ve antraknoz *G.mosseae* aşılansız siklamenlerde daha fazla baskılanmıştır (Matsubara ve ark., 2013). Siklamende (*Cyclamen persicum* Mill.) antraknoza (Cg) karşı yapılmış başka bir çalışmada, 'Piccolo' çeşidinde *Gigaspora margarita* (GM), *G. mosseae* (Gm), *G. intraradices* (Gi), *G. fasciculatum* (Gf) olmak üzere dört farklı AMF aşılamanın ısı stresi koşullarındaki etkisi incelenmiştir. Hastalık yoğunluğu Gm+Cg ve Gi+Cg ile aşılansız bitkilerde daha az bulunmuş, AMF'lerin ısı stresi koşullarında siklamen üretiminde antraknoz şiddetini azaltabileceği anlaşılmıştır (Maya ve ark., 2012).



Kadife çiçeğinde, farklı kuraklık stresi şartlarında, AMF (*G. constrictum* Trappe) uygulamasının bitkinin büyümesi, pigment ve fosfor içeriği üzerindeki etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, kuraklık stresi altındaki mikorizal bitkiler, kontrol bitkilerine göre önemli ölçüde daha iyi sonuçlar göstermiştir. Genel sonuçlara bakıldığında, mikorizal mantar kolonizasyonunun, konakçı bitkiyi büyüme, pigment içeriği, fosfor içeriği ve çiçek kalitesi yönünden olumlu etkileyerek kuraklık stresini azalttığı görülmüştür (Asrar ve Elhindi, 2011). Farklı kuraklık stresleri altındaki gül (*Rosa damascena* Mill.) bitkilerine AMF aşılama uygulaması, bitki büyüme ve çiçek verimi ile birlikte, P, N, K ve Mg içeriklerini artırmış ve kuraklık stresini tolere etmede etkili olmuştur (Abdel-Salam ve ark., 2018). Su stresi altındaki aslanağzı (*Antirrhinum majus* cv. butterfly) bitkilerinin büyümesi, çiçek verimi, su ilişkileri AMF (*G. deserticola*) uygulaması ile önemli oranda artmıştır. Böylece AMF kolonizasyonunun, su stresi şartlarında yetiştirilen aslanağzı süs bitkisinin büyümesi ve çiçek verimi üzerindeki zararlı etkisini hafifletebileceği doğrulanmıştır (Asrar ve ark., 2012).

### Tuz Stresi Üzerine Etkisi

Yapılan pek çok araştırma, AMF'lerin diğer bir stres faktörü olan tuzluluk stresinde, bitki büyümesini ve tuzluluk toleransını destekleyebildiğini göstermiştir. Mikorizalar, besin alınımının artırılması (Al-Karaki ve Al-Raddad, 1997), bitki büyüme hormonlarının üretimi, rizosferik ve toprak koşullarının iyileştirilmesi, konakçı fizyolojik ve biyokimyasal özelliklerinin değiştirilmesi (Navarro ve ark., 2012) gibi çeşitli mekanizmaları kullanarak tuzluluk toleransını teşvik eder. Mikorizal uygulama (*G. intraradices*, Mycovitro), tuz stresi şartlarındaki şebboy (*Matthiola incana* L.) bitkisinde çiçek kalite parametrelerinin yanı sıra, sürgün ve kök gelişimini de olumlu etkilemiştir (Akat, 2020). Akasyada mikorizal mantar uygulaması, tuzlu toprakların bitki büyümesi üzerindeki zararlı etkilerini, temelde P alınımının artırılması ile ilişkili olarak hafifletmiştir (Giri ve ark., 2007). Orta seviyede tuzlu sulama suyu (3 dS/m) kullanılan saksı karanfilinde mikorizal aşılama ile, bitki büyümesi, çiçek sayısı ve büyüklüğü ile yaprak ve çiçek rengi artırılmıştır (Navarro ve ark., 2012). Akasya (*Acacia gerrardii*) bitkisinde AMF'nin endofitik bakterisi *B. subtilis* ile kombine aşılama, tuz stresli *A. gerrardii* dokularında N, P, K, Mg ve Ca içeriklerini ve fosfataz aktivitelerini artırmış, Na ve Cl konsantrasyonunu azaltmış, böylece bitkiler iyonik ve ozmotik stres kaynaklı değişikliklerden ve tuz stresinden korunmuştur (Hashem ve ark., 2016).

### Sonuç

Bu derlemede, mikorizal mantar türlerinin ve çeşitlerinin farklı kombinasyonlarının, farklı süs bitkilerinde; bitki gelişimini, çiçek kalitesini, çiçeklenme zamanını, çiçek miktarını, yani kısaca bitki kalitesini, bitkinin besin alınımını (özellikle fosfor) artırdığı, kuraklık-sıcaklık-tuz stresine ve hastalıklara karşı bitkileri koruduğu yapılan çalışmaların ışığında net bir şekilde görülmüştür. Ayrıca bütün bu özellikleri ve etkenleri iyileştirmek için, bugüne kadar kullanılan kimyasal gübreler, toksik ve pahalı maddeler yerine, çevre dostu bir uygulama seçeneği sunan mikoriza mantarlarının bu gübre ve maddelere alternatif olarak kullanılabileceği de anlaşılmıştır.

Süs bitkilerinde mikorizal aşılama uygulamaları, yoğun olarak bitki gelişimi ve besin alınımı üzerine yapılmış ancak stres ve hastalıklara karşı bitkiyi koruması üzerine çok fazla çalışmaya ulaşılamamıştır. Gelecekteki araştırmaların bu konulara yoğunlaşması önerilebilir.

## Teşekkür Bilgi Notu

Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir. Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır. Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

## Kaynakça

- Abdel-Salam, E., Alatar, A. and El-Sheikh, M.A. 2018. Inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi alleviates harmful effects of drought stress on damask rose. *Saudi journal of biological sciences*, 25(8), 1772-1780.
- Aboul-Nasr, A. 1995. Effects of vesicular-arbuscular mycorrhiza on *Tagetes erecta* and *Zinnia elegans*. *Mycorrhiza*, 6(1), 61-64.
- Akat, H. 2020. Effects of mycorrhizal inoculation on growth and some quality parameters of *Matthiola incana* (L.) cultivation under salt stress. *Journal of Environmental Biology*, 41(2), 375-381.
- Al-Karaki, G.N. and Al-Raddad, A. 1997. Effects of arbuscular mycorrhizal fungi and drought stress on growth and nutrient uptake of two wheat genotypes differing in drought resistance. *Mycorrhiza*, 7(2), 83-88.
- Anonymous, 2021. <https://www.supagro.fr/ress-pepites/processusecologiques/co/SymbiosesMycorhizienne.html>. Erişim tarihi: 15.12.2021
- Asrar, A.A., Abdel-Fattah, G.M. and Elhindi, K.M. 2012. Improving growth, flower yield, and water relations of snapdragon (*Antirrhinum majus* L.) plants grown under well-watered and water-stress conditions using arbuscular mycorrhizal fungi. *Photosynthetica*, 50(2), 305-316.
- Asrar, A.W.A., and Elhindi, K.M. 2011. Alleviation of drought stress of marigold (*Tagetes erecta*) plants by using arbuscular mycorrhizal fungi. *Saudi journal of biological sciences*, 18(1), 93-98.
- Bagy Araji, D. J. and Powell, C.L. 1985. Effect of vesicular-arbuscular mycorrhizal inoculation and fertiliser application on the growth of marigold. *New Zealand journal of agricultural research*, 28(1), 169-173.
- Besmer, Y.L. and Koide, R.T. 1999. Effect of mycorrhizal colonization and phosphorus on ethylene production by snapdragon (*Antirrhinum majus* L.) flowers. *Mycorrhiza*, 9(3), 161-166.
- Birhane, E., Sterck, F.J., Fetene, M., Bongers, F., and Kuypers, T.W. 2012. Arbuscular mycorrhizal fungi enhance photosynthesis, water use efficiency, and growth of frankincense seedlings under pulsed water availability conditions. *Oecologia*, 169(4), 895-904.
- Cairney, J.W.G. 2000. Evolution of mycorrhiza systems. *Naturwissenschaften*, 87(11), 467-475.

- Cardon Z.G. and J.L. Whitbeck. 2007. The rhizosphere. *Elsevier Academic Press.*, 235 pp.
- Conversa, G., Bonasia, A., Lazzizzera, C. and Elia, A. 2015. Influence of biochar, mycorrhizal inoculation, and fertilizer rate on growth and flowering of *Pelargonium (Pelargonium zonale L.)* plants. *Frontiers in plant science*, 6, 429.
- Çığ, A., Gülser, F., Başdoğan, G. and Gülser, E. 2014. Effects of mycorrhiza on growth of *Narcissus tazetta (L.)* under salt stress. In *The International Congress on Green Infrastructure and Sustainable Societies/Cities (GREINSUS)*, (pp. 08-10).
- Elhindi, K.M., Al-Mana, F.A., El-Hendawy, S., Al-Selwey, W.A. and Elgorban, A.M. 2018. Arbuscular mycorrhizal fungi mitigates heavy metal toxicity adverse effects in sewage water contaminated soil on *Tagetes erecta L.* *Soil Science and Plant Nutrition*, 64(5), 662-668.
- Engel, R., Szabo, K., Abranko, L., Rendes, K., Füzy, A. and Takács, T. 2016. Effect of arbuscular mycorrhizal fungi on the growth and polyphenol profile of marjoram, lemon balm, and marigold. *Journal of agricultural and food chemistry*, 64(19), 3733-3742.
- Ferrante, A., Hunter, D.A., Hackett, W.P. and Reid, M.S. 2002. Thidiazuron—a potent inhibitor of leaf senescence in *Alstroemeria*. *Postharvest Biology and Technology*, 25(3), 333-338.
- Flores, A.C., Luna, A.A.E. and Portugal, V.O. 2007. Yield and quality enhancement of marigold flowers by inoculation with *Bacillus subtilis* and *Glomus fasciculatum*. *Journal of Sustainable Agriculture*, 31(1), 21-31.
- Garmendia, I., Goicoechea, N. and Aguirreolea, J. 2004a. Effectiveness of three *Glomus* species in protecting pepper (*Capsicum annuum L.*) against verticillium wilt. *Biological Control*, 31(3), 296-305.
- Garmendia, I., Goicoechea, N. and Aguirreolea, J. 2004b. Antioxidant Metabolism in Asymptomatic Leaves of *Verticillium*-infected Pepper Associated with an Arbuscular Mycorrhizal Fungus. *Journal of phytopathology*, 152(11-12), 593-599.
- Garmendia, I. and Mangas, V.J. 2012. Application of arbuscular mycorrhizal fungi on the production of cut flower roses under commercial-like conditions. *Spanish Journal of Agricultural Research*, (1), 166-174.
- Gaur, A. and Adholeya, A. 2005. Diverse response of five ornamental plant species to mixed indigenous and single isolate arbuscular-mycorrhizal inocula in marginal soil amended with organic matter. *Journal of plant Nutrition*, 28(4), 707-723.
- Gaur, A., Gaur, A. and Adholeya, A. 2000. Growth and flowering in *Petunia hybrida*, *Callistephus chinensis* and *Impatiens balsamina* inoculated with mixed AM inocula or chemical fertilizers in a soil of low P fertility. *Scientia Horticulturae*, 84(1-2), 151-162.
- Giri, B., Kapoor, R. and Mukerji, K.G. 2007. Improved tolerance of *Acacia nilotica* to salt stress by arbuscular mycorrhiza, *Glomus fasciculatum* may be partly related to elevated K/Na ratios in root and shoot tissues. *Microbial ecology*, 54(4), 753-760.
- Goicoechea, N., Antolin, M.C. and Sánchez-Díaz, M. 1997. Influence of arbuscular mycorrhizae and *Rhizobium* on nutrient content and water relations in drought stressed alfalfa. *Plant and soil*, 192(2), 261-268.

- Grover, M., Ali, S.Z., Sandhya, V., Rasul, A. and Venkateswarlu, B. 2011. Role of microorganisms in adaptation of agriculture crops to abiotic stresses. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 27(5), 1231-1240.
- Hashem, A., Abd-Allah, E. F., Alqarawi, A. A., Al-Huqail, A. A., Wirth, S. and Egamberdieva, D. 2016. The interaction between arbuscular mycorrhizal fungi and endophytic bacteria enhances plant growth of *Acacia gerrardii* under salt stress. *Frontiers in microbiology*, 7, 1089.
- Heijden van der, M.G.A., Klironomos, J.N., Ursic, M., Moutoglis, P., Streitwolf-Engel, R., Boller, T., Wiemken A. and Sanders, I.R. 1998. Mycorrhizal fungal diversity determines plant biodiversity, ecosystem variability and productivity. *Nature.*, 396: 69-72.
- Jamshidi, M., Hadavi, E. and Naderi, R. 2012. Effects of salicylic acid and malic acid on vase life and bacterial and yeast populations of preservative solution in cut gerbera flowers. *International Journal of AgriScience*, 2(8), 671-674.
- Janowska, B. and Andrzejak, R. 2017. Effect of mycorrhizal inoculation on development and flowering of *Tagetes patula* L. 'Yellow Boy' and *Salvia splendens* Buc'hoz ex Etl. 'Saluti Red'. *Acta agrobotanica*, 70(2), 1703.
- Kuldeep Yadav, K., Tanwar, A. and Aggarwal, A. 2015. Impact of arbuscular mycorrhizal fungi and *Pseudomonas fluorescens* with various levels of superphosphate on growth enhancement and flowering response of *Gerbera*. *Journal of Ornamental Plants*, 3(3), 161-170.
- Kumar, S. and Gupta, A. K. 2013. Influence of arbuscular mycorrhiza, gibberellic acid and kinetin on growth, quality parameters and petal senescence in gladiolus cv. Jessica. *Indian Journal of Horticulture*, 70(1), 82-89.
- Lin, X., George, E. and Marschner, H. 1991. Extension of the phosphorus depletion zone in VA-mycorrhizal white clover in a calcareous soil. *Plant Soil.*, 136: 41-48.
- Long, L.K., Yao, Q., Huang, Y.H., Yang, R.H., Guo, J. and Zhu, H.H. 2010. Effects of arbuscular mycorrhizal fungi on zinnia and the different colonization between *Gigaspora* and *Glomus*. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 26(8), 1527-1531.
- Lu, X., and Koide, R.T. 1994. The effects of mycorrhizal infection on components of plant growth and reproduction. *New Phytologist*, 128(2), 211-218.
- Malloch, D.W., Pirozynski, K.A. and Raven, P.H. 1980. Ecological and evolutionary significance of mycorrhizal symbioses in vascular plants (a review). *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 77(4), 2113-2118.
- Matsubara, Y., Ishioka, C., Maya, M. A., Liu, J. and Takami, Y. 2013. Bioregulation potential of arbuscular mycorrhizal fungi on heat stress and anthracnose tolerance in cyclamen. In International Symposium on New Technologies for Environment Control, Energy-Saving and Crop Production in Greenhouse and Plant 1037(pp. 813-818).
- Maya, M.A. and Matsubara, Y.I. 2013. Influence of arbuscular mycorrhiza on the growth and antioxidative activity in cyclamen under heat stress. *Mycorrhiza*, 23(5), 381-390.

- Maya, M.A., Ito, M. and Matsubara, Y. 2012. Tolerance to heat stress and anthracnose in mycorrhizal cyclamen. In International Symposium on Orchids and Ornamental Plants 1025(pp. 143-148).
- Mohammadi, K. 2011. Soil, plant and microbe interactions. *Lambert Academic Publishing.*, 113 pp.
- Navarro, A., Elia, A., Conversa, G., Campi, P. and Mastroiilli, M. 2012. Potted mycorrhizal carnation plants and saline stress: growth, quality and nutritional plant responses. *Scientia Horticulturae*, 140, 131-139.
- Nazari Deljou, M. J., Marouf, A. and Jaberian Hamedan, H. 2013. Effect of inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) on Gerbera cut flower (*Gerbera jamesonii*) production in soilless cultivation. In International Symposium on Growing Media and Soilless Cultivation 1034(pp. 417-422).
- Nowak, J. 2004. Effects of Arbuscular Mycorrhizal Fungi and Organic Fertilization on Growth, Flowering, Nutrient Uptake, Photosynthesis and Transpiration of Geranium (*Pelargonium hortorum* LH Bailey 'Tango Orange'. *Symbiosis*.
- Perner, H., Schwarz, D., Bruns, C., Mäder, P. and George, E. 2007. Effect of arbuscular mycorrhizal colonization and two levels of compost supply on nutrient uptake and flowering of pelargonium plants. *Mycorrhiza*, 17(5), 469-474.
- Philip, L. J., Posluszny, U. and Klironomos, J. N. 2001. The influence of mycorrhizal colonization on the vegetative growth and sexual reproductive potential of *Lythrum salicaria* L. Canadian Journal of Botany, 79(4), 381-388.
- Prasad, K., Aggarwal, A., Yadav, K. and Tanwar, A. 2012. Impact of different levels of superphosphate using arbuscular mycorrhizal fungi and *Pseudomonas fluorescens* on *Chrysanthemum indicum* L. *Journal of soil science and plant nutrition*, 12(3), 451-462.
- Rakbar, S., Jabbarzadeh, Z. and Barin, M. 2022. Effect of Putrescine and Mycorrhiza on Growth, Photosynthesis and Vase Life of Gerbera (*Gerbera jamesonii*) 'Dune' Flowers in Hydroponic Conditions. *Journal Of Horticultural Science*, 35(1), 117-133.
- Rao, G. V., Manoharachary, C. and Rao, B. R. 2002. Beneficial influence of arbuscular mycorrhizal fungal association on growth, yield and nutrient uptake of rose-scented geranium (*Pelargonium species*). *Philippine Journal of Science*, 131(1), 49-58.
- Read, D.J. 1999. Mycorrhiza—the state of the art. In *Mycorrhiza* (pp. 3-34). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Rondina, A.B.L., Lescano, L.E.A.M., de Almeida Alves, R., Matsuura, E.M., Nogueira, M.A. and Zangaro, W. 2014. Arbuscular mycorrhizas increase survival, precocity and flowering of herbaceous and shrubby species of early stages of tropical succession in pot cultivation. *Journal of Tropical Ecology*, 599-614.
- Rouphael, Y., Franken, P., Schneider, C., Schwarz, D., Giovannetti, M., Agnolucci, M. and Colla, G. 2015. Arbuscular mycorrhizal fungi act as biostimulants in horticultural crops. *Scientia Horticulturae*, 196, 91-108.
- Saini, I., Aggarwal, A. and Kaushik, P. 2019a. Inoculation with mycorrhizal fungi and other microbes to improve the morpho-physiological and floral traits of *Gazania rigens* (L.) Gaertn. *Agriculture*, 9(3), 51.

- Saini, I., Yadav, K. and Aggarwal, A. 2019b. Response of arbuscular mycorrhizal fungi along with *Trichoderma viride* and *Pseudomonas fluorescens* on the growth, biochemical attributes and vase life of *Chrysanthemum indicum*. *Journal of Environmental Biology*, 40(2), 183-191.
- Sánchez-Díaz, M., Pardo, M., Antolin, M., Peña, J. and Aguirreolea, J. 1990. Effect of water stress on photosynthetic activity in the Medicago-Rhizobium-Glomus symbiosis. *Plant Science*, 71(2), 215-221.
- Scagel, C.F. 2003. Inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi alters nutrient allocation and flowering of *Freesia x hybrida*.
- Scagel, C.F. 2004a. Inoculation with vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi and rhizobacteria alters nutrient allocation and flowering of harlequin flower. *HortTechnology*, 14(1), 39-48.
- Scagel, C.F. 2004b. Soil Pasteurization and Mycorrhizal Inoculation Alter Flower Production and Corm Composition of *Brodiaea laxa* 'Queen Fabiola'. *HortScience*, 39(6), 1432-1437.
- Scagel, C.F., and Schreiner, R.P. 2006. Phosphorus supply alters tuber composition, flower production, and mycorrhizal responsiveness of container-grown hybrid *Zantedeschia*. *Plant and Soil*, 283(1), 323-337.
- Sezen, I. ve Akpınar Külekçi, E. 2020. Süs Bitkilerinin Gelişim Parametreleri Üzerine Bitki Gelişimini Teşvik Eden Bakterilerin Etkisi. *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 34(Özel Sayı), s. 9-20.
- Shen, H., Christie, P. and Li, X. 2006. Uptake of zinc, cadmium and phosphorus by arbuscular mycorrhizal maize (*Zea mays* L.) from a low available phosphorus calcareous soil spiked with zinc and cadmium. *Environmental Geochemistry and Health*, 28(1-2), 111.
- Sirisha, B., Naik, M. R., Sudhakar, P. and Gopal, K. 2017. Influence of plant growth promoters and arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) on growth, flowering and biochemical attributes of gladiolus cv Arka Amar. *International Journal of Farm Sciences*, 7(2), 83-87.
- Smith, S.E. and D. Read, 2008. Mycorrhizal symbiosis. *Elsevier Academic Press.*, 815 pp.
- Sohn, B.K., Kim, K.Y., Chung, S.J., Kim, W.S., Park, S.M., Kang, J.G., Rim, Y.S., Cho, J.S., Kim, T.H., and Lee, J.H. 2003. Effect of the different timing of AMF inoculation on plant growth and flower quality of chrysanthemum. *Scientia Horticulturae*, 98(2), 173-183.
- Srivastava, R. and Govil, M. 2005. Influence of biofertilizers on growth and flowering in gladiolus cv. American Beauty. In International Conference and Exhibition on Soilless Culture: ICESC 2005 742, (pp. 183-188).
- Tognon, G.B., Sanmartín, C., Alcolea, V., Cuquel, F.L. and Goicoechea, N. 2016. Mycorrhizal inoculation and/or selenium application affect post-harvest performance of snapdragon flowers. *Plant growth regulation*, 78(3), 389-400.
- Vaingankar, J.D. and Rodrigues, B.F. 2015. Effect of arbuscular mycorrhizal (AM) inoculation on growth and flowering in *Crossandra infundibuliformis* (L.) Nees. *Journal of Plant Nutrition*, 38(10), 1478-1488.
- Vaingankar, J.D. and Rodrigues, B.F. 2012. Screening for efficient AM (arbuscular mycorrhizal) fungal bioinoculants for two commercially important ornamental flowering plant species of Asteraceae. *Biological Agriculture and Horticulture*, 28(3), 167-176.

- Venkateswarlu, B. and Shanker, A.K. 2009. Climate change and agriculture: adaptation and mitigation strategies. *Indian Journal of Agronomy*, 54(2), 226.
- Xie, M. and Wu, Q. 2017. Mycorrhiza modulates morphology, color and duration of flowers in hyacinth. *Biotechnology*, 16(3): 116-122.
- Xie, M.M. and Wu, Q.S. 2018. Arbuscular mycorrhizal fungi regulate flowering of *hyacinths orientalis* I. Anna marie. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 144-149.
- Younis, A., Riaz, A., Ikram, S., Nawaz, T., Hameed, M., Fatima, S. and Ahmad, F. 2013. Salinity-induced structural and functional changes in 3 cultivars of *Alternanthera bettzickiana* (Regel) G. Nicholson. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 37(6), 674-687.
- Zaidi, A., Khan, M.S., Ahmad, E., Saif, S., Rizvi, A. and Shahid, M. 2016. Growth stimulation and management of diseases of ornamental plants using phosphate solubilizing microorganisms: current perspective. *Acta Physiologiae Plantarum*, 38(5), 1-21.







## 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 makineleri, tarımsal biyoteknoloji, tarımsal yapılar ve sulama, tarla bitkileri, toprak bilimi ve bitki besleme, topraksız yetiştiricilik ve zootečni 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 ve 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 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 yayımlanacak 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.

## **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 yayın 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 yayın etiği yönergesi dikkate alınarak hazırlanmıştır.

Hakemli dergide yayın 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 yayınlanan 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 gereksiz 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 yayımlatmak 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 belirtmeli 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 bulunmalıdır. 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<sup>-1</sup>, 5 kg N ha<sup>-1</sup> 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 Brasilica*, 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

It accepts original research and review articles in English and in Turkish. 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.

## **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](mailto: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 wright description should be as "4 g kg<sup>-1</sup>" 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. *9<sup>th</sup> 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).