



**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 34
Volume**

**Sayı 2
Number**

2020

**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



FAO AGRIS/CARIS



TR Dizin

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 makineleri, 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: 34

Sayı / Number: 2

Yıl/Year: 2020

Bursa Uludağ Üniversitesi
Ziraat Fakültesi Adına

Sahibi / Owner

Prof.Dr. İlhan TURGUT
Dekan/Dean

Baş Editör/Editor in Chief

Doç.Dr. Hakan ÇELİK

Baş Editör Yardımcısı / Deputy Editor in Chief

Doç.Dr. Asuman CANSEV

Alt Yavın Komisyonu

Doç. Dr. Hakan ÇELİK
Doç. 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
Dr. Öğr.Üyesi Kadir İLHAN
Dr. Öğr.Üyesi Onur TAŞKIN

İletişim/Contact

Tel: 0224 294 14 07
Fax: 0 224 294 14 02
e-posta: 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 – 2020



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: 34

Sayı /Number: 2

Yıl/Year: 2020

Editörler Kurulu / Editorial Board

Baş Editor

Doç. Dr. Hakan ÇELİK

hcelik@uludag.edu.tr

Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa, TÜRKİYE

Co Editor

Doç. Dr. Tolga TİPİ

Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa, TÜRKİYE

Co Editor

Doç. Dr. Oya KAÇAR

Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa, TÜRKİYE

Co Editor

Doç. Dr. Asuman CANSEV

Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa, TÜRKİYE

Co Editor

Doç. Dr. Ekin SUCU

Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa, TÜRKİYE

Co Editor

Doç. Dr. Sine ÖZMEN TOĞAY

Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa, TÜRKİYE

Co Editor, page layout editor

Doç. Dr. Elvan ENDER ALTAY

Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa, TÜRKİYE

Co Editor

Dr. Öğretim Üyesi Kadir İLHAN

Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa, TÜRKİYE

Co Editor

Dr. Öğretim Üyesi Onur TAŞKIN

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: 34

Sayı /Number: 2

Yıl/Year: 2020

Editörler Kurulu / Editorial Board

Diğer Üniversitelerden / From Other Universities

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

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

Yrd.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



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: 34

Sayı /Number: 2

Yıl/Year: 2020

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Dr. Erdiñ UYSAL, 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: 34

Sayı / Number: 2

Yıl/Year: 2020

BU SAYIDA HAKEMLİK YAPAN ÖĞRETİM ÜYELERİ

(Scientific Advisory Board)

(Alfabetik Sıraya Göre/Alphabetical Order)

Akpınar, Ayşegül	Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi
Arık, Gökşen	Balıkesir Üniversitesi
Baran, Mehmet Fırat	Siirt Üniversitesi
Candoğan, Burak Nazmi	Bursa Uludağ Üniversitesi
Çetin Karaca, Ummahan	Selçuk Üniversitesi
Çınar, Aycan	Bursa Teknik Üniversitesi
Daş, Mehmet	Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi
Değirmenci, Hasan	Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi
Değirmencioğlu, Nurcan	Bandırma Onyedli Eylül Üniversitesi
Demirkıran, Ali Rıza	Bingöl Üniversitesi
Demiroğlu Topçu, Gülcan	Ege Üniversitesi
Dülger Altınır, Dilek	Kocaeli Üniversitesi
Erdoğan, Ahmet	İnönü Üniversitesi
Gençer, H. Vasfi	Ankara Üniversitesi
Gökdoğan, Osman	Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi
Gültaş, Metin	Bursa Uludağ Üniversitesi
Güneşer, Buket	Uşak Üniversitesi
İlkaç Yoldaş, Havvanur	İstanbul Medeniyet Üniversitesi
Karan, Yasin Bedrettin	Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi
Karasu Yalçın, Seda	Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Kaya, Muharrem	Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi
Kızıl, Ünal	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Kıbar, Hakan	Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Sönmez, İlker	Akdeniz Üniversitesi
Toker, Cengiz	Akdeniz Üniversitesi
Türk, Mevlüt	Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi
Unakıtan, Gökhan	Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi
Uzun, Ayşen	Bursa Uludağ Üniversitesi
Yalçın, Melis	Aydın Adnan Menderes Üniversitesi
Yüksel, Aysun	Sağlık Bilimleri Üniversitesi



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: 34

Sayı /Number: 2

Yıl/Year: 2020

İçindekiler / Contents

ARAŞTIRMA MAKALELERİ (Research Articles)

- Bakü İlinde Faaliyet Gösteren Süt Sığırı İşletmelerinin Yapısal Durumu ve Değerlendirilmesi**
Structural Status and Evaluation of Dairy Cattle Operations in Baku
İlker KILIÇ, Büşra YAYLI, Aydın ALAKBEROV237
- Bazı Organik Materyallerin ve İnorganik Gübrelerin Çemen Bitkisinin Gelişimine Etkileri**
Effects of Organic Materials and Inorganic Fertilizers on Plant Growth of Fenugreek
(Trigonella foenum graecum)
Veysi AKŞAHİN, Füsün GÜLSER.....255
- Bursa İli Sulama Birliklerinin Performans Göstergelerinin Karşılaştırmalı Değerlendirmesi**
Benchmarking of the Performance Indicators of Water User Associations in Bursa Province
Ömer Tarık ERSÖZ, Gökhan ÇAMOĞLU267
- Technical and Economic Analysis of the Use of Wind Energy for Water Extraction:
Karacabey Example**
Su Çıkarma Amaçlı Rüzgar Enerjisi Kullanımının Teknik ve Ekonomik Analizi: Karacabey Örneği
Erkan BÖLÜKBAŞ, Tuğba BİÇEN, Ali VARDAR.....287
- The Evulation of Stress Related Gene Expression Level and Relationship to Cellular H2O2 in
Chickpea (Cicer arietinum L.) Under Copper Stress**
Bakır Stresi altında Nohut Bitkisinde (Cicer arietinum L.) Stresle İlişkili Gen Ekspresyon
Seviyelerinde Meydana Gelen Değişimlerin Belirlenmesi ve Hücresel H2O2 ile İlişkisi
Musa KAR, Nuriye ÖZTÜRK303
- Kamışsı Yumak (Festuca arundinacea Schreb.) Tohumlarının Çimlenmesi Üzerine
Tuz Stresinin Etkileri**
Effects of Salt Stress on The Germination of Tall Fescue (Festuca arundinacea Schreb.) Seeds
Mevlüt TÜRK, Mehmet ALAGÖZ.....317
- Türkiye İpekböcekçiliğinde Kadının Rolü ve Önemi**
The Role and Importance of Woman in Sericulture in Turkey
Ümran ŞAHAN, Şule TURHAN325
- Candida boidinii'nin Farklı Suşlarının Deltamethrini Parçalama Potansiyellerinin İn-vitro
Koşullarda Belirlenmesi**
Determination of Deltamethrin Degradation Potentials of Different Candida boidinii
Strains in In-vitro conditions
Ayşegül YILDIRIM KUMRAL, Nabi Alper KUMRAL, Ozan GÜRBÜZ337

Kahramanmaraş İlinin Biyogaz Potansiyelinin Farklı Modeller Kullanılarak Belirlenmesi Determination of Biogas Potential of Kahramanmaraş Province Using Different Models Ömer Faruk AY, Ahmet KAYA	351
Evaluation of Nineteen Potato Cultivars for Salt Tolerance and Determination of Reliable Parameters in Tolerance On Dokuz Patates Çeşidinin Tuza Toleranslarının Değerlendirilmesi ve Toleransta Güvenilir Parametrelerin Belirlenmesi Çiğdem AYDOĞAN, Ece TURHAN	365
<u>DERLEMELER (Reviews)</u>	
Toplu Beslenme Sistemlerinde Farklı Bir Yaklaşım: Engeller Teknolojisi A Different Approach in Foodservice Systems: Hurdle Technology Fatma GÜL	385
Fenolik Bileşiklerin Lipit Oksidasyonunu Önleme Aktiviteleri ve Timokinonun Terapötik Özellikleri Lipid Peroxidation Inhibition Activities of Phenolic Compounds and Therapeutic Potential of Thymoquinone Şeyma YILDIZ, Semra TURAN	397
Çevre ve İnsan Sağlığı Açısından Çim Bitkilerinin Faydaları Benefits of Turfgrasses in Terms of Environment and Human Health Sinem ZERE TAŞKIN, Uğur BİLGİLİ	417
Fonksiyonel Beslenmede Bademin Önemi The Importance of Almond in Functional Nutrition Esra TOPÇUOĞLU, Lütfiye YILMAZ-ERSAN	427
SU KEFİRİ: Kimyasal Bileşimi ve Sağlık Üzerindeki Etkileri WATER KEFİR: Chemical composition and effects on health Nurcan DEĞİRMENCİOĞLU	443



Bakü İlinde Faaliyet Gösteren Süt Sığırı İşletmelerinin Yapısal Durumu ve Değerlendirilmesi^A

İlker KILIÇ^{1*}, Büşra YAYLI², Aydın ALAKBEROV³

Öz: Bu çalışmada, Azerbaycan'ın Bakü ilinde süt sığırcılığı yapan büyük baş hayvan barınaklarının yapısal ve teknik özellikleri, gübre yönetimi, barınaklarda bulunan büyük baş hayvan sayısı, günlük süt verimi, işletmelerdeki işçi varlığı, barınak sahiplerinin iş deneyimleri ve eğitim durumları ile barınakların geliştirilme olanakları incelenmiştir. Araştırma materyali, Bakü ili ve çevresinde yer alan 50 adet süt sığırı ahırından oluşmaktadır. İncelenen işletmelerin sahipleriyle yüz yüze görüşülerek anket ve barınaklarda gözlem yapılmıştır. İşletme sahiplerinin %30'unun lisans eğitimi, %14'ünün meslek lisesi, %38'inin ortaokul mezunu ve %18'inin eğitimsiz olduğu belirlenmiştir. İşletme sahiplerinin 0-40 yaş arası %22, 41-50 yaş arası %34, 51-60 yaş arası %28, 61 yaş ve üstü %16 oranında olduğu gözlemlenmiştir. Araştırılan barınakların %22'si serbest duraklı, %46'sı serbest yarı kapalı ve %32'si serbest açık sisteme sahiptir. İşletmelerin %56'sı sadece süt sığırcılığı, %44'ü aynı zamanda et üretimi faaliyeti yapmaktadır. Barınakların %82'sinde gübre deposu ve %92'sinde sağım odası bulunmamaktadır. Sağımın %42 oranda makine ile yapıldığı ve işletmelere göre hayvan başına düşen günlük süt miktarının 5-25 L arasında değiştiği gözlemlenmiştir. İşletmelerin %18'inin ürettiği sütü işleyerek sattığı belirlenmiştir. Çalışma sonunda işletmelerin bir kaçı dışında çoğunun yapısal açıdan uygun olmadığı, verimli inek ırklarının kullanılmasına rağmen süt veriminin düşük olduğu gözlenmiştir. Modern bir süt sığırı barınağında olması gereken özellikler ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: Barınak tasarımı, süt sığırı, süt sığırı barınağı, serbest duraklı barınak.

^A Bu çalışma kapsamında yer alan anket formu için BUÜ Fen ve Mühendislik Bilimleri Araştırma ve Yayın Etiği Kurulundan 28 09 2018 tarih ve 2018-06 sayılı oturum kararıyla onay alınmıştır.

* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** ¹ İlker KILIÇ, Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa, Türkiye, ikilic@uludag.edu.tr, [OrcID 0000-0003-0087-6718](https://orcid.org/0000-0003-0087-6718)

² Büşra YAYLI, Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa, Türkiye, busrayayli@uludag.edu.tr, [OrcID 0000-0002-0198-3550](https://orcid.org/0000-0002-0198-3550)

³ Aydın ALAKBEROV, Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa, Türkiye, Alakbarov.ds@mail.ru, [OrcID 0000-0002-6864-3606](https://orcid.org/0000-0002-6864-3606)

Structural Status and Evaluation of Dairy Cattle Operations in Baku

Abstract: In this study, structural and technical characteristics, manure management, number of dairy cattle in barns, daily milk yield, workers in farms, dairy farm owners' work experience, educational status and development possibilities were examined in Baku, Azerbaijan. The material of the research consists of 50 dairy barns in Baku. The owners of the surveyed enterprises were interviewed face to face and was completed and shelters were observed. 30% of the education level of the owners is bachelor's degree, 14% is labor school education, 38% is secondary school graduate, 18% is uneducated and the age groups is between 0-40 years % 22, 41-50 years % 34,% 51-60 age,% 28,% 61 and over 16% were observed. 22% of the shelters surveyed have freestall, 46% have free semi-closed and 32% have free open systems. 56% of the enterprises are engaged only in dairy cattle production and 44% of them also produce meat. There is no manure storage in 82% of the barns and no milking parlor in 92%. It was observed that milking was done with 42% milking machine and the daily milk amount per animal varied between 5-25 L. 18% of the dairy farms process and sell the milk. At the end of the study, it was observed that most of the farms except two were not suitable in terms of structure and milk yield was low despite the use of productive cow breeds. As a result of this study, a modern shelter was designed to meet animal demands.

Keywords: Barn design, dairy cattle, dairy cattle barn, free-stall barn.

Giriş

Besin maddeleri arasında hayvansal gıdalar önemli yer almaktadır. Dünyada insan nüfusu zamanla artmaktadır ve protein içeriği zengin olan et, süt ve süt ürünlerinin tüketilmesi, protein dengesinin sağlanabilmesi açısından önemlidir. Süt, insan beslenmesinde önemli bir yere sahiptir. Süt ve süt ürünleri, günlük beslenme düzeninde yer alan temel protein kaynaklarını oluşturmaktadır (Niyaz ve İnan, 2016). İşletmelerde yüksek verimli süt sığırtı yetiştirmekle beraber, çevresel isteklerini de karşılamak, barınakların modern ve iklime uygun tasarımı, hayvan refahının sağlanması, üretimin artırılması için önemlidir.

Barınaklarda oluşturulan çevre koşullarının, hayvanların verimine ve sağlığına etkisi önemlidir. Hayvanların genetik veriminden maksimum şekilde yararlanabilmek için, uygun çevre koşullarını sağlamak ve refahları için maksimum düzeyde konforunu sağlamak gerekmektedir. Süt sığırtılarının 24°C'den yukarı sıcaklıklarda süt verimi genellikle düşmeye başlamaktadır. Sıcaklığın 35°C ve üstüne çıkması süt sığırtılarının üretimini %50 azaltmaktadır (Olgun, 2016). Bağıl nemin süt sığırtıları üzerindeki etkisine ortam sıcaklığının da etkisi vardır. Bu nedenle, nem oranının hesaplanmasında ortam sıcaklığı da dikkate alınmalıdır (Ekmekyapar, 1991). Barınaktaki günlük işlerin çalışanlar tarafından rahat şekilde yapılması, yemlemenin yapılabilmesi, iş kolaylığı ve hayvan sağlığı açısından barınak içerisinde yeterli derecede ışık sağlanmalıdır. Hayvan barınaklarında mümkün olduğu kadar doğal aydınlatmaya öncelik verilmesi gerekir. Karanlık alanlarda ve gece olduğunda yapay aydınlatmadan da yararlanılmaktadır (Olgun, 1991).

Barınaklardaki üretimi etkileyen etmenlerden biri de barınağın yapısı ve doğru inşaat uygulamalarının yapılmasıdır. Bunun için de barınakların bütün ayrıntılarının en ince detayının bile doğru şekilde tasarlanması önem arz etmektedir. Hayvan barınaklarının diğer yapılardan farklı olmasının en önemli nedeni, hayvanların günün büyük bir kısmını barınakta geçmesidir. Süt sığırcılığında hayvan barınakları, sığırlar için yaşam ve üretim alanıdır, bu da hayvan barınakları tasarımının doğru bir şekilde yapılması için büyük etkidir (Uğurlu, 2006). Hayvan ahır, süt sığırcılığı işletmelerinin en önemli binası olarak bilinmektedir. Ahır planlaması yapıldığında dikkate alınacak unsurlar; duraklar, yemlik sistemi, gübre temizleme sistemi, ahır tabanı ve sağım yeri olarak belirtilmektedir.

Modern hayvan barınaklarında ortalama olarak yatırımların %55'i binaların yapısına, %20'si besi giderlerine, %20'si hayvanlara ve %5'i ekipman ve makinalara ayrılmaktadır. Planlamada olan eksikliklerin sonradan giderilmesi veya planlanma sırasında hesap edilemeyen hataların tespit edilmesi ve düzeltilmesi maddi açıdan barınak sahipleri için ciddi sıkıntılar oluşturmaktadır.

Azerbaycan'da modern hayvan barınakları genelde betonarme ya da çelik yapılar şeklinde inşa edilmektedir. Son yıllarda Azerbaycan Kent Tasarufatı Bakanlığı'nın hayvan barınağı işletmelerine sağladığı hibe desteği ve en önemlisi de hayvan alımında %50 kredi ayırması insanları memnun etmekte ve yatırımcıların bu sektöre yönelmesini sağlamaktadır. Bu çalışmada Bakü ve çevresindeki süt sığırcılığı işletmeleri ziyaret edilerek, hazırlanan anket formları çerçevesinde işletmelerin yapısal sorunları ortaya konulmuş ve geliştirilme olanakları değerlendirilmiştir.

Materyal ve Yöntem

Bu araştırmada Azerbaycan'ın Bakü ili Nesimi, Sebail, Hetai, Surahani, Yasamal, Binegedi, Sabunçu (Şekil 1) ilçelerinde yer alan 50 büyük baş hayvan barınağı incelenmiş ve barınakların sahipleri ile bire-bir görüşülerek anketler yapılmıştır. Bu görüşmelerin bir kısmı Azerbaycan Tarım Bakanlığı tarafından desteklenmiştir.



Şekil 1. Azerbaycan ve Bakü haritası (Anonim, 2019a; Anonim, 2019b)

Çalışmada Azerbaycan Tarım Bakanlığı'nda kayıtlı bulunan süt sığırları işletmeleri ve bunların konumları ile ilgili bilgiler alınarak anket yapılacak işletmeler belirlenmiştir. Anket formu hazırlanıp işletme sahipleri ile görüşülerek barınak içi mekanizasyon, hayvanların yemlenmesi, veteriner kontrolü, tohumlanması, sayısı ve günlük süt verimi ve çalışanların deneyimleri ile ilgili bilgiler alınmıştır. Çalışmalarda arazi varlıkları, su deposu, yem deposu, gübre çukuru, gebe ve hasta hayvan yeri ve yardımcı binaların varlığı, barınakların boyutu ve yapı malzemesi, süt sağım usulü, en çok hangi barınak sisteminin tercih edildiği ile ilgili bilgiler toplanmıştır. Bu çalışma kapsamında yer alan anket formu için BUÜ Fen ve Mühendislik Bilimleri Araştırma ve Yayın Etiği Kurulundan 28 09 2018 tarih ve 2018-06 sayılı oturum kararıyla onay alınmıştır.

Bulgular ve Tartışma

İncelenen İşletmelerin Genel Özellikleri

Bakü bölgesinde yapılan anket çalışması ile süt sığırcılığı barınak sahiplerinin eğitim durumu, yaşı ve deneyimleri belirlenmiştir. Barınak sahiplerinin eğitim durumu Çizelge 1'de verilmiştir. Araştırma sonucunda barınak sahiplerinin yaklaşık olarak üçte biri (30%) üniversite, %14'ü meslek lisesi, %38'i ilköğretim mezunu olup ve %18'i ise eğitimsizdir. İşletme sahiplerinin çoğunluğunun ilköğretim mezunu olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 1. Barınak sahiplerinin eğitim durumları

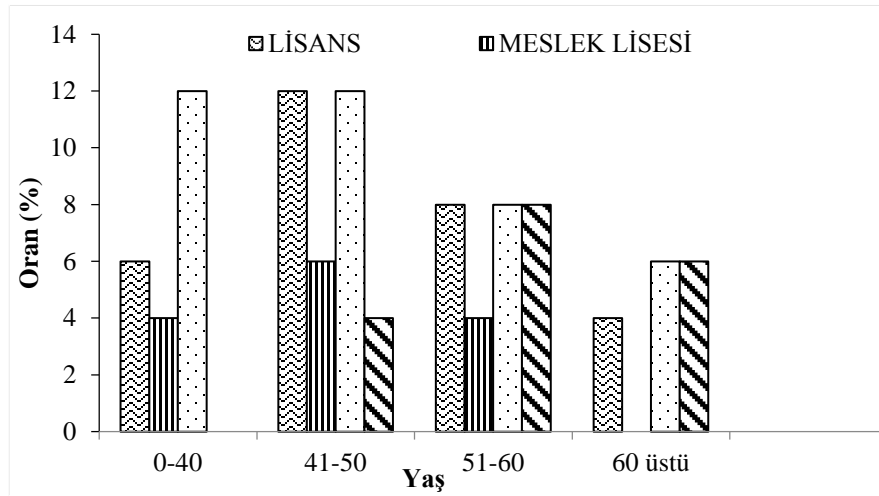
Eğitim durumu	Barınak Sayısı (n)	Oranı (%)
Lisans	15	30
Meslek Lisesi	7	14
Orta Okul	19	38
Eğitimsiz	9	18
Toplam	50	100

Yaş gruplarına göre barınak sahiplerinin dağılımı Çizelge 2'de verilmiştir. Barınak sahiplerinin %22'sinin 40 yaş, %34'ünün 41-50 yaş, %28'inin 51-60 yaş, %16'sının 61 yaş ve üstü olduğu gözlemlenmiştir. Yapılan araştırmadan ortaya çıkan sonuçlara göre işletme sahiplerinin büyük kısmı (%62) 41-60 yaş aralığındadır.

Çizelge 2. Barınak sahiplerinin yaş durumları

Yaş	Barınak Sayısı (n)	Oranı (%)
40 yaşa kadar	11	22
41-50	17	34
51-60	14	28
61 ve üstü	8	16
Toplam	50	100

Çalışmada 41-50 yaş grubu arasında olan yetiştiricilerin %12'sinin üniversite mezunu olduğu belirlenmiştir (Şekil 2). Geri kalan yaş grubu içerisinde lisans eğitimi olanların oranının nispeten daha düşük olduğu görülmektedir. Lisans eğitimi mezunu olan 51-60 yaş arası barınak sahipleri %8, 40 yaşa kadar %6, 60 yaş üstü %4'dür. Meslek lisesi mezunu olanların 41-50 yaş grubunda olan işletme sahipleri diğer gruplara göre daha yüksek oranda (%6) olduğu tespit edilmiştir. 40 yaşa kadar %4, 41-50 yaş arası %6, 51-60 yaş arası %4 olduğu ve 60 yaş üstü olan işletme sahiplerinin arasında meslek lisesi mezunu olan işletmeci bulunmamaktadır. Kırk yaşa kadar ve 41-50 yaş grubuna dâhil ortaokul mezunu olan işletme sahiplerinin sayısının aynı olduğu ve oranının %12 olduğu bulunmuştur.



Şekil 2. İşletme sahiplerinin yaş grubuna göre eğitim durumları

Süt sığırıcılığı yapan işletme sahiplerinin büyük bir bölümünün yeteri kadar iş deneyimine sahip olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3). İşletme sahipleri içerisinde 10 yıla kadar deneyime sahip olanların sadece %14 oranında olduğu belirlenmiştir. İncelenen süt sığırları işletmelerin sahiplerinin %26'sı 11-15 yıl, %24'ü 16-20 yıl, %14'ü 21-25 yıl, %22'si 26 yıl ve daha çok iş deneyimine sahiptirler.

Çizelge 3. Barınak sahiplerinin iş deneyimleri

İş Deneyimi	Barınak Sayısı (n)	Oranı (%)
0 – 10	7	14
11 – 15	13	26
16 – 20	12	24
21 – 25	7	14
26 ve üstü	11	22
Toplam	50	100

Araştırılan işletmelerde toplam büyük baş hayvan sayısının işletmelere göre dağılımı Çizelge 4’de gösterilmiştir.

Çizelge 4. Süt sığırı işletmelerinde büyük baş hayvan sayısı kapasitesi

Hayvan sayısı	Barınak sayısı (n)	Oran (%)
0-10	12	24
11-20	8	16
21-30	3	6
31-40	7	14
41-50	2	4
51-100	13	26
100 ve daha fazla	5	10
Toplam	50	100

Bakü ili ve dâhilinde olan ilçe ve kasabalarda işletme sahiplerinin büyük bir bölümü aile işletmeciliği olarak ve geleneksel yöntemlerle süt sığırı işletmeciliği yapmaktadırlar. İşletmelerin büyük kısmında (%60) barınakları 7 gün ve daha geç olmak üzere düzenli olmayan zaman aralıkları ile temizlenmektedir (Çizelge 5).

Çizelge 5. Hayvanların temizlenme zaman aralığı

Hayvanların bakımı	Oranı (%)
Her gün	32
Üç günde bir	10
Bir haftada bir	44
On gün ve daha fazla	14

İşletmelerin %32’sinin her gün, %10’nun ise üç gün aralıklarla temizlik yaptığı gözlemlenmiştir. Süt sığırcılığı yapan işletmelerde hayvanların büyük kısmı, devlet yardımının sağladığı kolaylıklardan dolayı (Holstein ve Simental vb.) süt verimi yüksek olan ırklardır. Ancak Çizelge 5’den görüldüğü gibi barınak koşullarının yetersiz olması verimli ırklardan yeterince süt alınmamasına neden olmaktadır. Yeterince temiz ve hijyen olmayan ortamlarda hayvan refahının yeteri düzeyde olmaması nedeniyle istenilen süt verimi alınmamaktadır.

İncelenen Süt Sığırı Barınaklarının Yapısal ve Teknik Özellikleri

Bakü ilinde incelenmiş olan 50 adet süt sığırı barınaklarında %22’sinin serbest duraklı, %32’sinin serbest sistem ve %46’sının ise yarı kapalı sistem kullanıldığı tespit edilmiştir. Serbest duraklı işletme örneği Şekil 3’te verilmiştir.



Şekil 3. Serbest duraklı işletme örneği

Çalışmada yapılan anket ve yüz yüze görüşme sonrasında elde edilen bilgiler ışığında barınakların teknik özellikleri ve barınaklarda bulunduran ekipmanlar Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 6. Barınaklarda bulunduran ekipmanlar

Ekipman	Sayısı (n)	Oranı (%)
Gübre temizleme sistemi	1	2
Jeneratör	14	28
Termometre	28	56
Yemlik	24	48
Suluk	23	46

Araştırmanın sonucunda barınakların modern yapıya sahip olmaması, işletme için önemli teçhizat, alet ve ekipmanların az sayıda işletmede bulunduğu görülmüştür. Süt sığırcılığında süt veriminin yüksek seviyede olması için barınaklarda hayvanların konforlu şekilde barındırılması gerekmektedir. Günümüzde inşa edilmekte olan modern barınaklarda gübre temizleme sistemi hayvanların temizliği ve işçi payına düşen işin azaltılması açısından önemlidir.

İşletmelerde hayvan refahı açısından değerlendirildiğinde, barınakların genişlikleri, uzunlukları ve yükseklikleri barınak hacmiyle doğrudan ilişkili olduğu için önemlidir. İncelenen barınakların yükseklik, genişlik ve uzunluk dağılımları sırasıyla Çizelge 7, 8 ve 9'da gösterilmiştir. İncelenen işletmelerin boyutsal özellikleri literatürde önerilen değerler ile karşılaştırıldığında ahır yüksekliği değerlerinin çoğu işletmede uygun olmadığı görülmüştür. Barınak yüksekliği; soğuk bölgelerde 240-250 cm, ılık bölgelerde 250-275 cm, sıcak bölgelerde ise 275-300 cm olmalıdır (Alkan, 2015; Usta, 2011). Arıcı ve ark. (2001) serbest ahırlarda yan duvar yüksekliğinin soğuk bölgelerde 2.50-2.75 m, ılıman iklimlere sahip bölgeler ile sıcak bölgelerde 2.75-4.00 m olması gerektiğini bildirmişlerdir. İncelenen ahırların genişliklerinin nispeten literatürde verilen değerler ile uyum gösterdiği belirlenmiştir. Ekmekyapar (1999), barınak genişliğini, tek sıralı barınaklarda soğuk bölgelerde 4.5 m olup, ılık bölgelerde 4.75 m, ve sıcak bölgelerde 5.0 m olarak, çift sıralı barınaklarda ise soğuk bölgelerde 8.0-8.5 m, ılık bölgelerde 8.3-8.5 m, sıcak bölgelerde ise 10 m olarak önermektedir.

Çizelge 7. İncelenen süt sığırı barınaklarının yükseklik dağılımları

Ahır yüksekliği	Sayısı (n)	Oranı (%)
2 m'ye kadar	16	32
2.01-2.50 m	20	40
2.51 m'den fazla	14	28
Toplam	50	100

Çizelge 8. İncelenen işletmelerde barınakların genişlik dağılımları

Ahır Genişliği (m)	Sayısı (n)	Oranı (%)
5m'den az	16	32
5.01-10 m	20	40
10.01-20 m	9	18
20 m'den daha geniş	5	10
Toplam	50	100

Çizelge 9. İncelenen işletmelerde barınakların uzunluk dağılımları

Ahır Uzunluğu	Sayısı (n)	Oranı (%)
10 m'den az	14	28
10.01-20 m	21	42
20.01-30 m	9	18
30 m'den daha uzun	5	10
Toplam	50	100

İncelenen Süt Sığırı Barınaklarında Kullanılan Yapı Elemanları

Barınakların inşasında çatı iskelet malzemesi olarak işletmelerde %54'ünde çelik, %46'sında ahşap kullanılmıştır, çatı malzemesi olarak ise işletmelerin %66'sı trapez sac ve %34'ü eski kiremit malzemelerini kullanmaktadır. Çatı malzemelerinden demir ve trapez sac kaplaması kullanılmış işletmelerden bir örnek Şekil 4'de gösterilmiştir.



Şekil 4. İskelet malzemesi demir ve trapez sac olarak yapılmış çatı kaplaması örneği

İşletmelerin %34'ünde iskelet malzemesi olarak ahşap, çatı kaplaması olarak kiremit malzemesi kullanmış, %12'sinde iskelet malzemesi olarak ahşap, çatı malzemesi olarak ise trapez sac kullanılmıştır. İşletmelerde briket ve tuğladan yapılmış duvarlar bulunmaktadır. Araştırılan işletmelerin konumunun, duvarların hâkim rüzgârın önünü kesecek şekilde olduğu görülmüştür. Zeminin beton olması temizliğin yapılmasını kolaylaştıracak yöntemlerden biridir.

Çizelge 10 İşletmelerde kullanılan altlık materyalleri arasındaki farklılıkları göstermektedir. İncelenen süt sığırları işletmelerindeki barınaklarda tercih edilen altlık materyalleri, sırasıyla kum, kauçuk, beton ve toprak olarak sıralanmaktadır.

Çizelge 10. Barınaklarda kullanılan altlık malzemeleri

Altlık Malzemesi	Sayı (n)	Oran (%)
Beton	14	28
Kum	8	16
Toprak	17	34
Kauçuk	11	22
Toplam	50	100

Altlık kullanılmayan durak örneği Şekil 5'te, altlık olarak kum kullanan durak örneği ise Şekil 6'da gösterilmiştir.



Şekil 5. Altlık kullanılmayan durak



Şekil 6. Altlık malzemesi olarak kum kullanan barınak

Altlık kullanılmayan işletmelerde temizliğin kolay yapıldığı gözlemlenmektedir. Ancak altlık kullanılmayan işletmelerde zemin kayganlığı, hayvanların davranış bozuklukları ve konforunun iyi olmadığı tespit edilmiştir. Aynı zamanda hayvanların sağlığı açısından gezinme alanına yönelik eğim bulunmamaktadır. Ayrıca altlık malzemelerin kullanılmaması meme hastalığının artmasına, hijyenik koşulların iyi olmamasına ve hayvanların rahatsızlığına sebep olmaktadır.

İncelenen Süt Sığırı Barınaklarında Yardımcı İşletim Sistemleri

Araştırılan işletmelerin %48'inde yemlik bulunmaktadır. Yemliğin genişliği 30-50 cm, derinliği 15-30 cm olan betondan yapıldığı, ayrıca hayvanların rahat şekilde yemlenebilmesi için hayvanların bulunduğu yerden daha yüksekte yapılandırıldığı görülmüştür. Yemlik bulunmayan işletmelerde yemleme, yem yolu ile sağlanmaktadır ve işletmelerin %52'sinde, hayvanların beslenmesi yemlik yolu ile sağlanmaktadır.

Yemin dağıtılması traktör veya insan gücü ile yapılmaktadır. Yemin traktör yardımı ile dağıtıldığı işletmelerde yem yolu genişliğinin, insan gücü ile dağıtılmasına göre daha geniş olduğu gözlemlenmekte olup, insan gücü ile dağıtıldığında yem yolunun 100-200 cm olduğu, traktör yardımı ile dağıtım yapılan işletmelerde ise 240-320 cm olduğu tespit edilmiştir. Arıcı ve ark. (2001) yem yolu genişliğinin yem dağıtım şekline bağlı olarak değiştiğini ve n az genişlik 75-100 cm olmak üzere, traktör ve benzeri araçların kullanıldığı durumlarda 240-350 cm arasında olması gerektiğini bildirmişlerdir. İncelenen işletmelerdeki yem yolları literatürde verilen değerler ile uyum göstermektedir. Yemlik kullanan barınak örneği Şekil 7'de, yem yolu kullanan barınak örneği ise Şekil 8'de gösterilmiştir.



Şekil 7. Yemlik kullanan barınak



Şekil 8. Yem yolu kullanan barınak

Servis yolunda gübre temizliği su ile ve genelde modern süt sığırcılığında kullanılan ve iş gücü gerektirmeyen mekanik sıyırıcılar vasıtası ile yapılmaktadır. Durakların tasarımı doğru yapıldığı zaman gübrenin servis yollarına eğim yardımı ile toplanması görülmektedir. Günde bir ya da iki kez olmak üzere hayvanların sağımı sırasında gübre temizliği yapılmalıdır. İş gücünün azaltılması yönünden mekanik temizleme sistemi önemli unsurlardan biri olmasına rağmen araştırma yapılan 50 işletmeden sadece %2 oranda gübre temizliği mekanik yolla, %98'inde ise işçi ve traktör yardımı ile yapılmaktadır. Mekanik yolla gübre temizleme sistemi Şekil 9'da gösterilmiştir.



Şekil 9. Gübre temizleme sistemi

Suluklar otomatik ve tekne vasıtası ile iki yolla yapılmaktadır. Tekneler ile %54 oranda sulama yapan işletmelerde insan emeği açısından kovaların yardımı ile su taşındığı için zorluklar yaşandığı ve hijyenik açıdan doğru bulunmadığı gözlemlenmektedir. Otomatik sulukların %46 oranda doğum bölmelerinde, gezinme alanlarında ve barınaklarda bulundurulduğu tespit edilmiştir.

İşletmelerde gezinme alanı varlığı hayvanların rahat şekilde dolaşmaları ve temiz hava almaları açısından gerekmektedir. Bu bölüm soğuk rüzgârlardan korunacak ve güneş alacak şekilde konumlandırılmalıdır. Serbest duraklı barınakta gezinme alanı numunesi Şekil 10'da gösterilmiştir. Serbest açık ahırlarda gezinme alanı örneği Şekil 11'de gösterilmiştir.



Şekil 10. Serbest duraklı barınakta gezinme alanı



Şekil 11. Serbest açık ahırda gezinme alanı

İncelenen Süt Sığırı İşletmelerinde Yardımcı Yapılar

Silaj depoları 50 işletmenin %22'sinde bulunmaktadır. Yüzde 78'inde ise silaj depoları bulunmamaktadır. Silaj deposu bulunmayan işletmeler yemleri barınak yakınında veya bitişik şekilde depolamaktadırlar. Örnek bir yem deposu Şekil 12'de gösterilmiştir. Silaj deposu bulunmayan bazı işletmelerde kaba yemin üst üste toplanarak

üzerinin su ve nem geçirmeyen plastik materyal veya örtü ile kapatıldığı, rüzgâra karşı dayanıklı olabilmesi için üzerine taş veya başka malzemeler konulduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 12. Yemlerin bulundurulduğu alan

Çalışmanın yürütüldüğü işletmelerde, yem fiyatının yüksek olması nedeniyle yemlemenin %98 oranda kepek ile yapılması, hayvanların sağlığının tehlike altında olduğu ve süt veriminin bu sebeplerle kötü etkilendiği gözlemlenmektedir. Çalışmada incelenen işletmelerdeki hayvan varlığının %79'unun sağmal süt sığırı olduğu gözlemlenmektedir. Süt veriminin üst seviyeye çıkarılma yöntemlerinden biri de kızgınlık takibinin yapılması ve süt verimi üst seviyede olan hayvanlarla suni tohumlama yapılmasıdır. Bakü ilinde yer alan barınakların çoğunluğunun modern hayvan barınağı olmadığı ve tohumlamanın %76 oranında doğal, %22 oranında doğal ve suni, sadece %2 oranında suni şekilde yapılmaktadır.

İşletmelerin %4'ünde merkezi su şebekesi hattı çekilmediği için su deposu kullanılmaktadır. Yüzde 90'ı su şebekesinden yararlanmakta olup aynı zamanda su deposu bulundurmaktadırlar. İşletmelerin %6'sında ise su deposu mevcut değildir. Örnek bir su deposu Şekil 13'de gösterilmiştir.



Şekil 13. İşletmelerde bulundurulan su deposu örneği

Araştırılan işletmelerde buzağı kulübeleri kullanılmamaktadır. İşletmelerin tamamında buzağılar için ayrı bölme yapıldığı tespit edilmiştir. Bu bölmede buzağılar grup halinde barındırılmaktadırlar. Buzağılar için özel

yapılmış bölme örneği Şekil 14’de gösterilmiştir. Kuru inek odası incelenen 50 işletmenin %16’sında mevcut olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca doğum odası bulundurulmuş işletme örneği Şekil 15’de gösterilmiştir.



Şekil 14. Buzağılar için özel barınma alanı



Şekil 15. Kuru inek odası

Araştırılan 50 işletmeden sadece %18’inde üç tarafı duvarla kaplanmış olan gübre çukuru bulunmaktadır. %82’sinde gübre çukuru bulunmamaktadır. Gübre çukur bulunmayan işletmeler arasında büyük kapasiteli barınakların olduğu da tespit edilmiştir. İşletme sahipleri ile görüşmelerden, zamanla hayvan sayısının artması nedeni ile atık miktarının artması göz önünde bulundurulmadığı için iyi bir gübre yönetimi söz konusu değildir. Bu sebepten dolayı atıklar dış ortama atılmaktadır. Gübre çukuru bulundurulmayan işletme örneği Şekil 16’da gösterilmiştir. Gübre çukuru olmayan işletmelerin de aynı durumda olduğunu göz önünde bulundurarak barınak işletim sisteminde önceden yapılmayan işletim yapı planlamasının çevre kirliliğini artırdığı tespit edilmiştir.



Şekil 16. Gübre deposu bulundurulmayan işletme örneği

Bakü ilinde süt sığırcılığı işletiminin iklimsel çevre koşullarına uygun olduğu ve Tarım Bakanlığının büyük baş hayvan alınmasında maddi desteği ve bu yönde işletme sahiplerine ayırdığı kredinin kolaylaştırılması gözlemlenmektedir. İncelenen işletmelerin içinde büyük kapasiteli süt sığır işletmeleri olmasına rağmen, işletmelerin barınak yapısı ve hayvanların rahatlığını ve temizliğini sağlayacak olan teçhizatlarının tam olmadığı tespit edilmiştir. Bu eksiklikler işletme sahiplerinin geleneksel eğilimler içinde olduğu ve modern hayvan barınağı yapımı bilincinde olmadıklarından kaynaklanmaktadır.

Modern süt sığırcılığı yapılacak barınağın konumu önceden belirlenmeli ve işletmenin gelecekte büyüme olasılığı dikkate alınmalıdır. Barınağın yapısal özellikleri, buzağı kulübeleri, sağım odası, hasta ve gebe hayvanlar için doğum odası, süt veriminin kontrolü ve hayvan sağlığı kontrolü yapılması için laboratuvar, su

kaynaklarından belirli mesafede yem ve silaj deposu, gübre çukuru ve barınağın içerisinde hayvanların dinlenmesi için aydınlatmanın iyi şekilde yapılması, elektrik kesilmesi durumunda kullanılacak jeneratör, su deposu, durak boyutlarının hayvanların rahat edebileceği ölçülerde tasarlanması, altlık malzeme olarak kauçuk kullanılması, yemlemenin rahat şekilde yapılabilmesi için yemlik genişliğinin en az 30 cm olması, otomatik kaşını fırçası, gübre temizleme sistemi hayvanların tırnak bakımı, hekim kontrolü ve başka hususlar önceden planlanmalıdır.

Bakü ili Azerbaycan'ın başkenti olması nedeniyle süt sığırcılığının esas kazancı olan süt satışının ülkenin diğer illerine göre daha rahat şekilde satıldığı ve hayvan alışı fiyatlarının Tarım Bakanlığının yaptığı kolaylıklara göre büyük kapasiteli süt sığır işletimi kurmak daha elverişli olacaktır.

Araştırılan büyük baş hayvan barınaklarında süt veriminin günlük 12.46 L olduğu ve süt sığır işletmelerinin %58'inin sağımı elle yaptığı tespit edilmiştir. İşletmelerin %42'si ise makine ile sağım yapmaktadır. Sağımın, işletmelerin %8'inde sağım odasında yapıldığı, %92'sinde ise ahırda yapıldığı tespit edilmiştir.

İncelenen işletmelerde veteriner kontrolünün sadece %76 oranında yapıldığı ve işletmelerin tamamında meme temizliğinin hiçbir temizleyici madde kullanmadan, dezenfekte edilmemiş bez yardımıyla yapıldığı tespit edilmiştir. İşletmelerin sadece %2'sinde süt soğutma tankları bulunmaktadır. Diğer işletmelerde ise sağılmış olan sütler buzdolabında bekletilmektedir. İşletmelerin %82'si sütü kendileri başka ürünlere işleyerek satmak yerine sağımdan birkaç saat sonra başka işletmelere satmaktadırlar. İşletmelerin %18'inde sağılan süt işlenerek tereyağı, yoğurt, peynir ve başka ürünlere işlenerek satılmaktadır.

İncelenen işletmelerin sadece %8'sinde süt sağım odasının olduğu, %92'sinde ise sağımın hayvanların barındırıldığı, sağım için uygun olmayan kirlili ortamlarda yapıldığı tespit edilmiştir. Şekil 17'de hayvanların sağım usulü gösterilmiştir.



Şekil 17. Sağım odası olmayan barınaklardaki sağım yöntemi

Sonuç

Azerbaycan'ın başkenti olan Bakü'de yer alan, Azerbaycan Tarım Bakanlığında kayıtlı, 50 adet işletmede yapılan incelemeler neticesinde, barınak sistemleri, işletmelerin yapısal özellikleri, yardımcı tesislerin

yerleştirilmesi ve özellikleri, gübre yönetimi, yemleme, süt verimi ve sağım yöntemleri ve sulama sistemleri ile ilgili bilgiler önceden hazırlanmış olan anket çalışması yardımıyla elde edilmiştir.

Barınak sahiplerinin %18'i eğitimsiz, %38'i ilköğretim, %14'ü ortaokul, %30'u üniversite mezunudur. İşletmecilerin eğitim durumunun orta seviyede olmasına rağmen, işletme sahiplerinin üniversite mezunlarından hiçbirinin eğitim alanlarının tarım sektörü ile ilgisi olmadığı ve %14'ünün 0-10, %26'sının 11-15, %24'ünün 16-20, %14'ünün 21-25, %22'sinin 26 ve daha çok iş stajına sahip olduğu tespit edilmiştir.

Bütün işletmelerde elektrik ve su varlığının olduğu, işletmelerin %88'inde ise kanalizasyon sisteminin olmadığı gözlemlenmiştir. Ahırlarda 0-30 hayvan %46, 31-100 hayvan %44, 101 ve daha çok hayvan bulunduran işletme sayısı %10 olduğu belirlenmiştir. Barınak alanlarının, ahırların %52'sinde 0-100 m², %18'inde 101-200 m², %30'unda 201 m² ve daha büyük olduğu hesaplanmıştır. Barınaklarda kullanılan çatıların işletmelerin %46'sı ahşap, %54'ü demir çatı iskelet malzemesinde yapılmıştır. Çatı malzemesi için %34 işletmede eski kiremit malzemeleri, %66 işletmede ise trapez sac kullanılmıştır.

Barınak zemini temizliğinin kolaylıkla yapılabilmesi amacıyla işletmelerin %66'sında zemin malzemesi olarak beton kullanılmaktadır. Geri kalan %34'ünde ise zeminin toprak olduğu görülmüştür.

Araştırılan barınakların % 22'sinin serbest duraklı, %46'sının yarı kapalı, %32'sinin serbest sistem kullandığı görülmektedir. İncelenen işletmelerde toplam sağılan inek sayısı 2360 baş, her bir işletmedeki süt sığırcı sayısı ortalama 47 baş olmaktadır. Süt sığırcılığında kazancı sağlayan en önemli faktör süt verimidir. İşletme kazancının artırılması için sağmal inek sayısını artırmak ve süt verimini yükseltmek gerekmektedir. Literatürde yapılan çalışmalar süt veriminin %70 oranında barınak iç ortam koşullarına bağlı olduğunu göstermektedir. Bu nedenle incelenen işletmelerde barınak iç ortamında yapılacak yeni bir planlama ve projelendirme çalışması ile uygun olmayan havalandırma, aydınlatma ve hava kalitesi gibi iç ortam koşulları hayvanların optimum isteklerini sağlayabilecek yeterliliğe ulaştırılmalıdır. Bunun yanı sıra süt verimi % 30 hayvanın genetiğine bağlıdır. Hayvanın genetiğinden doğru anlamda yararlanabilmek için suni tohumlama yapmak gerekir. İşletmelerin %76'da doğal, %24'ünde suni tohumlama yapılmaktadır. Suni tohumlama yapılan bazı işletmelerde işletme sahipleri tarafından yapılan açıklamalardan, hekimlerin kontrolünün doğru şekilde yapılmadığı ve istenilen sonucun elde edilemediği öğrenilmiştir. Hayvanların günlük ortalama süt veriminin 12.46 L olduğu hesaplanmış ve işletme sahipleri tarafından süt verimi miktarının artırılması yönünde hiçbir plan yapılmadığı, süt veriminin artırılması için yapılabilecek işlemlerden habersiz oldukları belirlenmiştir. Araştırılan işletmelerde hayvan idaresi, sağılan ve pazarlanan sütün miktarı kayıt altına alınmaktadır.

İşletme sahiplerinin tamamı yemin dışarıdan alındığını ve bunun işletmelerine maddi açıdan büyük zarar verdiğini söylemektedirler. İşletme sahipleri için maliyeti yüksek görülen yemin, işletmenin kendisinin arazi varlığının yeterli olduğu halde kendilerinin üretmediği gözlemlenmiştir.

Bakü ili ve çevresinde araştırılan süt sığırcılığı barınaklarının %18'inde gübre deposu bulundurulduğu, ancak bazı işletmelerde zamanla hayvan sayısının artacağı ve var olan gübre deposunun bu artıştan kaynaklanacak fazla gübreyi depolayamayacağı görülmüştür. İşletmelerin %82'sinde gübre deposunun bulundurulmadığı, gübrenin barınak yakınlarında, bazı işletmelerde su kaynağına yakın bir şekilde atılarak toplandığı ve barınak yakınındaki yerleşim yerlerindeki sakinler ile yapılan görüşmeler sonucundan insanların gübre kokusundan

rahatsız olması durumu gözlemlenmiştir. Büyük kapasiteli barınaklarda gübre deposunun bulundurulmamasının koku, hayvan ve çalışan işçilerin sağlığı açısından zararlı olduğu, açık halde biriktirilmesinin gübrenin kalitesinin düşürdüğünü ve çevre kirliliği açısından doğru olmadığı yapılan görüşmelerde işletme sahiplerine belirtilmiştir.

İşletmelerin %16'sında kuru inek odasının olduğu, buzağı kulübesinin kullanılmadığı ve barınak içinde yapılan özel yerlerde barındırıldıkları tespit edilmiştir. Süt sığırcılığında kuru inek odası ve buzağı kulübesinin varlığı önemli yer almaktadır. Ayrıca sağım sonrasında çeşitli meme hastalıklarını önlemek amaçlı hayvanların yemlenmesi gerekirken hiçbir işletmede bu ayrıcalık gözlemlenmemektedir. İşletme sahiplerine bu konularda bilinçlendirilme amaçlı önerilerde bulunmuştur.

İşletmelerin %16'sında kuru inek odasının olduğu, buzağı kulübesinin kullanılmadığı ve barınak içinde yapılan özel yerlerde barındırıldıkları tespit edilmiştir. Süt sığırcılığında kuru inek odası ve buzağı kulübesinin varlığı önemli yer almaktadır. Ayrıca sağım sonrasında çeşitli meme hastalıklarını önlemek amaçlı hayvanların yemlenmesi gerekirken hiçbir işletmede bu ayrıcalık gözlemlenmemektedir. İşletme sahiplerine bu konularda bilinçlendirilme amaçlı önerilerde bulunmuştur.

Barınağın iç tasarımı, barınağın boyutu ve planlanmış yardımcı tesisler de diğer önemli faktörlerdendir. Hayvanların sulama, dinlenme, süt sağım ve yemleme işlemlerinin her biri özel olarak ayarlanmış duraklarda yapılmaktadır (Arıcı ve ark., 2001). Hayvanların yönünün dışarıya bakması işçilere temizlik ve süt sağımı için kolaylık ve ekonomiye yarar sağlamaktadır. (Demir, 1986; Olgun, 2013). Yemleme ahırlarda dinlenme yerlerinde bulundurulan yemliklerde veya gezinme yerlerinde yapılmaktadır (Olgun, 2016). Her bir hayvan için ayrılan yemlik genişliği 60 cm olmalıdır (Yüksel ve ark., 2004). Süt sığırcılığı işletmelerinde atık yönetimi, atıkların ahır içerisinden toplanması, gübre deposuna iletilmesi ya da isteğe bağlı olarak işlenebilmektedir. Atık yönetiminde incelenmesi gereken faktörler, hayvanların cinsi, canlı ağırlığı, yaşı, beslenme şekli, barındırma sistemi, su kaynağına yakınlığı, finansal durumu ve komşu işletmelere yakınlığıdır (Barker, 1996).

Sonuç olarak, yukarıda verilen genel tasarım kriterleri, yapılan anket çalışması ve barınaklardaki gözlemler sonucunda incelenen işletmelerde aydınlatma ve havalandırma sistemlerinin yetersiz olduğu, yemlik ve sulukların hayvanların ihtiyaçlarını karşılayamadığı belirlenmiştir. İç ortam koşullarının yetersiz olması hayvanlardan istenilen süt veriminin alınamamasına neden olmaktadır. Yemlik ve sulukların yetersizliği ve uygun planlanmaması her hayvanın yeterli miktarda yeme ulaşımını engellemekte ve yem israfına yol açmaktadır.

Teşekkür Bilgi Notu

Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır. Bu çalışma kapsamında yer alan anket formu için BUÜ Fen ve Mühendislik Bilimleri Araştırma ve Yayın Etiği Kurulundan 28 09 2018 tarih ve 2018-06 sayılı oturum kararıyla onay alınmıştır. Yazarlar çalışmaya ortak katkı sağlamış ve yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynakça

- Alkan, S. 2015. Türkiye’de süt sığırları ahırlarında karşılaşılan başlıca sorunlar. *Ordu Akademik Ziraat Dergisi*, 4(1): 43-48.
- Anonim 2019a. <https://www.taxes.gov.az/vn/child/azerbaycan/xerite.html> (Erişim Tarihi: 4. 07. 2019).
- Anonim 2019b. Google Haritalar. <https://www.google.com/maps/place/Baku,+Azerbaijan> (Erişim Tarihi: 4. 07. 2019).
- Arıcı, İ., Şimşek, E. ve Yaslıoğlu, E. 2001. *Süt Sığırları Ahırlarının Planlanması*. Süttaş Süt Hayvancılığı Eğitim Merkezi Yayınları, Bursa, 26s.
- Barker, J.C. 1996. *Lagoon Design and Management for Livestock Waste Treatment and Storage*. North Carolina State Univ. Coop. Ext. Serv. Publication Number: EBAE 103-83., Raleigh, North Carolina. 8p.
- Demir, Y. 1986. Çukurova Bölgesinde Projeye Dayalı Olarak Geliştirilen Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Mevcut Durumları Sorunları ile Çözüm Olanakları Üzerinde Bir Araştırma. Yüksek Lisans tezi, Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Kültürteknik Anabilim Dalı.
- Ekmekyapar, T. 1991. *Hayvan Barınaklarında Çevre Koşullarının Düzenlenmesi*. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Erzurum, 177 s.
- Ekmekyapar, T. 1999, *Tarımsal Yapılar*. AÜ Ziraat Fakültesi Ders Yayınları No: 204, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Erzurum.
- Niyaz, Ö.C. ve İnan, İ.H. 2016. Süt ve Süt Ürünlerinde Güvenceyi Etkileyen Faktörlerin Tüketiciler Açısından Değerlendirilmesi: TR22 Güney Marmara Bölgesi Örneği. *Bursa Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 30(2): 57-69.
- Olgun, M. 1991. *Tarımsal İnşaat ve Hayvan Barınakları*. T.C. Ziraat Bankası Eğitim ve Organizasyon Müdürlüğü, Teknik Elemanlar Eğitimi Ders Notu, Ankara, 136 s.
- Olgun, M. 2013. *Tarımsal İnşaat*. Ankara Üniversitesi Yayınları, Ankara, 483.
- Olgun, M. 2016. *Tarımsal Yapılar*. Ankara Üniversitesi Yayınları, Ankara, 450s.
- Uğurlu, N. 2006. Konya ili besi sığırları işletmelerinin yapısal analizi. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(40): 131-139.
- Usta, S. 2011. Serbest duraklı süt sığırcılığı işletmelerinde mimari yerleşim planı oluşturma ilkeleri ve üreticiler için öneri mahiyetinde tip yerleşim planlarının geliştirilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Teknik Bilimler Dergisi*, 1(2): 29-42.
- Yüksel, A.N., Soysal, M.İ., Kocaman, İ. ve Soysal, S.İ. 2004. *Süt Sığırcılığı Temel Kitabı (Süt Sığırları Ahırlarının Planlanması/Süt Sığırcılığı Yetiştiriciliği)*. Hasad Yayıncılık, İstanbul.



Bazı Organik Materyallerin ve İnorganik Gübrelerin Çemen Bitkisinin Gelişimine Etkileri^A

Veysi AKŞAHİN¹, Füsün GÜLSER^{2*}

Öz: Bu çalışmada farklı organik (atık mantar kompostu (AMK) ve çay atığı (ÇA)) gübreler (OG) ile inorganik gübrelerin (İG) çemen (*Trigonella foenum graecum*) bitkisinin bazı verim unsurları üzerine etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır. Deneme faktöriyel dizayna göre 54 saksıda üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Araştırmada çay atığı (ÇA0: % 0, ÇA1: % 2.5, ÇA2: % 5.0) ve atık mantar kompostu (AMK0: % 0, AMK1: % 2.5 ve AMK2: % 5.0) üç farklı dozda uygulanmıştır. İnorganik gübre olarak NPK kombinasyonu 3 farklı dozda (0, 125, 250 mg N kg⁻¹; 0, 50, 100 mg P₂O₅ kg⁻¹; 0, 75, 150 mg K₂O kg⁻¹) uygulanmıştır. Organik materyaller arasındaki farklılığın bitki boyu, bitki yaş ağırlığı, bitki kuru ağırlığı kök uzunluğu ve kök yaş ağırlığı üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli (P<0.01) bulunmuştur. ÇA uygulamalarının bitki yaş ağırlığı, bitki kuru ağırlığı ve kök kuru ağırlığı üzerine etkilerinin % 1 düzeyinde, kök yaş ağırlığı üzerine etkilerinin ise % 5 düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir. AMK ve İG uygulamalarının bitki boyu, bitki yaş ağırlığı, bitki kuru ağırlığı, kök yaş ağırlığı ve kök uzunluğu üzerine etkilerinin % 1 düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir. En yüksek bitki boyu (32.94 cm), bitki yaş ağırlığı (2.95 g) ve bitki kuru ağırlığı (0.33 g) ortalamaları ÇA2 uygulamalarında elde edilmiştir. Araştırmada çay atığı ve atık mantar kompostu uygulamalarının bitki gelişim kriterleri üzerine genel olarak olumlu etkilerinin olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Atık mantar kompostu, Bitki gelişimi, Çay atığı, Çemen, İnorganik gübre.

^A Yapılan bu çalışma “Bazı organik materyallerin ve inorganik gübrelerin çemen (*Trigonella foenum graecum*) bitkisinin gelişimine ve besin elementi içeriğine etkileri” isimli tezden türetilmiştir. Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir.

* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** ² Füsün GÜLSER, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Van Türkiye, gulserf@yahoo.com, [OrcID 0000-0002-9495-8839](https://orcid.org/0000-0002-9495-8839)

¹ Veysi AKŞAHİN, Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 01330, Adana, Türkiye, veysiaksahin@gmail.com, [OrcID 0000-0002-4406-9275](https://orcid.org/0000-0002-4406-9275)

Effects of Organic Materials and Inorganic Fertilizers on Plant Growth of Fenugreek (*Trigonella foenum graecum*)

Abstract: In this study determination of effects of organic materials (spent mushroom compost (SMC), tea waste (TW)) and inorganic fertilizers on plant growth of fenugreek was aimed. The experiment was carried out according to factorial experimental design with three replication in 54 pots. Tea waste (TW0: 0 %, TW1: 2.5 %, TW2: 5.0 %) and spent mushroom compost (SMC0: 0 %, SMC 1: 2.5 %, SMC2: 5.0 %) were applied at three different doses. As inorganic fertilizer NPK combination was used three doses (0, 125, 250 mg N kg⁻¹; 0, 50, 100 mg P₂O₅ kg⁻¹; 0, 75, 150 mg K₂O kg⁻¹). Effects of different organic materials on plant length, plant wet weight, plant dry weight, root length and root wet weight were found significant (P<0.01) statistically. Effects of TW application on plant wet weight, plant dry weight, root dry weight (P<0.05) were determined as significant statistically. Plant length, plant wet weight, plant dry weight, root wet weight and root length were significantly (P< 0.01) affected by SMC and inorganic fertilizer applications. The highest plant length (32.94 cm), plant wet weight (2.95 g), plant dry weight (0.33 g) means were obtained in TW2 applications. In this study it was determined that TW and SMC applications had generally positive effects on plant growth.

Keywords: Spent mushroom compost, Plant growth, Tea waste, Fenugreek, Inorganic fertilizer.

Giriş

Bitkilerin insan yaşamında yeri son derece önemlidir. Bazı bitkiler insan beslenmesinde doğrudan kullanılırken, bazı bitkiler ise işlenerek dolaylı olarak insanların kullanımına sunulmaktadır. Bu bitkiler sırasıyla; tahıllar, yağ bitkileri, endüstri bitkileri, ilaç-baharat bitkileri gibi gruplara ayrılmışlardır. İlaç-baharat bitkileri olarak bilinen bitkilerin büyük çoğunluğu aynı zamanda aromatik özellikte oldukları ve tıbbi amaçlı kullanıldıkları için tıbbi ve aromatik bitkiler olarak da bilinmektedir. Türkiye, tıbbi ve aromatik bitkiler bakımından dünyanın en zengin ülkeleri arasındadır. Dünyada yaygın olarak bulunan fesleğen, rezene, anason, haşhaş, kimyon, kişniş, safran, defne, çemen gibi önemli tıbbi aromatik bitkilerden hepsinin ülkemizde kültürü yapılmaktadır. Çemen bitkisi de bu bitkiler içerisinde önemli bir yere sahiptir (Beyni, 2011).

Çemen bitkisi, Fabaceae familyasına ait tek yıllık bir baklagil bitkisidir. Çemen tohumları kozmetik ürünlerin boyanmasında kullanıldığı gibi afrodisyak olarak da kullanıldığı bilinmektedir. Çemen tohumları ülkemizde baharat olarak kullanıldığı gibi ihracatı da yapılmaktadır (Gürbüz ve ark., 2000). Ülkemiz farklı iklim ve ekolojik koşullara sahip olması, floranın çok sayıda bitki türü ve çeşitliliği içermesi bakımından çemen için son derece önemli bir yerdir. Doğadan toplanan bitkilerde kalitenin her zaman istenen düzeyde olmaması, toplama sonrası işleme, depolama ve nakliye koşullarının yeterince karşılanamaması gibi nedenlerle esas olan bu bitkilerin tarımının yaygınlaştırılmasıdır (Bayram ve ark., 2010).

Son yıllarda yapılan tarımsal üretimde kullanılan kimyasalların insana ve çevreye verdiği zararı azaltmak amacıyla, ekolojik tarım ve ekolojik tarım ürünlerinin kullanımı yeniden önem kazanmıştır. Organik tarım sadece gıda üretim kaynağı değil, biyolojik çeşitliliğin korunmasında, erozyon, çölleşme ve iklim değişikliğine neden olan faktörlerin etkisinin azaltılmasında da etkilidir. Bu sebeplerin tümü araştırmacıları, üreticileri ve tüketicileri ekolojik tarımsal girdilere ve ekolojik tarım ürünlerine yönlendirmektedir. (Soyarat ve Fitol, 2002). Gelişmiş ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de giderek artan bitkisel kökenli atıkların ve tarımsal sanayi atıklarının doğrudan ya da bazı ön işlemlerden geçirildikten sonra tarım topraklarında kullanılması çeşitli yönlerden yararlı olacaktır (Kütük ve ark., 1996).

Türkiye’de Doğu Karadeniz bölgesinde yoğun olarak yetiştirilen çayların hasat sonrası kuru çay olarak işlenmesi sırasında yüksek miktarda çay atığı ortaya çıkmaktadır. Kompostlaştırılan çay atığının toprağa uygulanması sonucunda toprak organik maddesinin ve su tutma kapasitesinin arttığı, bitki kök gelişiminin teşvik edildiği bildirilmiştir (Özenç ve Çalışkan, 2001). Atık mantar kompostu zengin organik madde içeriği, nötral pH düzeyi, orta düzeyde besin elementi içeriği ve faydalı mikroorganizma popülasyonu ile bitkisel üretimde iyi bir toprak düzenleyici olarak kullanılabilir (Ahlawat ve ark., 2010; Ahlawat ve ark., 2011). Guo ve Chorover (2006), atık mantar kompostunun kullanımını sınırlandıran en önemli faktörün yüksek oranda çözünür tuz içermesi olduğunu bildirmişlerdir.

Bu çalışmada çay atığı, atık mantar kompostu ve inorganik gübre uygulamalarının çemen (*Trigonella foenum graecum*) bitkisinin gelişimine etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Araştırma Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümüne ait iklim odasında yürütülmüştür. Araştırmada deneme bitkisi olarak Çemen (*Trigonella foenum graecum*) bitkisi kullanılmıştır. İklim odasının sıcaklık, nem, ışık ve ayrıca sterilizasyon kontrolleri yapılmıştır. Bitkiler, tohum çimlenme sürecinden sonra büyüme ve gelişme süresince % 45-55 nem, 16 saat aydınlık ve 8 saat karanlık fotoperiyod, 25 ± 1 °C sıcaklık ile 10 000 Lüks/Gün ışık intensitesi olacak şekilde ayarlanan iklim odasında yetiştirilmişlerdir. Araştırma 3 tekerrürlü olarak 54 saksıda faktöriyel deneme desenine göre planlanmıştır. Denemede 3 kg kapasiteli saksılara 3 kg olarak şekilde toprak ve organik atıklar eklenmiştir ve daha sonra 15 adet tohum ekilerek birinci haftanın sonunda 5 adet bitki kalacak şekilde seyreltme işlemi yapılmıştır. Araştırmada çay atığı (% 0, % 2.5 ve % 5.0) ve atık mantar kompostu (% 0, % 2.5 ve % 5.0) üç farklı dozda uygulanmıştır. İnorganik gübre olarak NPK kombinasyonu 3 farklı dozda (0, 125, 250 mg N kg⁻¹; 0, 50, 100 mg P₂O₅ kg⁻¹; 0, 75, 150 mg K₂O kg⁻¹) uygulanmıştır. Deneme hasada kadar iklim odasında kontrol altında tutulmuştur. Deneme süresince saf su kullanılmış, sulama ve diğer bakım işlemleri özenle yapılmıştır. Deneme 8 hafta sonunda hasat edilmiştir. Deneme toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri standart toprak analiz yöntemleri (Kacar, 2009) kullanılarak belirlenmiştir. Hasat edilen bitkilerden tesadüfi olarak seçilen 3’er bitki

önce çeşme suyu, sonra saf su ile yıkandıktan sonra hassas terazide tartılarak yaş ağırlıkları belirlenmiştir. Kuru ağırlık için 70 °C’de etüvde sabit ağırlığa ulaşmaya kadar kurutulmuş kuru ağırlıkları alınmıştır.

Elde edilen bulguların istatistik analizleri SPSS paket programı kullanılarak varyans analizleri yapılmış ve elde edilen sonuçlar Duncan çoklu karşılaştırma testine göre gruplandırılmıştır (SPSS, 2018).

Denemede kullanılan toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge.1. Deneme toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

pH	Tekstür	Kireç %	OM %	EC dS m ⁻¹	P %	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu
						mg kg ⁻¹						
7.81	Tın	3.86	1.32	0.36	5.50	298	3034	405	5.58	29.84	0.58	0.81

Deneme toprağı tınlı bünyeli hafif alkali reaksiyonlu, tuzsuz, az kireçli, organik madde, fosfor ve çinko içeriği bakımından yetersiz, diğer besin elementleri bakımında yeterli düzeyde bulunmuştur.

Çizelge 2. Denemede kullanılan farklı organik materyallerin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Parametre	Çay atığı	Atık mantar kompostu
PH	5.62	7.72
EC (dS m ⁻¹)	2.3	4.3
Organik madde (%)	94.59	70.04
Organik karbon (%)	54.87	40.63
Azot (%)	3.55	2.44
C/N	15.46	16.65
Nem (%)	22.89	42.12

Çizelge 2 incelendiğinde çay atığı ve atık mantar kompostunun pH değerleri sırası ile 5.62 ile hafif asit ve 7.72 ile hafif alkali sınıfında belirlenmiştir. Bu organik materyallerin EC değerleri ise sırası ile 2.34 dS m⁻¹ ve 4.24 dS m⁻¹ olarak bulunmuştur. Kullanılan bu materyaller tuzluluk bakımından değerlendirildiğinde, hafif tuzlu sınıfında oldukları belirlenmiştir (Ereñcin, 1971). Araştırmada kullanılan çay atığının ve mantar kompostunun C/N oranları sırası ile 15.46 ve 16.65 olarak belirlenmiştir. Bu C/N oranları, materyallerin yetiştirme ortamlarında parçalanmalarının hızlı bir şekilde geliştiğini göstermektedir. Gülser ve Pekşen (2003), yetiştirme ortamlarında kullandıkları çay atığının pH, EC ve C/N oranlarını sırası ile 7.2, % 0.90 ve 22.95 olarak bildirmişlerdir. Pekşen ve Yakupoğlu (2009), yetiştirme ortamına ilave ettikleri çay atığının C/N oranını 24.18 olarak bulmuşlardır. Jordan ve ark., (2008), üzerinde çalıştıkları atık mantar kompostunun pH, EC ve C/N oranını sırası ile 6.0-7.9, 6,8-15 mS cm⁻¹, 14-24 aralığında bildirmişlerdir.

Bulgular ve Tartışma

Farklı organik materyallerin ve inorganik gübre uygulamalarının çemen bitkisinde bazı verim unsurları üzerine etkilerinin istatistiksel anlamda önemli değişim gösterdikleri belirlenmiştir. Uygulamaların bitki gelişim kriterlerine etkisine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 3, 4'de, Duncan harflendirmeleri Çizelge 5, 6'da da verilmiştir.

Çizelge 3. Farklı uygulamaların bitki boyuna, bitki yaş ağırlığına ve bitki kuru ağırlığına etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları

VK	SD	Bitki boyu		Bitki yaş ağırlığı		Bitki kuru ağırlığı	
		KO	F	KO	F	KO	F
O.M. Çeşidi	1	115.87	10.76**	1.45	37.36**	0.017	12.68**
ÇA	2	18.24	1.26 ^{öd}	2.67	56.22**	0.03	19.62**
AMK	2	45.27	6.46**	0.45	14.8**	0.01	12.68**
İG	2	78.30	7.27**	0.52	13.53**	0.008	5.72**
ÇAXİG	4	11.95	0.82 ^{öd}	0.29	6.04**	0.03	2.03 ^{öd}
AMKXİG	4	4.94	0.705 ^{öd}	0.11	3.50*	0.001	0.923 ^{öd}

** ile gösterilen F değeri % 1 düzeyinde önemlidir.

* ile gösterilen F değeri % 5 düzeyinde önemlidir.

ÇA: Çay atığı, AMK: Atık Mantar Kompostu, İG: inorganik gübre

Çizelge 4. Farklı uygulamaların kök uzunluğuna, yaş ağırlığına ve kuru ağırlığına etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları

VK	SD	Kök uzunluğu		Kök yaş ağırlığı		Kök kuru ağırlığı	
		KO	F	KO	F	KO	F
O.M. Çeşidi	1	9.63	2.40 ^{öd}	0.28	17.60**	0.00	2.00 ^{öd}
ÇA	2	16.74	2.55 ^{öd}	0.98	5.62*	0.00	6.23**
AMK	2	25.67	17.57**	0.095	6.67**	7.03	1.00 ^{öd}
İG	2	27.67	6.90**	0.18	11.50**	0.00	2.85 ^{öd}
ÇAXİG	4	3.56	0.54 ^{öd}	0.012	0.66 ^{öd}	8.33	1.73 ^{öd}
AMKXİG	4	0.47	0.32 ^{öd}	0.12	8.35**	0.00	6.605**

** ile gösterilen F değeri % 1 düzeyinde önemlidir.

* ile gösterilen F değeri % 5 düzeyinde önemlidir.

ÇA: Çay atığı, AMK: Atık Mantar Kompostu, İG: inorganik gübre

Çizelge 3. ve Çizelge 4.'de izlendiği gibi, farklı organik materyallerinin bitki boyu, bitki yaş ağırlığı, bitki kuru ağırlığı kök uzunluğu ve kök yaş ağırlığı üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ($P < 0.01$) bulunmuştur. Çay atığı dozlarının bitki yaş ağırlığı, bitki kuru ağırlığı ve kök kuru ağırlığı üzerine etkilerinin % 1 düzeyinde, kök yaş ağırlığı üzerine etkilerinin ise % 5 düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir. Atık mantar kompostu dozları ve inorganik gübre dozlarının bitki boyu, bitki yaş ağırlığı, bitki kuru ağırlığı, kök yaş ağırlığı ve kök uzunluğu üzerine etkilerinin % 1 düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir. Bitki yaş ağırlığı üzerine ÇAXİG

interaksiyonları ve AMKxİG interaksiyonlarının etkileri sırası ile % 1 ve % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur. İstatistiksel olarak Kök yaş ağırlığı ve kök kuru ağırlığı üzerine sadece AMKxİG interaksiyonu % 1 düzeyinde önemli etkide bulunmuştur.

Çizelge 5. Farklı organik materyallerin ve inorganik gübrelerin çemen bitkisinin üst aksam verim unsurları üzerine etkisi

Bitki gelişim kriteri	Org. materyal	Doz (%)	İnorganik gübre			Ortalama	Genel ort.
			İG0	İG1	İG2		
Bitki Boyu (cm)	Çay atığı	ÇA0(0)	26.47abc	24.94c	24.40c	25.27	26.90A
		ÇA1(2.5)	32.47ab	25.64bc	25.54bc	27.55	
		ÇA2(5)	32.94a	25.94abc	23.81c	27.88	
		Ortalama	30.62AB	25.51B	24.57B		
	Atık mantar kompostu	AMK0(0)	27.11ab	28.31a	24.04abc	26.48A	23.97B
		AMK1(2.5)	24.57abc	22.91bc	22.37bc	23.28B	
		AMK2(5)	22.94bc	21.54c	22.01bc	22.16B	
		Ortalama	24.87	24.25	22.81		
Bitki Yaş Ağırlığı (g)	Çay atığı	ÇA0(0)	1.33ef	1.64de	1.20f	1.38C	1.97A
		ÇA1(2.5)	1.95cd	2.29bc	1.97cd	2.07B	
		ÇA2(5)	2.95a	2.60ab	1.85d	2.46A	
		Ortalama	2.07A	2.18A	1.67B		
	Atık mantar kompostu	AMK0(0)	1.21d	1.57bc	1.39cd	1.39B	1.64B
		AMK1(2.5)	2.02a	1.77ab	1.55bc	1.78A	
		AMK2(5)	1.80ab	1.78ab	1.75ab	1.78A	
		Ortalama	1.68	1.70	1.56		
Bitki Kuru Ağırlığı (g)	Çay atığı	ÇA0(0)	0.13f	0.19def	0.17ef	0.16B	0.23A
		ÇA1(2.5)	0.21cde	0.28abc	0.26bcd	0.25A	
		ÇA2(5)	0.29ab	0.33a	0.22bc	0.28A	
		Ortalama	0.21B	0.26A	0.22B		
	Atık mantar kompostu	AMK0(0)	0.11b	0.18a	0.17a	0.15B	0.20B
		AMK1(2.5)	0.21a	0.21a	0.21a	0.21A	
		AMK2(5)	0.21a	0.23a	0.22a	0.22A	
		Ortalama	0.18	0.21	0.20		

a, b, c, : farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark kendi satırında ve kendi sütununda önemlidir.

İG1: N,125; P₂O₅, 50; K₂O, 75 (mg kg⁻¹)

İG2: N,250; P₂O₅, 100; K₂O, 150 (mg kg⁻¹)

Çizelge 6. Farklı organik materyallerin ve inorganik gübrelerin çemen bitkisinin kök verim unsurları üzerine etkisi

Kök uzunluğu (cm)	Çay atığı	ÇA0(0)	22.44a	20.07ab	19.33ab	20.61	19.10	
		ÇA1(2.5)	19.50ab	17.50ab	16.87b	17.20		
Kök Yaş Ağırlığı (g)	Çay atığı	ÇA2(5)	18.33ab	19.77ab	18.13ab	18.75		
		Ortalama	20.09	19.11	18.11			
		Atık mantar kompostu	AMK0(0)	21.37a	20.10ab	17.70cde	19.72A	18.26
			AMK1(2.5)	17.80cde	16.20ef	15.23f	16.41B	
AMK2(5)	19.93abc		18.77bcd	17.23def	1865A			
Ortalama	19.70A		18.35B	16.73C				
Kök Kuru Ağırlığı (g)	Çay atığı	ÇA0(0)	0.60a	0.62a	0.42abc	0.55A	0.43B	
		ÇA1(2.5)	0.38abc	0.42abc	0.33bc	0.37B		
		ÇA2(5)	0.35bc	0.52ab	0.21c	0.36B		
		Ortalama	0.44AB	0.52A	0.32B			
Kök Kuru Ağırlığı (g)	Atık mantar kompostu	AMK0(0)	0.26f	0.60bcde	0.51cde	0.45B	0.57A	
		AMK1(2.5)	0.88a	0.68abc	0.40ef	0.65A		
		AMK2(5)	0.74ab	0.63bcd	0.43def	0.60A		
		Ortalama	0.63A	0.64A	0.45B			
Kök Kuru Ağırlığı (g)	Çay atığı	ÇA0(0)	0.040a	0.047a	0.047a	0.044A	0.038	
		ÇA1(2.5)	0.027b	0.040a	0.037ab	0.035B		
		ÇA2(5)	0.033ab	0.043a	0.027b	0.035B		
		Ortalama	0.33B	0.043A	0.037AB			
	Atık mantar kompostu	AMK0(0)	0.027e	0.047abc	0.05ab	0.041	0.041	
		AMK1(2.5)	0.053a	0.043abcd	0.033cde	0.043		
		AMK2(5)	0.047abc	0.037bcde	0.030de	0.038		
		Ortalama	0.042	0.042	0.038			

a, b, c, : farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark kendi satırında ve kendi sütununda önemlidir.

İG1: N,125; P₂O₅, 50; K₂O, 75 (mg kg⁻¹)

İG2: N,250; P₂O₅, 100; K₂O, 150 (mg kg⁻¹)

Çizelge 5 ve Çizelge 6 incelendiğinde, artan çay atığı dozları ile bitki boyu, bitki yaş ve bitki kuru ağırlığında artış elde edilmişken, kök parametrelerinde azalma belirlenmiştir. Çay atığı uygulamalarında en yüksek bitki yaş ve kuru ağırlığı ortalamaları ÇA2 İG1 uygulamasında sırası ile 2.18 g ve 0.26 g olarak elde edilmişlerdir (Çizelge 5.).

Atık mantar kompostu uygulamalarında ise bitki yaş ve bitki kuru ağırlıkları ile kök yaş ağırlığı ortalamaları artan AMK dozları ile artış göstermiştir. Genel olarak ÇA uygulamalarında elde edilen bitki gelişim kriterlerine ilişkin ortalamalar, AMK uygulamalarında elde edilen ortalamalardan yüksek bulunmuştur. Buna karşılık, kök yaş ve kök kuru ağırlığı ortalamalarının ise atık mantar kompostu uygulamalarında daha yüksek oldukları belirlenmiştir. Atık mantar kompostu uygulamalarının bitki gelişimine etkileri incelendiğinde, artan AMK dozlarının bitki yaş ağırlığı, bitki kuru ağırlığı ve kök yaş ağırlığında artış meydana getirdiği belirlenmiştir. Bu parametrelere ilişkin en yüksek ortalamalar sırası ile 1.78 g, 0.22 g ve 0.65 g olarak AMK1 ve AMK2 dozlarında elde edilirken, en düşük ortalamalar sırası ile 1.39 g, 0.15 g ve 0.45 g olarak AMK0 dozunda bulunmuştur (Çizelge 5. ve Çizelge 6).

Bu çalışmada uygulanan çay atığının kontrole kıyasla bitki gelişim kriterlerinde sağladığı artış bu organik materyalin yüksek organik madde içeriği ve hafif asit karakteri (Çizelge 2.) Dolayısıyla yetiştirme ortamında bitki gelişimi için uygun koşullar oluşturulması ile ilişkilendirilmiştir. Atık mantar kompostunun nem içeriğinin ve organik madde içeriğini yüksek olması (Çizelge 2.) Dolayısıyla yetiştirme ortamında bitki gelişimi için uygun koşullar sağladığı ve bitki gelişimini teşvik ettiği kanaatine varılmıştır.

Benzer şekilde kimyasal gübrelerin organik madde bir arada uygulanmaları durumunda tek başlarına uygulanmalarına kıyasla centella asiatica (L.) de daha fazla yaş ve kuru ağırlık elde edilmiştir (Siddiqui ve ark., 2011). Yetiştirme ortamlarına çay atığı uygulamaları ile bitki büyüme kriterlerinde ve verimde artış elde edildiği birçok araştırmacı tarafından da bildirilmiştir. (Aşık, 2001; Gülser ve Pekşen, 2003; Kızılkaya ve Hepşen, 2007; Pekşen ve Günay, 2009; Azza ve ark., 2010; Aşık ve Kütük, 2012; Yılmaz ve Bender Özenç, 2012; Abbasniyazare ve ark., 2012; Deljooy e Tohidi ve ark., 2013; Keskin, 2015).

Abdulghani (2012), siyah çay atığının toprakların EC ve pH değeri ile hacim ağırlığını düşürdüğünü ve poroziteyi arttırdığını bildirmiştir. Ayrıca çay atığı uygulamalarının arpa bitkisinin 1000 dane ağırlığı ve kuru ağırlığı üzerine % 4 ve % 6 oranında olumlu etki yaptığını bulmuştur. Goli ve ark. (2015), atık mantar kompostu uygulamalarının marulda vejetatif büyümeyi arttırdığını bildirmişlerdir. Kullanılmış atık mantar kompostunun zengin organik madde ve dengeli besin elementi içeriği, nötre yakın pH'sı ve faydalı mikroorganizma popülasyonuna sahip olması dolayısı ile bitkiler için kaliteli bir gübre olarak kullanılabilceği bildirilmiştir (Pill ve ark. 1993; Ahlawat ve ark. 2010; Ahlawat ve ark. 2011). Atık mantar kompostu yüksek düzeyde organik madde içeren besin elementleri bakımından zengin önemli bir atık olarak nitelendirilmiştir (Fidanza ve ark. 2010). Polat ve ark. (2004), marulda; Ünal, (2015), domateste; Medina ve ark. (2009), bahçe bitkilerinde, Çiçek ve ark. (2012), krizantemde atık mantar kompostu uygulamalarının bitki gelişimine olumlu etkileri olduğunu bildirmişlerdir.

Bu araştırmada çay atığı ve atık mantar kompostu uygulamaları ile bitki gelişim parametrelerinde elde edilen bulgular önceden yapılmış olan bu çalışmaların sonuçları ile uyum sağlamaktadır. Artan inorganik gübre dozları dikkate alındığında genellikle İG1 dozunda bitki boyu, bitki yaş ağırlığı ve bitki kuru ağırlığında artış sağlanmıştır. Bitki ve kök gelişim kriterlerin de İG2 dozunda bu kriterler azalma göstermiştir. Artan dozlarda inorganik gübre uygulamalarının bitki gelişimine etkileri değerlendirildiğinde, ÇA ve AMK uygulamalarının her ikisinde de İG2 dozunda, İG0 ve İG1 dozlarına kıyasla bitki gelişim kriterlerinde azalma gerçekleştiği belirlenmiştir. İnorganik gübrelerin bitkinin ihtiyaç duyduğu besin elementi miktarından fazla düzeyde uygulandıklarında bitki gelişimi üzerinde olumsuz etkisi olduğu bilinmektedir (Kacar, 1997). Bu araştırmada da İG2 dozunun kullanılan bitki çeşidi için fazla olduğu belirlenmiştir.

Değişik araştırmacılar kompostlaştırma bitkisel organik maddelerin kimyasal gübrelemeye alternatif olarak bitki gelişimini teşvik etmek için kullanılabilceğini bildirmişlerdir. Bu organik materyallerin toprak fizikokimyasal özelliklerini iyileştirici, besin elementi yarayışlılığını arttırıcı etkileri ve içerdikleri besin elementleri ile hormon benzeri bileşikler dolayısı ile bitki gelişiminin teşvik edilmesinde rol oynadığını bildirmişlerdir (Bernal-Vicente ve ark., 2008; Siddiqui ve ark., 2008). Kacar ve ark. (2004), çay atığının azot bakımından ahır gübresinden daha zengin olması yanında C/N oranının yüksek (26:1) ve özellikle fosfor içeriğinin

düşük olması nedeniyle doğrudan toprağa uygulanmasında beklenen sonucun alınmadığını bildirmişleridir. Bu nedenle bu atığın zenginleştirilmiş formunun kullanılmasını önermişlerdir. Siddiqui ve ark. (2011), centella asiatica L. Urban bitkisinde yapmış oldukları çalışmada % 50 çay atığı ve % 50 NPK kombinasyonunun maksimum büyüme ve verim sağladığını bildirmişlerdir.

Artan inorganik gübre dozları ile birlikte atık mantar kompostu uygulandığında, bitki gelişim kriterinde azalma meydana gelmiştir. Bu durum, kompost ve inorganik gübrelerin bir arada uygulanmalarının yetiştirme ortamının osmotik potansiyelini yükseltmesi, dolayısı ile bitki gelişimi üzerinde olumsuz etki meydana getirmesi şeklinde yorumlanmıştır. Bu çalışmada çay atığının bitki boyu, bitki yaş ağırlığı, bitki kuru ağırlığı ve kök uzunluğuna olumlu etkileri, atık mantar kompostuna kıyasla daha fazla bulunmuştur. Atık mantar kompostu ise kök yaş ağırlığı ve kök kuru ağırlığına olumlu etkide bulunmuştur (Çizelge 5 ve 6).

Sonuç

Sonuç olarak, çay atığı ve mantar atık mantar kompostunun gübre olarak değerlendirilerek doğaya geri dönüşümlerinin sağlanmasının hem ekonomik hem de doğal çevrenin korunması bakımından büyük yararlar sağlayacağı belirlenmiştir. Bu atıkların kullanımı ile ülkemizde son yıllarda yetiştiriciliği hızla artmış olan yemeklik mantar üretiminde hasat sonrası işletmelerde bol miktarda açığa çıkan atık mantar kompostu ve çay işletmelerinde açığa çıkan çay atıkları değerlendirilmiş olacaktır. Çay atığının içeriğinde daha az bulunan fosfor ve potasyum ile takviye edilerek verilmesinin, atık mantar kompostunun ise tuz içeriğinin analiz edilerek gerekli ise yıkama işleminden geçirildikten sonra uygulanmasının bitki gelişimi üzerine daha etkili olabileceği kanaatine varılmıştır.

Teşekkür Bilgi Notu

Bu çalışma, FYL-2017-6289 no'lu proje kapsamında Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı tarafından desteklenmiştir. 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

- Abbasniayzare, S.K., Sedagathoor, S., Dahkaei, M.N.P., 2012. Effect of biofertilizer application on growth parameters of *Spathiphyllum illusion*. *Am Eurasian J Agric Environ Sci.*, 12: 669-673.
- Abdulghani, E.T., 2012. Effect of black tea wastes on some of soil properties and barley (*Hordium vulgare L.*) growth and yield. *Journal Tikrit Univ. For Agri. Sci.*, 12 (3): 186-189.

- Ahlawat, O.P., Gupta, P., Kumar, S., Sharma, D.K., 2010. Bioremediation of fungicides by spent mushroom substrate and its associated microflora. *Indian J. Microbiology*, 50 (4) : 390-395.
- Ahlawat, O.P., Manikandan, K., Sagar, M.P., Rai, d., Vijai, B., 2011. Effect of composted button mushroom spent substrate on yield, quality and disease incidence of Pea (*Pisum sativum*). *Mushroom Research*, 20 (2): 87-94.
- Aşık, B., 2001. *Çay Atığı Kompostunun Çim Alanların Oluşturulmasında Kullanımı*. (Yüksek Lisans Tezi). Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim Dalı, Ankara.
- Aşık, B., Kütük, C., 2012. Çay atığı kompostunun çim alanların oluşturulmasında kullanım olanağı. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 26 (2): 47-57.
- Azza, A., Ezz, E.D., Hendawy, S.F., 2010. Effect of dry yeast and compost tea on growth and oil content of borago officinalis plant. Cultivation and Production of Medicinal and Aromatic Plants Dept., National Research Centre, Dokki, Cairo-12622, Egypt. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 6 (4): 424-430.
- Bayram, E., Kırıcı, E., Tansi, S., Yılmaz, G., Arabacı, O., Kızıl, S., Telci, İ., 2010, Tıbbi ve aromatik bitkiler üretiminin artırılması olanakları. *Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi, Bildiriler Kitabı-1*, 11-15 Ocak 2010 Ankara. 437-457.
- Bernal-Vicente, A., Ros, M., Tittarelli, F., Intrigliolo, F., Pascual, J.A., 2008. Citrus compost and its water extract for cultivation of melon plants in greenhouse nurseries. Evaluation of nutriactive and biocontrol effects. *Biores. Technol.* 99, 8722–8728.
- Beyni, E., 2011. Çemen (*Trigonella foenum-graecum L.*)'de Farklı Fosfor Dozlarının Verim Ve Bazı Morfolojik Özellikler Üzerine Etkileri. (Yüksek Lisans Tezi). Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Çiçek, N.C., Kütük, Y.K., Arıcı, B.C., 2012. Krizantem (*Chrysanthemum morifolium*)'in Gelişim Parametreleri Üzerine Farklı atık mantar kompostu ile Hazırlanan Değişik Yetiştirme Ortamlarının Etkisi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 5 (2): 68-75.
- Deljooy, E., Tohidi, T., Torkashvand, A.M., Hashemabadi, D., 2013. The possibility using some organic wastes as growth medium and nutrition method on the growth of English daisy (*Bellis perennis*). *European Journal of Experimental Biology*, 3 (2): 139-147.
- Erencin, M. (1971). Salzbewegung und Versalzungstendenz in einigen zentralanatolischen Ackerboden unter dem Einfluss von Bewirtschaftung und Bewässerung.
- Fidanza MA, Samfond DL, Beyen DM, Aurentz DJ (2010) Analysis of Fresh Mushroom Compost. *Hort Technology* 20: 449–453.
- Golı, K.E., Amani, N., Esmailpour, B., 2015. Effect of spent mushroom compost application on growth parameters and macroelement uptake in lettuce (*lactuca sativa l. cv syaho*). Dept. of soil science and

- engineering, university of mohaghegh ardabili. *Electronic journal of soil management and sustainable production*, 5 (2): 113-129.
- Guo, M., Chorover, J., 2006. Leachate migration from spent mushroom substrate through intact and repacked subsurface soil columns. *Waste Management*, 26: 133– 140.
- Gülser, C., Pekşen, A., 2003. Using tea waste as a new casing material in mushroom (*Agaricus bisporus* L.) Sing.) cultivation. *Bioresource Technology*, 88: 153-156.
- Gürbüz, B., Arslan, N., Gümüşçü, A., 2000. The correlation and path analysis of yield components on selected fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) lines. *Journal of Agricultural Sciences*, 6 (1): 7-10, Ankara.
- Jordan, S.N., Mullen, G.J., Murphy, M.C., 2008. Composition variability of spent mushroom compost in Ireland. *Bioresource Technology*. 99: 411–418.
- Kacar, B., (2009) Toprak analizleri (Genişletilmiş İkinci Baskı). Nobel Yayın No: 1387, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- Kacar, B., 1997. *Gübre Bilgisi*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1490, Ders Kitabı: 449, Ankara.
- Kacar, B., Taban, S., Kütük, C., 2004. Çay Atıklarının Zenginleştirilmiş Organik Gübreye Dönüştürülmesi. *Türkiye 3. Ulusal Gübre Kongresi, Tarım-Sanayi-Çevre*, 11–13 Ekim 2004, Tokat, 805-814.
- Keskin, A., 2015. Tuzlu Koşullarda Farklı Organik Materyal Uygulamalarının Soğanda Verim ve Kalite Üzerine Etkileri. (Yüksek Lisans Tezi). Ordu Üniversitesi. Ordu, 56.
- Kızılkaya, R., Hepşen, Ş., 2007. Microbiological properties in earthworm cast and surrounding soil amended with various organic wastes. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 38 (19-20): 2861-2876.
- Kütük, C.A., Taban, S., Kaçar, B., Samet, H., 1996. Etkinlikleri yönünden çay atığı ile ahır gübresi ve değişik inorganik gübrelerin karşılaştırılması. *Tarım Bilimleri Dergisi 1996*, 2 (3): 51-57 cilt 2 sayı 2. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, Ankara.
- Medina, E., Paredes, C., Perez-Murcia, M.D., Bustamante, M.A., Moral, R., 2009. Spent mushroom substrates as component of growing media for germination and growth of horticultural plants. *Bioresource Technology*, 100, 4227–4232.
- Özenç, N., Çalışkan, N., 2001. Effects of husk compost on hazelnut yield ve quality. Proceedings of the fifth international congress on hazelnut. 27-31 August, 2000, Corvallis, Oregon. 14-18 June, 2004, Tarragona-Reus, Spain.
- Pekşen, A., Günay, A., 2009. Use of substrates prepared by the mixture of tea waste and wheat straw in *Agaricus bisporus* (L.) Sing. cultivation. *Ekoloji*, 19 (73): 48-54.
- Pekşen, A., Yakupoğlu, G., 2009, Tea waste as a supplement fort he cultivation of *Ganaderma* of *lucidum*. *World J Mikrobiyal Biotechnol*, 25: 611-618.
- Pill, W.G., Evans, T.A., Garrison, S.A., 1993. Forcing white asparagus in various substrates under cool and warm regimes. *Hort Sci*, 28: 996-998.

- Polat, E., Onus, A.N., Demir, H., 2004. Atık mantar kompostunun marul yetiştiriciliğinde verim ve kaliteye etkisi, *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17 (2), 149-154.
- Siddiqui, Y., Meon, S., Ismail, R., Rahmani, M., Ali, A., 2008. Bio-efficiency of compost extracts on the wet rot incidence, morphological and physiological growth of okra (*Abelmoschus esculentus* [(L.) Moench]). *Sci. Horti*. 117, 9–14.
- Siddiqui, Y., Tajul, M.I., Sariah, M., 2011. Conjunctive use of compost tea and inorganic fertilizer on growth, yield and terpenoid content of *Centella asiatica* (L.) *Urban Scientia Horticulturae.*, 130 (1), 289-295.
- Soyarat, E., Fital, O., 2002. Ekolojik tarım ve Türkiye’de bu konuda yapılan çalışmalar. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi TAB-DT*.
- SPSS 2018. SPSS Statistics for Windows, Version 17.0. Chicago.
- Ünal, M., 2015. The utilization of spent mushroom compost applied at different rates in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) seedling production. Kocaeli University, Arslanbey Vocational School 41285, Kartepe, Kocaeli, Turkey. *Emirates Journal of Food and Agriculture*. 27 (9): 692-697.
- Yılmaz, S., Bender Özenç, D., 2012. Effects of hazelnut husk compost and tea waste compost on growth of corn plant (*Zea mays* L.). 8th International Soil Science Congress on "Land Degradation and Challenges in Sustainable Soil Management" Volume V, 620-626. May 15-17, 2012, Çeşme-İzmir, Turkey.



Bursa İli Sulama Birliklerinin Performans Göstergelerinin Karşılaştırmalı Değerlendirmesi^A

Ömer Tarık ERSÖZ¹, Gökhan ÇAMOĞLU^{*2}

Öz: Bu çalışmada, Bursa ili sınırlarında faaliyet gösteren on adet sulama birliğinin 2018 yılındaki performanslarının karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada performans göstergeleri olarak; sulama oranı, sulama alanı sürdürülebilirlik oranı, sulama şebeke yoğunluğu, su temin oranı, sulama ücreti toplama performansı, sulama alanı personel yoğunluğu, sulama şebekesi personel yoğunluğu, masrafları karşılama oranı, bakım masraflarının gelire oranı, birim alana dağıtılan yıllık sulama suyu miktarı, birim sulanan alana dağıtılan yıllık sulama suyu miktarı, birim alana düşen toplam işletme bakım yönetim masrafları ve birim sulanan alana düşen toplam işletme bakım yönetim masrafları hesaplanmıştır. Çalışma sonucunda; söz konusu performans göstergelerinin en yüksek değerleri sırasıyla; %81 (Karacabey S.B.), 1 (Karacabey S.B.), 115 ha/km (Yenişehir S.B.), 2.33 (Uluabat S.B.), %87 (İznic Ova Köyleri S.B.), 954 ha/personel (Yenişehir S.B.), 21 km/personel (Mustafakemalpaşa S.B.), %101 (Karacabey S.B., Bursa S.B. ve İznic Ova Köyleri S.B.), %45 (Nilüfer S.B.), 6358 m³/ha (Bursa S.B.), 10103 m³/ha (Bursa S.B.), 1744 TL/ha (İznic Gölü Keramet S.B.), 2271 TL/ha (İznic Gölü Keramet S.B.) olarak bulunmuştur. Çalışmanın sonucu olarak, performans göstergelerinin istenilen düzeylere ulaşabilmesi için görülen eksiklikler giderilmeli, kademeli olarak mevcut açık kanal sulama şebekeleri basınçlı borulu şebeke tipine dönüştürülmelidir.

Anahtar Kelimeler: Sulama, performans göstergesi, karşılaştırmalı değerlendirme, sulama birliği.

^A Makale, Ömer Tarık ERSÖZ'ün yüksek lisans tezinin bir bölümüdür. Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir.

¹ Ömer Tarık ERSÖZ, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Çanakkale, Türkiye, tarkersz@gmail.com, [OrcID 0000-0002-2659-501X](https://orcid.org/0000-0002-2659-501X)

^{*} **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** ²Gökhan ÇAMOĞLU Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Çanakkale, Türkiye, camoglu@comu.edu.tr, [OrcID 0000-0002-6585-4221](https://orcid.org/0000-0002-6585-4221)

Benchmarking of the Performance Indicators of Water User Associations in Bursa Province

Abstract: In this study, it is aimed to evaluate comparatively performances in 2018 of ten water user associations (WUA) operating in Bursa province. Irrigation rate, sustainability ratio of irrigated area, irrigation network density, water supply ratio, irrigation fee collection performance, employee intensity per unit irrigated area, employee intensity of irrigation network, cost recovery ratio, ratio of maintenance cost to revenue, the annual amount of irrigation water delivered per unit command area, the annual amount of irrigation water delivered to the unit irrigated area, total management operation maintenance cost per unit command area and total management operation maintenance cost per unit irrigated area were calculated as performance indicators. According to findings, the highest values of the performance indicators were found respectively; 81% (Karacabey), 1 (Karacabey WUA), 115 ha/km (Yenişehir WUA), 2.33 (Uluabat WUA), 87% (İzmit Ova Villages WUA), 954 ha/staff (Yenişehir WUA), 21 km/staff (Mustafakemalpaşa WUA), 101% (Karacabey, Bursa and İzmit Ova Villages WUAs), 45% (Nilüfer WUA), 6358 m³/ha (Bursa Mo WUA), 10103 m³/ha (Bursa WUA), 1744 TL/ha (İzmit Lake Keramet WUA), 2271 TL/ha (İzmit Lake Keramet WUA). As a result of the study, deficiencies seen to achieve the desired levels of performance indicators should be eliminated and the irrigation facilities should be revised gradually and turned into pressurized irrigation systems.

Keywords: Irrigation, performance indicators, benchmarking, water user associations (WUA).

Giriş

Su, tüm canlıların yapısındaki temel unsur ve hidrolojik çevrimin temel ögesi olması nedeni ile en önemli doğal kaynaktır. Suyun varlığından faydalanmak, zararlarından korunmak için uzun yıllardır çaba sarf edilmiştir. Dünyada ve ülkemizde, suyun önemi her geçen gün giderek artmaktadır (Şahin, 2001), Bu nedendir ki, günümüzde araştırmacıların büyük bir çoğunluğu özellikle mevcut suyun en etkin biçimde kullanılmasına, su kaynaklarının korunmasına ve geliştirilmesine yönelik çalışmalar yapmaktadır.

Su yapıları, sulama sistemleri ile drenaj şebekelerinde kullanılan teknolojiler ve sistemler, ülkelerin buldukları iklim kuşağı ile ekonomik ve sosyal yapılarına bağlı olarak büyük değişimler göstermektedir. Az gelişmiş veya gelişmekte olan ülkelerde ekonomik yapıya bağlı olarak kaplamalı veya kaplamasız açık kanal yapıları ile salma sulamalar yapılırken, gelişmiş ülkelerde kapalı sistemlerle, basınçlı yağmurlama ve damla sulama kullanılmaktadır. Özellikle sıcak iklim kuşağında ve kısıtlı su kaynağı olan gelişmiş ülkelerde düşük basınçlı borulu veya damla sulama sistemleri yaygın olarak kullanılmaktadır (Özdoğan, 2010). Türkiye’de 2.1 milyon hektar alandaki mevcut sulanan alanın %81’inde yüzeysel sulama metotları (karık, tava ve salma) kullanılarak sulama yapılmaktadır. Geri kalan kısımda basınçlı sulama (yağmurlama ve damla) yapılmaktadır. Geleneksel (elle boru taşıma) yağmurlama sulaması çiftçiler arasında bütün ülke genelinde yaygın olup, 184000

hektarın bu metotla sulandığı belirlenmiştir. DSİ sulamalarında yaklaşık 72000 hektar alan damla sulama metodu ile sulanmaktadır (DSİ, 2012).

Su yönetimi; su kaynaklarının planlı bir şekilde geliştirilmesi, dağıtılması ve kullanılmasıdır. Sulama yönetimi; genel sulama planlamasını, su dağıtım programlarının hazırlanmasını ve değerlendirme çalışmalarını kapsamaktadır. Sulama yönetimindeki en temel hedef, su kaynaklarından en iyi yarar sağlayacak şekilde etkin bir dağıtım planlamasının ve kullanımının yapılmasıdır (Çakmak ve ark., 2004). Birliğin görevi, işletme bakım, onarım ve yönetim sorumluluğunu devraldığı sulama tesislerinin işletme ve bakım hizmetlerinin yürütülmesi, ihtiyaç halinde DSİ Genel Müdürlüğü'nün uygun görüşüyle, mevcut tesislerin rehabilitasyonu ya da modernizasyonu ile yeni sulama tesisi inşaatına yönelik çalışmalar yapmaktır (DSİ 2011). Sulama birliği yönetiminin amaçları ise bazı çiftçilerin istekleri ile uygun düşmeyebilir. Çünkü işletmeciler eşit, adil su sağlama ve suyun kıt olduğu yerlerde verimli bir su dağıtımını sağlamak isterler. Suyun düzenli dağıtılması için işletmeci, çiftçilere çeşitli kurallar koymak zorundadır. Bu durum ise su dağıtım kurallarının zorla uygulanmasını gerektirmektedir (Süheri ve Topak, 2005).

Performans değerlendirmenin en önemli amacı, bilgi akışında süreklilik sağlayıp etkili bir performans gerçekleştirilmesini sağlamaktır. Bu değerlendirmeyle, sulama sistem performansının yeterliliği sorgulanır. Eğer yeterli değilse performansın düzeltilmesine yönelik tedbirler alınır. Bu nedenle performans değerlendirme için veri akışı sulama şebekelerinin izlenmesinde etkin bir araçtır (Bos, 1997).

Dünya'da ve ülkemizde performans göstergeleri belirleme başta olmak üzere su, sulama, su yönetimi, sulama sorunları ve suyun etkin kullanımı konularını içine alan birçok araştırma yapılmıştır (Beyribey, 1989; Vermillion ve Garces Restrepo, 1996; Bulut ve Çakmak, 2001; Yazgan ve Değirmenci, 2002; Kuşçu ve ark., 2009; Tekiner ve Çakmak, 2010; Kuşçu 2012; Sönmez yıldız ve Çakmak, 2013; Eliçabuk ve Toprak, 2016; Değirmenci ve ark., 2016; Büyükcangaz ve ark., 2018). Ancak, sulama birliklerinin performanslarına ilişkin bilgilerin güncellenmesi, izleme ve değerlendirme açısından büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada, Bursa ili sınırlarında faaliyet gösteren sulama birliklerinin tamamı (İznic Keramet, İznic Merkez, İznic Ova Köyleri, Bursa, Demirtaş, Yenişehir, Nilüfer, Uluabat, Karacabey ve Mustafakemalpaşa) 2018 yılındaki veriler dikkate alınarak 13 farklı performans göstergesine göre karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

Materyal ve Yöntem

Sulama Birliklerine İlişkin Bilgiler

Bu çalışmada; Bursa ili sınırları içerisinde bulunan İznic Gölü Keramet, İznic Ova Köyleri, İznic Merkez, Karacabey, Uluabat, Mustafakemalpaşa, Yenişehir, Bursa, Demirtaş ve Nilüfer olmak üzere on adet sulama birliği (S.B.) ele alınmıştır (Çizelge 1). Çalışmada materyal olarak söz konusu S.B.'lere ilişkin DSİ Genel Müdürlüğü, İşletme ve Bakım Dairesi Başkanlığı'nın raporları ve sulama birliklerinden elde edilen veriler kullanılmıştır.

Çizelge 1. Sulama birliklerine ilişkin bilgiler

Sulama Birliği	İşletme Alanı (ha)	Devir Yılı	Bitki Deseni	Su Dağıtım Sistemi	Su Kaynağı	Sulama Ücreti Hesaplama Yöntemi
İznik Gölü Keramet	2124	1997	Zeytin, Meyve	Kanalet/pompaj	Göl	TL/da
İznik Ova Köyleri	4035	2005	Zeytin, Meyve	Kanalet/pompaj	Göl	TL/da
İznik Merkez	1901	2005	Meyve, Zeytin	Kanalet/pompaj	Göl	TL/da
Karacabey	16683	1996	Sebze, Tarla Bitk.	Kanalet/Pompaj	Göl	TL/da
Uluabat	5650	2003	Sebze, Tarla Bitk.	Kanalet/Pompaj	Göl	TL/da
Mustafakemalpaşa	16555	1997	Tarla Bitk., Sebze	Kanalet/Cazibe+Pompaj	Dere	TL/da
Yenişehir	14999	2013	Tarla Bitk., Sebze	Kapalı/Cazibe+Pompaj	YAS	TL/da
Bursa	1570	2000	Meyve, Sebze	Kanalet/Cazibe	Baraj	TL/da
Demirtaş	1100	2007	Meyve, Sebze	Kanalet/Cazibe	Baraj	TL/da
Nilüfer	2730	2013	Meyve, Sebze	Kapalı+Kanalet/Cazibe	Göl	TL/da

İznik Gölü Keramet Sulama Birliği

Keramet pompaj sulaması 1981 yılında 2798 hektar alanda cazibe sulama olarak kanalet sistemi ile hizmete açılarak İznik Gölü'nden pompaj yardımı ile iletim ve dağıtım kanallarına suyu ileten sulamadır. Tesis uzunluğu 84662 m'dir.

İznik Ova Köyleri Sulama Birliği

Boyalıca pompaj sulaması 4736 hektar tarım alanında sulama sağlamak için kanalet sistemi olarak 1985 yılında işletmeye açılmıştır. İznik Ova Köyleri S.B.'ne 2005 yılında devredilen Boyalıca pompaj sulaması İznik Gölü'nü kaynak olarak kullanarak pompaj ile tesise sulama suyu iletmektedir. Tesis uzunluğu 124472 m'dir.

İznik Merkez Sulama Birliği

İznik merkez pompaj sulaması 2200 hektar tarım alanında kanalet sistemi ile faaliyet göstermektedir 1987 yılında hizmete açılmıştır. İznik Merkez S.B.'ne 2005 yılında devri gerçekleşen tesis İznik Gölü'nden pompaj ile tesise sulama suyu iletmektedir. Tesis uzunluğu 59200 m'dir.

Karacabey Sulama Birliği

Karacabey pompaj sulaması tarımsal sulama faaliyetleri için 1989 yılında 16683 hektar tarım alanı için Manyas Gölü'nden pompaj yardımı ile kanalet sistemine ileterek sulamaya olanak vermiştir. Sulama tesisi 1996 yılında Karacabey S.B.'ne devredilmiştir. Tesis uzunluğu 565088 m'dir.

Uluabat Sulama Birliği

Uluabat pompaj sulaması 6344 hektar alanda kanalet sulama tesisi ile 1974 yılında hizmete açılmıştır. Hizmet vermekte olduğu alana Uluabat Gölü'nden pompaj ile suyu kanalet sistemine sahip su iletim dağıtım kanallarına iletmektedir. Tesis uzunluğu 190066 m'dir.

Mustafakemalpaşa Sulama Birliği

Mustafakemalpaşa sulaması 20271 hektar tarım alanı için Manyas Gölü'nü besleyen Mustafakemalpaşa Çayı'ndan pompaj ile su iletim ve dağıtım kanallarına sulama suyu sağlamaktadır. Kanalet sistemine sahip sulama tesisleri; Sol Sahil 1970, Sağ Sahil 1980 ve Üçbeyli pompaj sulaması 1980 yıllarında işletmeye açılarak 1997 yılında Mustafakemalpaşa S.B.'ne devredilmiştir. Tesis uzunluğu 509072 m'dir.

Yenişehir Sulama Birliği

Yenişehir sulaması 53 adet yer altı suyu kuyusu ile 5020 hektar tarım alanında kapalı şebeke sulama sistemi olarak hizmet vermeyi amaçlamıştır. Yenişehir S.B.'ne 2013 yılında devredilerek 2015 yılında hizmete açılmıştır. Boğazköy Barajı sulaması 11645 hektar tarım alanında sulama amacıyla Boğazköy barajından cazibe ve pompaj sulama ile 2016 yılında Yenişehir S.B.'ne devredilerek sulamaya açılmıştır. Tesis uzunluğu 130367 m'dir.

Bursa Sulama Birliği

Bursa sulaması 1962 yılında hizmete açılmış ve 2000 yılında Bursa S.B.'ne devredilmiştir. Bursa S.B. kaynak olarak Gölbaşı Barajından kanalet sulama sistemi ile 1816 hektar sulama alanında çiftçilere sulama hizmeti sağlamaktadır. Tesis uzunluğu 22904 m'dir.

Demirtaş Sulama Birliği

Demirtaş sulaması 1985 yılında hizmete açılmış olup 2007 yılında Demirtaş S.B.'ne devredilmiştir. Demirtaş S.B. kaynak olarak Demirtaş barajından kanalet sistemi ile 1510 hektar sulama alanında çiftçilere hizmet sağlamaktadır. Tesis uzunluğu 84662 m'dir.

Nilüfer Sulama Birliği

Nilüfer S.B. işletme alanı içerisinde Güngören sulaması 98 hektar alanda kapalı sistem cazibe ile hizmet etmekte olup 2016 yılında devri gerçekleşmiştir. Hasanağa sulaması 742 hektar kanalet sistemi ile Hasanağa barajı kaynaklı cazibe sulama olarak 1986 yılında hizmet vermeye başlamış, 2016 yılında sulama birliğine devredilmiştir. Çakırköy sulaması 2014 yılında hizmete açılarak 2224 hektar kapalı şebeke cazibe sistemi ile Çalı ve Kayapa göletleri ile sulama sağlamaktadır. Tesis uzunluğu 52000 m'dir.

Performanslarının Göstergeleri

Çalışmada; sulama oranı, sulama alanı sürdürülebilirlik oranı, sulama şebeke yoğunluğu, su temin oranı, sulama ücreti toplama oranı, sulama alanı personel yoğunluğu, sulama şebekesi personel yoğunluğu, masrafları karşılama oranı, bakım masraflarının gelire oranı, birim alana dağıtılan yıllık sulama suyu miktarı, birim sulanan alana dağıtılan sulama suyu miktarı, birim alana düşen toplam işletme bakım yönetim masrafları, birim sulanan alana düşen toplam işletme bakım yönetim masrafları olmak üzere 13 farklı performans göstergesi hesaplanmıştır.

Sulama Oranı

Sulama birliklerine ilişkin sulama oranları Eşitlik 1 yardımıyla hesaplanmıştır (Beyribey, 1997; Özçelik ve ark., 1999). Sulama oranı performansının sınıflandırılması da Çizelge 2’de gösterildiği gibi yapılmıştır (Sönmezaydız ve Akman, 2013).

$$SO = \frac{SA1}{SA2} \quad (1)$$

Burada; SO: sulama oranı (%); SA1: sulanan alan (ha); SA2: sulama alanı (ha).

Çizelge 2. Sulama oranı sınıflandırması (%)

Göstergeler	Zayıf	Kabul Edilebilir	Memnun Edici	İyi
Sulama Oranı	<30	30-40	40-50	>50

Türkiye Cumhuriyeti Kalkınma Bakanlığı tarafından yayımlanan Onuncu Kalkınma Planı (2014-2018) ‘Tarımda Su Kullanımının Etkinleştirilmesi Programı Eylem Planı’ kapsamında sulama oranı yıllara göre; 2014, 2015, 2016, 2017 ve 2018 için sırasıyla; %63, %64, %65, %66 ve %68 olduğu belirtilmiştir. Söz konusu değerlerin ortalaması dikkate alındığında yaklaşık olarak %65 çıkmaktadır. Değerlendirmeler bu değeri göz önüne alarak da yapılmıştır.

Sulama Alanı Sürdürülebilirlik Oranı

Sulama birliklerine ilişkin söz konusu performans kriteri Eşitlik 2 ile hesaplanmıştır (Koç, 1997).

$$SASO = \frac{BSA}{MSA} \quad (2)$$

Burada; SASO: sulama alanı sürdürülebilirlik oranı; BSA: başlangıçtaki sulama alanı (ha); MSA: mevcut sulama alanı (ha).

SASO= 1: Sabit, SASO< 1: Sulama alanında azalma var, SASO> 1: Sulama alanında artma var

Sulama Şebeke Yoğunluğu

Sulama birliklerine ilişkin söz konusu performans kriteri Eşitlik 3 yardımıyla hesaplanmıştır (Koç, 1997).

$$S\text{ŞY} = \frac{SA2}{\text{İDKTU}} \quad (3)$$

Burada; SŞY: sulama şebeke yoğunluğu (ha/km); SA2: sulama alanı (ha); İDKTU: iletim ve dağıtım kanalları toplam uzunluğu (km).

Su Temin Oranı

Sulama birliklerine ilişkin söz konusu performans kriteri Eşitlik 4 ile hesaplanmıştır (Beyribey, 1997). Toplam sulama suyu ihtiyacı ise bitkilerin doğal yollarla alamadığı ve yağışların ihtiyacı karşılayamadığı miktar olarak belirlenmiştir.

$$STO = \frac{\text{ŞSU}}{\text{TSSİ}} \quad (4)$$

Burada; STO: su temin oranı, ŞSU: şebekeye saptırılan su (m³/ha/yıl); TSSİ: toplam sulama suyu ihtiyacı (m³/ha/yıl)

Sulama Ücreti Toplama Oranı

Sulama birliklerine ilişkin söz konusu performans kriteri Eşitlik 5 ile saptanmıştır (Özçelik ve ark., 1999). Sulama ücreti toplama oranının sınıflandırılması Çizelge 3'te gösterildiği gibi yapılmıştır (Sönmez yıldız ve Çakmak, 2013).

$$S\text{ÜTO} = \frac{\text{TEÜ}}{\text{TESÜ}} \times 100 \quad (5)$$

Burada; SÜTO: sulama ücreti toplama oranı (%); TEÜ: tahsil edilen sulama ücreti (TL); TESÜ: tahakkuk eden sulama ücreti (TL).

Çizelge 3. Sulama ücreti toplama oranı sınıflandırması

Göstergeler	Zayıf	Kabul Edilebilir	Memnun Edici	İyi
Su Ücreti Toplama Oranı	<40	40-60	60-75	>75

Sulama Alanı Personel Yoğunluğu

Sulama alanı personel yoğunluğu Eşitlik 6 yardımıyla belirlenmiştir (Koç, 1997).

$$SAPY = \frac{FSA}{\text{TPS}} \quad (6)$$

Burada; SAPY: sulama alanı personel yoğunluğu (ha/personel); FSA: son üç yılda sulanan alanın ortalaması (ha); TPS: işletme ve bakımda çalışan personel sayısı.

Sulama Şebekesi Personel Yoğunluğu

Sulama birliklerine ilişkin sulama şebekesi personel yoğunluğu Eşitlik 7 ile hesaplanmıştır (Koç, 1997).

$$S\text{ŞPY} = \frac{İDKTU}{TPS} \quad (7)$$

Burada; SŞPY: sulama şebekesi personel yoğunluğu (km/personel); İDKTU: iletim ve dağıtım kanalları toplam uzunluğu (km); TPS: işletme ve bakımda çalışan toplam personel sayısı.

Masrafları Karşılama Oranı

Masrafları karşılama oranı Eşitlik 8 ile belirlenmiş olup sınıflandırılması Çizelge 4'te gösterildiği gibi yapılmıştır (Sönmez yıldız ve Çakmak, 2013).

$$MKO = \frac{KTTSÜ}{TİBYM} \times 100 \quad (8)$$

Burada; MKO: masrafları karşılama oranı (%); KTTSÜ: kullanıcılardan toplanan toplam su ücreti (TL); TİBYM: toplam işletme bakım yönetim masrafları (TL).

Çizelge 4. Masrafları karşılama oranı sınıflandırması

Göstergeler	Zayıf	Kabul Edilebilir	Memnun Edici	İyi
Masrafları Karşılama Oranı	<40	40-60	60-75	>75

Bakım Masraflarının Gelire Oranı

Sulama birliklerine ilişkin söz konusu performans göstergesi Eşitlik 9 ile hesaplanmıştır (Arslan ve Değirmenci, 2018).

$$BMGO = \frac{TBM}{KTTSÜ} \times 100 \quad (9)$$

Burada; BMGO: Bakım masraflarının gelire oranı (%); TBM: Toplam bakım masrafları (TL); KTTSÜ: Kullanıcılardan toplanan toplam su ücreti (TL).

Birim Alana Dağıtılan Yıllık Sulama Suyu Miktarı

Sulama birliklerine ilişkin söz konusu performans kriteri Eşitlik 10 ile hesaplanmıştır (Arslan ve Değirmenci, 2018).

$$B\text{ADYSSM} = \frac{SSGTSM}{SA2} \quad (10)$$

Burada; B\text{ADYSSM}: birim alana dağıtılan yıllık sulama suyu miktarı (m³/ha); SSGTSM: sulama sistemine giren toplam su miktarı (m³/yıl); SA2: sulama alanı (ha) olarak gösterilmiştir.

Birim Sulanan Alana Dağıtılan Yıllık Sulama Suyu Miktarı

Sulama birliklerine ilişkin söz konusu performans kriterinin hesaplanmasında Eşitlik 11 kullanılmıştır (Arslan ve Değirmenci, 2018).

$$BSADYSSM = \frac{SSGTSM}{SA1} \quad (11)$$

Burada; BSADYSSM: birim sulanan alana dağıtılan yıllık sulama suyu miktarı (m³/ha); SSGTSM: sulama sistemine giren toplam su miktarı (m³/yıl); SA1: sulanan alan, (ha) olarak gösterilmiştir.

Birim Alana Düşen Toplam İşletme Bakım Yönetim Masrafları

Sulama birliklerine ilişkin söz konusu performans kriteri Eşitlik 12 yardımıyla hesaplanmıştır (Arslan ve Değirmenci, 2018).

$$BADTİBYM = \frac{TİBYM}{SA2} \quad (12)$$

Burada; BADTİBYM: birim alana düşen toplam işletme bakım yönetim masrafları (TL); TİBYM: toplam işletme bakım yönetim masrafları (TL); SA2, sulama alanı (ha).

Birim Sulanan Alana Düşen Toplam İşletme Bakım Yönetim Masrafları

Sulama birliklerine ilişkin söz konusu performans kriteri Eşitlik 13 ile hesaplanmıştır (Arslan ve Değirmenci, 2018).

$$BSADTİBYM = \frac{TİBYM}{SA1} \quad (13)$$

Burada; BSADTİBYM: birim sulanan alana düşen toplam işletme bakım yönetim masrafları (TL); TİBYM: toplam işletme bakım yönetim masraflarını (TL); SA1: sulanan alan (ha) olarak gösterilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Bursa İli'nde bulunan sulama birliklerine ait çalışmada ele alınan performans göstergelerine ilişkin sonuçlar Çizelge 5'de verilmiştir.

Çizelge 5. Sulama birliklerine ilişkin performans göstergeleri

Birlik Adı	SO (%)	SASO	SŞY (ha/km)	STO	SÜTO (%)	SAPY (ha/personel)	SŞPY (km/personel)
İznic Gölü Keramet	77	0.75	34.4	0.99	65	121.4	4.4
İznic Ova Köyleri	63	0.85	32.4	1.30	87	182.1	8.9
İznic Merkez	42	0.86	32.1	1.31	73	102.2	6.6
Karacabey	81	1.00	29.5	0.73	61	410.6	17.1
Uluabat	27	0.89	29.7	2.33	70	129.1	15.8
Mustafakemalpaşa	79	0.81	32.5	1.46	80	545.2	21.2
Yenişehir	71	0.9	115.0	-	58	954.2	11.8
Bursa	63	0.84	68.5	1.40	44	198.0	4.5
Demirtaş	37	0.72	12.9	-	73	78.0	16.9
Nilüfer	33	0.89	52.5	-	39	151.6	13.0
Ortalama	57	0.85	44.0	1.36	65	287.2	12.0

Çizelge 5 (devam). Sulama birliklerine ilişkin performans göstergeleri

Birlik Adı	MKO (%)	BMGO (%)	BADYSSM (m ³ /ha)	BSADYSSM (m ³ /ha)	BADTİBYM (TL/ha)	BSADTİBYM (TL/ha)
İznik Gölü Keramet	79	26	3833.5	4992.3	1744	2271
İznik Ova Köyleri	101	15	3651.5	5800.0	894	1412
İznik Merkez	99	12	2840.6	6129.3	605	1306
Karacabey	101	9	4616.3	5699.2	313	386
Uluabat	87	31	2604.7	9656.8	361	1336
Mustafakemalpaşa	89	14	3955.7	5004.7	280	355
Yenişehir	86	15	-	-	235	329
Bursa	101	14	6357.9	10103.2	568	902
Demirtaş	62	25	-	-	307	820
Nilüfer	93	45	-	-	214	648
Ortalama	90	21	3980.0	6769.3	552	977

Sulama Oranı

Çalışmada, en düşük sulama oranı %27 ile Uluabat S.B.'de, en yüksek sulama oranı %81 ile Karacabey S.B.'de elde edilmiş olup tüm birliklerin ortalama değeri %57 olarak belirlenmiştir (Çizelge 5). Çizelge 2'ye göre incelenen sulama birliklerinden 6'sı iyi, 1'i memnun edici, 2'si kabul edilebilir ve 1'i de zayıf olarak sınıflandırılmıştır. Onuncu kalkınma planındaki ortalama değer olan %65 dikkate alındığında ise sulama birliklerinin %60'ının bu değer altında kaldığı görülmektedir. Büyükcangaz ve ark. (2018) çalışmalarında en yüksek sulama oranını %80.61 ile Bursa YASP sulama şebekesinde (2011 yılında), en düşük değeri de %25.75 ile Uluabat sulama şebekesinde (2012 yılında) olduğunu belirtmişlerdir. Kuşçu ve ark. (2008), Mustafakemalpaşa S.B.'nin DSİ'den sulama birliğine yönetim devrini değerlendirdikleri çalışmada, devir öncesi son 4 yıl ve devir sonrası ilk 4 yıllık ortalamalara göre sulama oranlarını sırasıyla %58 ve %62 olarak saptamışlardır. Bu çalışmada ise Mustafakemalpaşa S.B.'nin sulama oranı %79 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuç, Mustafakemalpaşa S.B.'nde sulama oranında önemli düzeyde bir iyileşme olduğunu göstermektedir. Kuşçu ve ark. (2009) Karacabey S.B.'nde yaptıkları çalışmada, yıllara bağlı olarak sulama oranını %46-70 ve ortalama değerini %61 olarak belirlemişlerdir. Bu çalışmada, Karacabey Sulaması için belirlenen sulama oranı %81 olarak belirlenmiş olup en yüksek sulama oranına sahip olmaktadır. Kuşçu ve ark. (2009) tarafından belirlenen sulama oranına kıyasla önemli bir artış gösterdiği sonucuna varılmıştır.

Mevcut sulama birliklerinde sulama oranlarının düşük olmasının nedenleri genellikle açık kanaletli şebekelerde iletim hatlarında meydana gelen kayıplar, su kaynağının yetersizliği, şebeke sonlarına suyun yeterli miktarda ve istenilen zamanda iletilmemesi, mevcut bitki deseninde yağışların yeterli olması sonucu sulama yapılmaması ve nadasa bırakılan araziler gibi nedenlere bağlanabilir. Çimenci ve Değirmenci (2016) DSİ 1. Bölgede 5 sulama şebekesi (Mustafakemalpaşa, Karacabey, Keramet, Boyalıca ve Uluabat) üzerine yapmış oldukları çalışmada, sulama oranının düşüklüğünü benzer nedenlere bağlamışlardır. Tekinel (2003), Aşağı Seyhan Ovası'nda yaptığı çalışmada, sulama oranını düşük tespit etmiştir. Bunun nedeni olarak da çiftçilerin aşırı sulama yapmaları sonucu bazı yerlerde taban suyu, tuzluluk ve drenaj sorunları, su iletim kanallarındaki

sızmalar ile bölgede kentsel yerleşim ve sanayi yapılarının tarım arazileri üzerinde yer almaları gibi faktörlere bağlamışlardır.

Sulama Alanı Sürdürülebilirlik Oranı

Sürdürülebilir sulama oranlarına ilişkin en yüksek ve en düşük olarak belirlenen sulama birlikleri sırasıyla Karacabey (1.00) ve Demirtaş (0.72) olmuştur (Çizelge 5). Tüm sulama birliklerine ilişkin ortalama sürdürülebilir sulama oranı 0.85 olarak bulunmuştur. Bu sonuç, sulama sahalarında herhangi bir artma meydana gelmediğini, aksine zamanla eksilmelerin olduğunu göstermiştir. Koç (1997), incelediği şebekelerde sürdürülebilir sulama oranının 0.86 ile 1.37 arasında gerçekleştiğini belirtmiştir.

Sulama birliklerinin su iletmekle sorumlu olduğu alanların zamanla azalmasında başlıca sebepler incelendiğinde; nüfus artışı ile beraber artan yapılaşmalar, sanayi alanlarının artması, tesislerde su iletim hatlarının sonlarına yeterli sulama suyunun zamanında verilmemesi ile o bölgelerde sulu tarımın artık yapılmaması gibi nedenlerin olduğu gerek anketlerle gerekse yapılan gözlemler ile belirlenmiştir.

Sulama Şebeke Yoğunluğu

Sulama şebeke yoğunluğu en yüksek Yenişehir (115 ha/km) ve en düşük Demirtaş (12.9 ha/km) sulama birlikleridir (Çizelge 5). Yenişehir S.B.'nin sulama şebeke yoğunluğunun ortalama değerini iki katından daha fazla olduğu görülmektedir. Bu durum, iletim hattının diğer sulama birliklerine ait sulama şebekelerine göre çok daha fazla alana su taşıdığını göstermektedir. Kartal ve ark. (2019) sulama kanal çeşitleri ve uzunluklarının sulama performans göstergesine etkisi araştırdığı çalışmalarında, performans göstergelerinin kanal çeşitleri ve uzunluklarının yanı sıra yönetim ve işletim gibi birçok etkene bağlı olduğunu bildirmişlerdir.

Su Temin Oranı

İncelenen sulama birliklerinde su temin oranı 0.73 ile 2.33 arasında değişmekte olup en yüksek Uluabat S.B.'nde bulunmuştur (Çizelge 5). En yüksek ve en düşük değerler dışında en ideal oranda su temini 0.99 (1'e en yakın) ile Keramet S.B.'nde sağlanmaktadır. Toplam sulama suyu ihtiyacına göre, su temin oranının 1 olması ihtiyacı karşılayacak düzeyde; 1'den düşük olması, ihtiyaçtan daha az; 1'den daha fazla olması ise ihtiyaçtan daha fazla su kullanıldığını ifade etmektedir (Beyribey, 1997). Bu duruma göre, söz konusu birlik ihtiyacı olan suyun 2 katından daha fazlasını temin etmektedir. Kuşçu ve ark. (2008), Mustafakemalpaşa Sulaması için çalışmasında su temin oranının, hem yönetim devir öncesinde hem de devir sonrasındaki yıllarda 1.07 ile 1.70 arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Ayrıca, su temin oranını düşük olduğunda, yağışların yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Buna göre, yağışların su temininde önemli etkisi olduğu söylenebilir. Su temin oranının yüksek olmasının başlıca sebepleri; su iletim ve dağıtım kanallarında su kayıplarının fazla olması ve yetersiz izleme değerlendirme sonucu çiftçilerin ihtiyaçtan fazla sulama yapmasının önlenememesidir. Araştırma kapsamında

bulunan sulama birliklerinin büyük çoğunluğu açık kanalet sistemine sahip olduğundan dolayı kanallarda meydana gelen su kayıpları su temin oranının 1'den büyük olması sonucunu ortaya çıkarmıştır.

Değirmenci ve ark. (2013), Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) içinde yer alan 12 sulama şebekesi için su temin oranının 1.00-5.90 arasında değiştiğini belirlemiştir. Uçar ve Yardımcı (2003) Isparta ilinde inceledikleri sulama şebekelerde, su temin oranını 1.66 ile 5.72 arasında bulmuşlardır. Tüm şebeke ortalamasının ise 3.20 olduğunu ve bu değer ihtiyaçtan yaklaşık 3 kat daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. Bursa ilinde faaliyet gösteren sulama birlikleri ile Uçar ve Yardımcı (2003) tarafından yapılan çalışmada Isparta ili sulama şebekeleri arasında su temin oranları kıyaslandığında, tüm şebeke ortalaması Bursa'da 1.36 ve Isparta'da 3.20 olduğu belirlenmiştir. Karşılaştırılan iki il için değerlerin farklı olması iklim, sulama tesisi özelliği ve farklı yıllarda gerçekleştirilen çalışmalardan kaynaklı olabilir.

Sulama Ücreti Toplama Oranı

Sulama birliklerinin hizmetlerini zamanında ve istenilen düzeyde sağlayabilmeleri için sulama suyu ücretlerini düzenli olarak tahsil etmesi gerekmektedir. Çalışma kapsamındaki sulama birliklerinde, sulama hizmet bedeli dekar/TL ya da m³/TL şeklinde belirlenmektedir. Sulama ücreti toplama oranları incelendiğinde, en yüksek değer %87 ile İznik Ova Köyleri S.B.'de olduğu görülmekte ve bunu Mustafakemalpaşa S.B. (%80) takip etmektedir (Çizelge 5). En düşük değeri ise Nilüfer S.B. (%39) ve ardından Bursa S.B. (%44) almıştır. Ele alınan tüm sulama birliklerinin ortalaması %65 olarak belirlenmiştir.

Sulama ücreti toplama oranının düşük olmasının çiftçilerin borçlanma ile tarımsal faaliyetleri sürdürmelerinden ve bu borçlanma da sulama ücretinin ödenmesinin son sıralarda yer almasından kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Ayrıca bahsi geçen sulama birliklerinde bitki desenin farklılık göstermesi ile hasat zamanlarının farklılığı, arazi büyüklükleri, su kaynağı farklılıkları, su iletim ve dağıtım tesisi özellikleri, çiftçilerin sulama birliklerine güveni, zamanında suyun temini, adil su dağılımı gibi faktörler de etkilemektedir. Özçelik ve ark. (1999), bu oranı devir öncesi ve sonrası olarak değerlendirmiş ve söz konusu değerleri sırasıyla %51.6 ve %66.7 olduğunu belirtmişlerdir. Birliklerde ortalama tahsilat oranının yeterli olmadığını, bunun en az %90-95 olması gerektiğini vurgulamışlardır. Kuşçu (2012), Susurluk havzasında yer alan Karacabey, Mustafakemalpaşa, Bursa YAS, Çavdarhisar ve Sındırgı Sulamalarında su ücreti toplama oranının %73 ile %95 arasında değiştiğini belirtmiş olup bu çalışmada hesaplanan su ücretlerine yakın değerlerdedir.

Çizelge 3'e göre; 2 sulama birliği iyi, 5 sulama birliği memnun edici, 2 sulama birliği kabul edilebilir ve 1 sulama birliği de zayıf sınıfta yer almıştır. Tüm sulama birliklerinin sulama ücreti toplama oranlarının ortalamasına ise memnun edici sınıfta yer aldığı görülmektedir. Sulama ücreti toplama oranlarının bazı bölgelerde düşük olmasında en önemli faktör çiftçilerin elde ettikleri ürünleri piyasada satışını gerçekleştirdiklerinde almaları gereken ücretleri zamanında alamadıkları ya da alsalar bile diğer piyasa borçlarına öncelik verdikleri gibi birtakım ekonomik nedenlerden dolayı zamanında ödemekte güçlük çektikleri yönündedir.

Sulama Alanı Personel Yoğunluğu

Sulama birliklerinde görevli personel sulama alanına hâkimiyeti ne kadar yüksek olursa işletme becerisi de doğru oranda artacaktır. Personel başına düşen sulama alanı değeri en düşük 78 ha ile Demirtaş S.B.'nde iken, en yüksek 954.2 ha ile Yenişehir S.B.'ndedir. Tüm sulama birliklerine ilişkin ortalama değer ise 287.2 ha olarak belirlenmiştir (Çizelge 5). Demirtaş S.B.'nin sulama alanının az olması ve Yenişehir S.B.'nin sulama alanının daha yüksek ve kapalı borulu sisteme sahip olması birim personele düşen alanı arttırmaktadır. Bir personel tarafından denetlenmesi gereken hizmet alanını Bekişoğlu (1994) 333 ha olarak belirtmiştir. Bu durumda, çalışmada ele alınan sulama birliklerinin çoğunun bu değerlerin altında olduğu görülmektedir. Buna göre, genel olarak birliklerde olması gerekenden daha fazla personel çalıştırıldığını anlaşılmaktadır. Diğer sulama birliklerinin aksine Yenişehir, Mustafakemalpaşa ve Karacabey sulama birliklerinde, bir personel tarafından denetlenmesi gereken hizmet alanının söz konusu değerden yüksek olduğu görülmektedir. Bu durumda da bu birliklerde daha az personelin istihdam edildiği anlaşılmaktadır. Kırnak ve Karaca (2017) çalışmalarında; sulama alanı personel yoğunluğunu en düşük 2010 yılında 85.83 ha/personel ve en yüksek 2014 yılında 765 ha/personel olduğunu belirtmişlerdir.

Sulama Şebekesi Personel Yoğunluğu

Sulama birliklerine ilişkin sulama şebekesi personel yoğunluğu değerleri bakımından, en yüksek Mustafakemalpaşa (21.2 km/personel), en düşük ise İznik Gölü Keramet (4.4 km/personel) ve Bursa (4.5 km/personel) sulama birliklerinde bulunmuştur (Çizelge 5).

İncelenen sulama birliklerinde belli bir standart olmadığı ve işletmeler arasında 5 kata kadar fark olduğu dikkati çekmektedir. Burada, işletme alanı ve tesis uzunluğu göz önünde olsa da, birliklerde çalışan personel sayısının yetersiz veya gereğinden fazla olduğu anlaşılmaktadır. Bu durumda, belli bir standart oluşturularak bir personelin ne kadar mesafede tesisten sorumlu olacağı ve ihtiyaca göre istihdam sağlanması gerektiği ortaya çıkmaktadır. Kırnak ve Karaca (2017) çalışmalarında, sulama şebekesi personel yoğunluğunu 2010-2014 yıllarında 31.33 km/personel, 2015 yılında ise 26.86 km/personel olarak belirlemişlerdir. Sarıoğlan sulama birliği açık kanal sulama sistemi değil basınçlı sistem sulama yaptırdığı için az personelle tesisini işletebilmektedir. Öte yandan tesisin yeni olması ile bakım onarım ihtiyacının azlığı avantajından dolayı az personelle faaliyetlerini sürdürebilmektedir.

Masrafları Karşılama Oranı

Ele alınan sulama birlikleri arasında en yüksek masrafları karşılama oranı Karacabey (%101), İznik Ova Köyleri (%101) ve Bursa (%101) sulama birliklerinde olduğu görülmektedir (Çizelge 5). Bu sonuç, gerçekleştirilen tahsilatın işletme bakım yönetim masraflarını karşıladığını göstermektedir. Fakat diğer (İznik Gölü Keramet, İznik Merkez, Uluabat, Mustafakemalpaşa, Yenişehir, Demirtaş ve Nilüfer) sulama birliklerine bakıldığında bunun olmadığı görülmektedir. Çizelge 4'te belirlenen masrafları karşılama oranı sınıflandırmasına göre Demirtaş S.B. memnun edici, diğer tüm sulama birlikleri ise iyi olarak sınıflandırılmıştır. Araştırma alanındaki

tüm sulama birliklerinin ortalaması ise %90 ile iyi olarak saptanmıştır. Nalbantoğlu ve Çakmak (2007) yaptıkları çalışmada, en düşük ve en yüksek masrafları karşılama oranını sırasıyla %56 ve %172 olarak bulmuşlardır.

Masrafları karşılama oranının düşük olmasının sebepleri irdelendiğinde iki sorun gözlenmektedir. Bunlardan ilki, toplam işletme bakım yönetim masraflarının fazla olması, diğeri ise sulama ücreti tahsilatının yetersiz olması olarak sayılabilir.

Bakım Masraflarının Gelire Oranı

Elde edilen değerler incelendiğinde, en yüksek oran %45 ile Nilüfer, en düşük oran ise %9 ile Karacabey sulama birliklerinde elde edilmiştir (Çizelge 5). Ortalamada da söz konusu değer %21 olarak bulunmuştur. Arslan ve Değirmenci (2018) yaptıkları çalışmada 23 sulama şebekesinin ortalama değerini %14 olarak hesaplamışlardır. Nalbantoğlu ve Çakmak (2007) yaptıkları çalışmada söz konusu oranı %2.5 (1998 yılında) ve %10.8 (2001 yılında) olarak saptamıştır.

Bakım masraflarının fazla olmasının başlıca sebeplerine bakıldığında; su iletim ve dağıtım tesislerinin zamanla doğal ve yapay sebeplerden dolayı yıpranmış olması, zamanında yapılması gereken fakat yapılmayan ya da eksik yapılan bakım onarım çalışmalarının ilerleyen süreç içinde işletme bütçesinde büyük pay kaplaması olarak sayılabilir.

Birim Alana Dağıtılan Yıllık Sulama Suyu Miktarı

En yüksek birim alana dağıtılan yıllık sulama suyu miktarına sahip Bursa S.B. hektar başına 6357.9 m³ su kullanırken, en düşük miktara sahip Uluabat S.B. ise hektara 2604.7 m³ sulama suyu kullanmıştır (Çizelge 5). Tüm sulama birliklerinin ortalama değerleri de 3980 m³/ha olarak elde edilmiştir. Arslan ve Değirmenci (2018) Kartalkaya (Kahramanmaraş) Sol Sahil sulama şebekesinde bu değeri 6743.97 m³/ha olarak hesaplamışlardır. Sönmez yıldız ve Çakmak (2013), Eskişehir Beyazaltın köyünde söz konusu değeri 4311.02 m³/ha olarak belirlemiştir.

Birim Sulanan Alana Dağıtılan Yıllık Sulama Suyu Miktarı

Sulama birliklerinin sezon boyunca birim sulanan alanda kullandıkları su miktarı 4992.3 m³/ha (İzmit Gölü Keramet S.B.) ile 10103.2 m³/ha (Bursa S.B.) arasında değişmiştir (Çizelge 5). Burada yıllık kullanılan su miktarı bakımından birlikler arasında önemli farklar olduğu görülmektedir. Birim sulanan alanda fazla su kullanımının en önemli nedenleri arasında açık kanal sisteminde görülen su iletim ve dağıtım kanallarında meydana gelen kayıplardır. Söz konusu kayıpların, yeterli düzeyde yapılacak bakım onarım çalışmalarıyla ve planlı su dağıtım uygulamalarıyla düşürülmesi mümkündür. Topak ve Eliçabuk (2017) çalışmalarında, Gevrekli için bu değeri 2008 yılında 2.577 m³/ha ve 2013 yılında 5.273 m³/ha olduğunu belirtmişlerdir.

Birim Alana Düşen Toplam İşletme Bakım Yönetim Masrafları

Birim alana düşen toplam işletme bakım yönetim masraflarına ilişkin elde edilen sonuçlara göre, sulama birliklerinin yarısından fazlası ortalamanın (552 TL/ha) altında kalmıştır (Çizelge 5). En yüksek değere sahip olan İznik Gölü Keramet S.B.'nin, kendisine en yakın değer 2 katından ve ortalamadan da üç kat daha fazla değere sahip olduğu dikkati çekmektedir. Özdoğan (2010) Güldürcek sulamasında yaptığı araştırmada, söz konusu değer 4.73–11.11 \$/ha arasında değiştiğini ve masrafların düşük olduğunu belirtmiştir. Özkan ve ark. (2012), Trakya'da faaliyet gösteren 5 adet sulama kooperatifinde 2008-2010 yılları arasında yapmış oldukları araştırmada, en düşük değeri 82.14 TL/ha ve en yüksek değeri de 484 TL/ha olarak belirlemiştir.

İznik Gölü Keramet, İznik Ova Köyleri ve İznik Merkez sulama birlikleri İznik Gölü'nden pompaj ile iletim ve dağıtım kanallarına su sağlamasından dolayı enerji giderleri yüksek olmaktadır. Fakat İznik Gölü Keramet S.B.'nin aynı işletme tipinde olan diğer iki sulama birliğine göre birim alanda çok daha fazla işletme bakım yönetim masrafı olduğu görülmektedir. Bunun nedeni bakım masraflarının fazla olması gibi algılansa da Çizelgeden de görüleceği gibi bakım masrafları işletme bütçesinin %26'sını kapsamaktadır. Burada, işletme ve yönetim masraflarının yüksek olmasından dolayı söz konusu masrafların da yüksek olduğu anlaşılmaktadır.

Birim Sulanan Alana Düşen Toplam İşletme Bakım Yönetim Masrafları

Sulama birliklerine ilişkin olarak ortalama birim sulanan alana düşen toplam işletme bakım yönetim masraflarının 977 TL/ha olduğu; İznik Gölü Keramet (2271 TL/ha), İznik Ova Köyleri (1412 TL/ha), İznik Merkez (1306 TL/ha) ve Uluabat (1336 TL/ha) sulama birliklerine ilişkin değerlerin de bunun oldukça üzerinde olduğu görülmektedir (Çizelge 5). Söz konusu birlikler açık kanal pompaj sulamasına sahip olduklarından enerji giderlerinin fazla olması, bu göstergenin yükselmesine neden olmaktadır. Yenişehir S.B. sahası bir kısmı cazibe, bir kısmı da pompaj kullanılarak sulanmasına rağmen, işletme tesisi kapalı sistem olduğundan, diğer sulama birliklerinden daha düşük değere (329 TL/ha) sahip olmuştur. Ancak, Karacabey ve Mustafakemalpaşa sulama birlikleri açık sistem ve pompaj kullanmalarına rağmen Yenişehir S.B. kadar düşük değerlere sahip olduğu görülmektedir. Bunun sebebi de sulama alanlarının ve sulama oranlarının diğerlerine göre daha yüksek olmasıdır. Diğer taraftan, Demirtaş ve Bursa sulama birlikleri açık sistem ve cazibe sulama sistemine sahip olmasına rağmen söz konusu değerler yine de yüksek bulunmuştur. Nilüfer S.B.'nde ise kapalı sistem cazibeli sulama yapılmasına rağmen söz konusu birlik için de elde edilen birim sulanan alana düşen toplam işletme bakım yönetim masrafları yüksek çıkmıştır. Bu durum ise tesiste meydana gelen mekanizasyon sorunlarının fazla olması ve bu sorunların giderilmesindeki maliyetin yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Sonuç

Araştırma alanındaki sulama birliklerinin ortalama sulama oranı %57 ile iyi seviye olarak sınıflandırılırken, Onuncu Kalkınma Planı'nda belirtilen ortalama değerden (%65) daha düşük gerçekleşmiştir. Bu nedenle söz konusu oranın işletmenin sürekliliğini sağlamak için yeterli olmadığı ve bunun iyileştirilmesi gerektiği

söylenbilir. Sulama birlikleri; personel, iş makinası ve ekonomik alım gücü dengesini oluşturup, zamanında ve yeterli miktarda bakım onarım çalışmalarını gerçekleştirerek sulama oranının yüksek değerlere ulaşmasını sağlamalıdır.

Ortalama sulama alanı sürdürülebilir oranı 0.85 olarak bulunmuştur. Söz konusu değer sulama alanlarında azalmalar meydana geldiğini göstermiştir. Sulama birliklerinde teknik ve ekonomik nedenlerden dolayı sulama alanının tamamı sulanamamaktadır. Sulama suyunun ulaştırılmadığı, özellikle iletim dağıtım kanallarının sonlarına suyun iletimini sağlayarak işletme alanının tamamından fayda sağlanmalıdır.

Pompaj sulamalarda, şebekeye alınan suyun ölçümünün pompalardan elde edilen veriler kullanılarak yapıldığı, ayrıca açık sulama şebeke tipine sahip sulama birliklerinden birkaçı dışında ölçüm yapılmadığı tespit edilmiştir. Sisteme alınan su belirlenmeden su yönetimi sağlıklı olmamaktadır. Bunun için öncelikle sisteme giren suyun kayıt altına alınmadığı işletmelerde ivedilikle ölçüm tesisleri kurulmalıdır. Sulama birliklerinde açık kanalet sisteminin yaygın olmasından dolayı meydana gelen kayıplar ihtiyaç duyulan su temin oranını iki kata kadar arttırmıştır. Tesislerde meydana gelen su iletim kayıpları minimuma indirilmeli ve kaçak sulamaya fırsat verilmemelidir. Tesisler en iyi şekilde denetlenmeli ve su ihtiyacı, temin edilmesi gereken orana en yakın seviyede kullanılmalıdır.

Çiftçilerin tarımsal faaliyet sürdürmelerinde su dışında tohum, gübre, ilaç, yakıt ve tarım ekipmanları gibi giderlerin karşılanması daha öncelik kazandığından, sulama ücreti tahsilatında gecikmeler yaşanmaktadır. Sulama ücretlerinin tahsilatı konusunda sulama birlikleri, farklı politikalar ile erken ödeme indiriminden yararlanma ve taksitler halinde ödeme gibi seçenekler ile çiftçilere kolaylıklar sağlamalıdır. Ayrıca, sulama ücretinin hacim esasına göre m³ veya saat şeklinde belirlenmesi gerekmektedir. Bu durum suyun etkin kullanımı ve bilinçli tüketimini sağlayacaktır.

Bazı sulama birliklerinde sulama alanı personel yoğunluğunun ortalamanın 3 katından fazla olduğu belirlenmiştir. Bu durum giderleri arttıracığından dolayı sulama hizmet bedelini de yükseltmiştir. Fazla istihdam sonucu maaş ödemeleri için ayrılan bu bütçenin, bakım onarım veya diğer önemli eksikliklerin giderilmesinde kullanılması daha faydalı olacaktır. Bir diğer parametre olan sulama şebekesi personel yoğunluğunda ise işletmeler arasında 5 kata kadar fark olduğu tespit edilmiştir. İşletmelerde görevli personeller için belli bir standart belirlenerek işletme alanı ve işletme şebeke uzunluğundan sorumlu olacak şekilde oluşturulmalıdır. Bu sayede gereğinden fazla personel alımı engellenerek işletme ve yönetim giderleri azalacaktır. Böylece, işletme ve yönetim masraflarındaki azalma ile elde edilecek bu gelir tesis yatırımlarında kullanılabilir.

İşletmelerin zamanında yapması gereken bakım onarım çalışmalarını aksatması, eksik yapması ya da yapmamasının sonraki süreçte yapılacak bakım çalışmalarının artması ile bütçede önemli harcamalara sebep olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, sel ve taşkınardan korunma amacı da sağlayan tesisler doğal sebeplerden dolayı bakım gerektirmekte ve bu da bakım masraflarının bazı dönemlerde fazla olmasına sebep olmaktadır. Bakım masraflarını oluşturan temel mal ve malzeme alımlarında giderlerin azaltılması için sulama birliklerinin ihtiyacı olan bakım giderlerinin toplu halde alınarak daha düşük fiyata ihtiyaçlar sağlanmış olacaktır.

Birim alana ve birim sulanan alana dağıtılan yıllık sulama suyu miktarında birlikler arasında 2-2.5 kata kadar farklar olduğu tespit edilmiştir. Meydana gelen farkın oluşumunda, su iletim ve dağıtım tesisinin yönetimi ve su dağıtım planlamasındaki yönetim eksiklikleri etkili olmuştur. Birim alana ve birim sulanan alana dağıtılan su miktarının yüksek olmasının sebeplerinin; çiftçilerin gereğinden fazla su kullanması, tesiste oluşan iletim kayıpları ve kaçak sulamalar olduğu anlaşılmıştır. Bunun engellenebilmesi; bakım onarım çalışmalarında oluşan eksikliklerin giderilmesi, planlı su dağıtımının uygulanması, kaçak sulama yapanlara caydırıcı cezalar uygulanması ile mümkün olacaktır. Ayrıca, izleme ve değerlendirme ile çiftçilerin gereğinden fazla su kullanımının önüne geçilmeli ve denetimin sürekliliği sağlanmalıdır.

Birim alana ve birim sulanan alana düşen toplam işletme bakım yönetim masraflarının ortalama değerinden çok daha fazla değere sahip olan sulama birliklerinin olduğu görülmüştür. Söz konusu birliklerdeki bu yüksek değerlerde yönetim giderlerinin etkisi fazladır. Çünkü işletme ve bakım giderleri hemen hemen tüm işletmelerde yakın seviyede olmaktadır. Yönetim giderlerinin bütçede kaplayacağı alan belirlenip varsa gereksiz ve fazla harcamaların önüne geçilerek toplam işletme bakım yönetim masrafları azaltılmalıdır. Bu noktada, DSİ tarafından tüm sulama birliklerinin başta yönetim harcamaları olmak üzere diğer harcamalarının daha sıkı bir şekilde denetimi yapılmalıdır.

Teşekkür Bilgi Notu

Tez çalışmamda yol gösteren Sayın Hocam Doç.Dr. Hayrettin KUŞÇU'ya, anket çalışmalarında kolaylık tanıyan sulama birliklerinde görevli başkan, müdür ve diğer personellere, veri temininde DSİ 1. Bölge Müdürlüğü'ne teşekkürlerimi sunarım. 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

- Arslan F., ve Değirmenci H., 2018. Sulama Şebekelerinin İşletme Bakım ve Yönetim Modernizasyonunda RAP-MASSCOTE Yaklaşımı: Kahramanmaraş Sol Sahil Sulama Şebekesi Örneği. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 49 (1): 45-51, 2018
- Bekişoğlu, Ş. 1994. Türkiye'de sulama sistemlerinin mevcut durumu, işletme ve bakım sorunları. *Su ve Toprak Kaynaklarının Geliştirilmesi Konferansı Bildirileri*, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, DSİ Genel Müdürlüğü, (2): 579-586.
- Beyribey, M. 1989. Konya-Alakova Yeraltı Suyu İşletmesinde Su Dağıtım ve Kullanım Etkinliği. Doktora Tezi Ankara Üniversitesi, Kültürteknik Bölümü.

- Beyribey, M. 1997. Katılımcı sulama yönetimi ve sulama birliklerinde sistem performansının değerlendirilmesi. *6. Ulusal Kültürteknik Kongresi, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi ve Kültürteknik Derneği*, 162-171, Bursa.
- Bos, M.G. 1997. Performance assessment for irrigation and drainage. *Irrigation and Drainage Systems*, 11, Kluwer Academic Publishers, The Netherlands.
- Bulut, İ. ve Çakmak, B. 2001. Mersin bahçeleri sulamasında devir öncesi ve sonrası sistem performansının karşılaştırılması. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi*, 3(7): 58-65.
- Büyükcangaz H., Değirmenci H., ve Kartal S., 2018. Bursa bölgesi sulama şebekelerinin istatistiksel yöntemlerle değerlendirilmesi. *Türk Tarım ve Doğa Dergisi*, 5(4): 501-508.
- Çakmak, B., Beyribey, M., Yıldırım, Y.E. ve Kodal, S. 2004. Benchmarking performance of irrigation schemes: a case study from Turkey. *Irrigation and Drainage*, 53(2): 155-164.
- Değirmenci, H. Büyükcangaz, H. ve Kuşçu H. 2013. Assessment of irrigation schemes with comparative indicators in the southeastern anatolia project. *Turk. J. Agric. For.* (27): 293-303.
- Değirmenci H., Tandırverdi Ç., ve Arslan F., 2016. Aşağı seyhan ovası sulama alanında yağmurlama ve damla sulama yöntemi ile sulanan alanların değerlendirilmesi. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 19(4), 454-461.
- DSİ 2012. Sulamanın önemi, TARIM. DSİ Genel Müdürlüğü. Ankara. Erişim adresi. <http://www.dsi.gov.tr/docs/hizmet-alanlari/tarim-sulama.pdf?sfvrsn=2>
- DSİ 2011. Sulama Birliği Çerçeve Ana Statü, DSİ Genel Müdürlüğü. Ankara. Erişim adresi. http://www.dsi.gov.tr/docs/duyuru/cevre_ana_statu.pdf?sfvrsn=0
- Eliçabuk, C. ve Topak R., 2016. Gevrekli sulama birliği'nde sulama performansının değerlendirilmesi. *Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi* 3(2): 191-199.
- Koç, C. 1997. Büyük Menderes havzası sulama şebekelerinde organizasyon yönetim sorunları ve yeni yönetim modelleri üzerinde araştırmalar. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı.
- Kırnak, H. ve Karaca L., 2017. Sarioğlan sulama birliği sahasında sulama performansının değerlendirilmesi. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 6: 35-41.
- Kuşçu, H. Demir, A.O. ve Korukçu, A. 2008. An assessment of the irrigation management transfer programme: case study in the Mustafakemalpaşa Irrigation Scheme in Turkey. *Irrigation and Drainage*, 57:15-22.
- Kuşçu, H. Bölüktepe, F.E. ve Demir, A.O. 2019. Performance assessment for irrigation water management: A case study in the Karacabey irrigation scheme in Turkey. *African Journal of Agricultural Research*, 4(2): 124-132.
- Kuşçu, H. 2012. Benchmarking performance assessment of irrigation water management in a river basin: Case study of the Susurluk river basin, Turkey. *African Journal of Business Management*, 6(8): 2848-2859.
- Nalbantoğlu, G. ve Çakmak, B. 2007. Akıncı Sulama Birliğinde sulama performansının karşılaştırmalı değerlendirilmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 13(3):213-223.

- Özçelik, A. Tanrıvermiş, H. Gündoğmuş E. ve Turan A. 1999. Türkiye’de Sulama İşletmeciliğinin Geliştirilmesi Yönünde Şebekelerin Birlik ve Kooperatiflere Devri ile Su Fiyatlandırma Yöntemlerinin İyileştirilmesi Olanakları, Tarımsal Araştırma Enstitüsü. Ankara. (32): 248.
- Özdoğan, K. 2010. Güldürcek sulamasında sulama performansının değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı.
- Özkan, E. Hurma, H. Aydın, B. Aktaş, E. Özdemir, G. ve Azabağaoğlu, Ö. 2012. Trakya'daki başlıca sulama kooperatiflerinin kırsal kalkınma yönünden bazı performans göstergeleri, III. Trakya Bölgesi Kalkınma ve Girişimcilik Sempozyumu Bildiriler Kitabı, s. 190-205, 21-22 Ekim 2011, Tekirdağ.
- Süheri, S. ve Topak, R. 2005. Konya ovasındaki sulama örgütlerinin işletmecilik yönünden karşılaştırılması. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19 (37): 79-86.
- Sönmezıldız, E. ve Çakmak B. 2013. Eskişehir Beyazaltın Köyü arazi toplulaştırma alanında sulama performansının değerlendirilmesi. *Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 26 (1): 33-40.
- Şahin, M. 2001. Konya İli Çumra İlçesinde uygulanan sulama yöntemlerinin tarımsal yayım açısından değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı.
- Tekinel, O. 2003. Aşağı Seyhan sulama projesinde son durum. Yeni Adana Gazetesi, 7 Temmuz 2003, Adana.
- Tekiner, M. ve Çakmak B. 2010. Çanakkale Kepez kooperatifinde sulama performansının değerlendirilmesi. 1. Sulama ve Tarımsal Yapılar Sempozyumu, 27-29 Mayıs 2010, s.279-290.
- Topak, R. ve Eliçabuk, C. 2017. Gevrekli sulama birliğinde sulama suyu ihtiyacı ve karşılanma oranının değerlendirilmesi. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 31(3): 17-23.
- Uçan, K. 2005. Sulama birlikleri personelinin mesleki açıdan yeterlilikleri: Kahramanmaraş ili örneği/professional competencies of the personnel of irrigation associations: the case of Kahramanmaraş Province, *Journal of the Faculty of Agriculture*, 36.
- Uçar, Y. ve Yardımcı, N. 2003. Isparta ili sulama şebekelerinin sorunları ve çözüm önerileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7(3): 30-35.
- Vermillion, D.L. ve Garces Restrepo, C. 1996. Results of management turnover in two irrigation districts in Colombia. International Water Management Institute, Research report 4, Colombo, Sri Lanka.
- Yazgan, S. ve Değirmenci, H.İ. 2002. Sulama projelerinin değerlendirilmesinde kullanılan etkinlik göstergeleri: Bursa yeraltı sulaması örneği. *Turkish Journal Agriculture Forest*, 26: 93-99.



Technical and Economic Analysis of the Use of Wind Energy for Water Extraction: Karacabey Example^A

Erkan BÖLÜKBAŞ¹, Tuğba BİÇEN², Ali VARDAR^{3*}

Abstract: One of the problems that occur with the increase of the world population is the limited energy resources. The rapid depletion of fossil resources and increasing energy consumption have led human beings to explore new sources of energy. In the 21st century, the greatest alternative to fossil resources was renewable energy sources. One of the areas where energy needs are technically and economically important is agricultural activities. Renewable energy sources have been used for many years to meet the energy requirements for agricultural activities such as grinding of grains and water extraction from wells. One of these sources is wind energy. In this study, it is aimed to determine the cost and availability of the energy needed for the removal of groundwater to the surface for use in agricultural irrigation in Bursa/Karacabey region in Turkey by using wind turbines. Study; using the data measured at the meteorological station Karacabey wind speed; 300, 600, 900, 1500 kW wind turbines and the use of power and energy that can be obtained in the case of submersible pumps with some selected values of availability, the cost and amount of water that can be pumped for the analysis are reviewed. As a result of the study, it was determined that the energy to be used to supply groundwater with submersible pumps in Karacabey region can be supplied from wind energy and this situation is quite economical compared to using mains electricity.

Keywords: Agricultural irrigation, water pumping, cost, wind turbine.

^A Bu makalenin bir bölümü Erkan Bölükbaş'ın Yüksek Lisans Tezinden türetilmiştir.

* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** ³Ali VARDAR, Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Bursa, Türkiye, dravardar@uludag.edu.tr, [OrcID 0000-0001-6349-9687](https://orcid.org/0000-0001-6349-9687)

¹ Erkan BÖLÜKBAŞ, Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa, Türkiye, erkan.bolukbas4@gmail.com, [OrcID 0000-0003-4004-7623](https://orcid.org/0000-0003-4004-7623)

² Tuğba BİÇEN, Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa, Türkiye, bicentugba@gmail.com, [OrcID 0000-0001-6826-2494](https://orcid.org/0000-0001-6826-2494)

Su Çıkarma Amaçlı Rüzgar Enerjisi Kullanımının Teknik ve Ekonomik Analizi: Karacabey Örneği

Öz: Dünya nüfusunun artışıyla beraber ortaya çıkan problemlerin başında enerji kaynaklarının sınırlılığı gelmektedir. Fosil kaynakların hızla azalması ve artan enerji sarfiyatları insanoğlunu yeni enerji kaynaklarının araştırılmasına sürüklemiştir. 21. yüzyılda fosil kaynaklara en büyük alternatif ise yenilenebilir enerji kaynakları olmuştur. Enerji ihtiyacının gerek teknik gerekse ekonomik anlamda önem arz ettiği alanlardan birisi de tarımsal faaliyetlerdir. Tahılların öğütülmesi, kuyulardan su çekilmesi gibi tarımsal faaliyetler için gerekli enerji ihtiyacını karşılamak için eski yıllardan beri yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanılmıştır. Bu kaynaklardan biri de rüzgâr enerjisidir. Bu çalışmada; Türkiye’de Bursa/Karacabey yöresinde tarımsal sulamada kullanılmak üzere, yer altı suyunun yüzeye çıkarılması işlemi için gerekli enerjinin, rüzgâr türbinleri kullanılarak elde edilebilirliği ve maliyetinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Çalışmada; Karacabey meteoroloji istasyonunda ölçümü yapılan rüzgâr hızı verileri kullanılarak; 300, 600, 900 ve 1500 kW gücünde rüzgâr türbinlerinin kullanılması durumunda elde edilebilecek güç ve enerji değerleri ile seçilen bazı dalgıç pompaların kullanılabilirliği, pompalanabilecek su miktarı ve maliyetine yönelik analizler yapılmıştır. Çalışma sonucunda; Karacabey yöresinde dalgıç pompalarla yeraltı suyu teminini gerçekleştirmek için kullanılacak enerjinin, rüzgâr enerjisi kaynaklı olarak sağlanabileceği ve bu durumun şebeke elektriği kullanmaya kıyasla oldukça ekonomik olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Tarımsal sulama; su pompalama; maliyet; rüzgar türbini.

Introduction

The world population and the demand for energy are constantly increasing over time. However, the reserves of fossil-based energy resources that we commonly use are decreasing and sustainability problems arise. These problems include CO₂ emissions, air pollution and greenhouse gases. The solution to the problems arising in this context is the use of renewable energy sources. It is anticipated that renewable energy sources from solar, wind, hydrogen and biomass will come to the fore to reduce both the above-mentioned problems and the greenhouse effect (Ragauskas et al., 2006).

Another important effect of population growth is the consumption of water resources. The total amount of water in the world has been determined to be 1.4 billion km³. 97.5% of this water is salty in oceans and seas, and 2.5% is found in rivers and lakes as fresh water. Considering that 90% of the fresh water resources are limited in the underground and poles, the amount of fresh water that human beings can benefit is quite low (Anonymous, 2014). A total of 46 billion m³ of water is consumed annually in Turkey, of which 15% is used as drinking and using water, 11% for industrial purposes and 74% for agricultural irrigation. In parallel with the increase in population, the demand for water by all sectors increases and this leads to cross-sector competition (Kaya, 2010).

Energy resources used during the consumption of water resources are also one of the factors in the efficient use of water resources. When Turkey's electricity consumption is examined, it is seen that the electric energy used in agricultural irrigation is more than the electric energy used for lighting (Anonymous, 2019a). Irrigation methods, plant type, soil type, climatic characteristics, pump, water supply and power supply type factors can change the level of energy consumption in agricultural irrigation. Approximately 90% of unit irrigation input energy is operational and 10% is installation energy (Çalışır, 2008).

The aim of this study is to be realized efficiently the agricultural irrigation in Karacabey region (Bursa, Turkey). In this context, it is thought that the energy needs of the submersible pumps to be used can meet from the potential of wind energy in the region. In this case, it is aimed to determine the ideal “turbine – pump combination” if four different capacity wind turbines and four different capacity submersible pumps suitable for local groundwater depths are used in an irrigation system.

Research Area

Determining the wind potential of the research area is very important for this study. In this context, the Wind Energy Potential Atlas (REPA) within the General Directorate of Renewable Energy was taken into consideration within the scope of the study. REPA is a Wind Atlas produced as a result of three separate numerical weather analysis models to cover all land and sea areas of Turkey's geography, to be run backwards with meteorological parameters that have been realized for many years. One of the main objectives of this wind atlas is to facilitate access to wind resource information for investors wishing to invest in wind energy (Anonymous, 2018b). There are multiple maps created by REPA. These maps covering the General of Turkey and 50 m high wind speeds showing the map is given in Figure 1. The version of the same map prepared in the provincial dimension and showing the wind potential of Bursa province is presented in Figure 2.

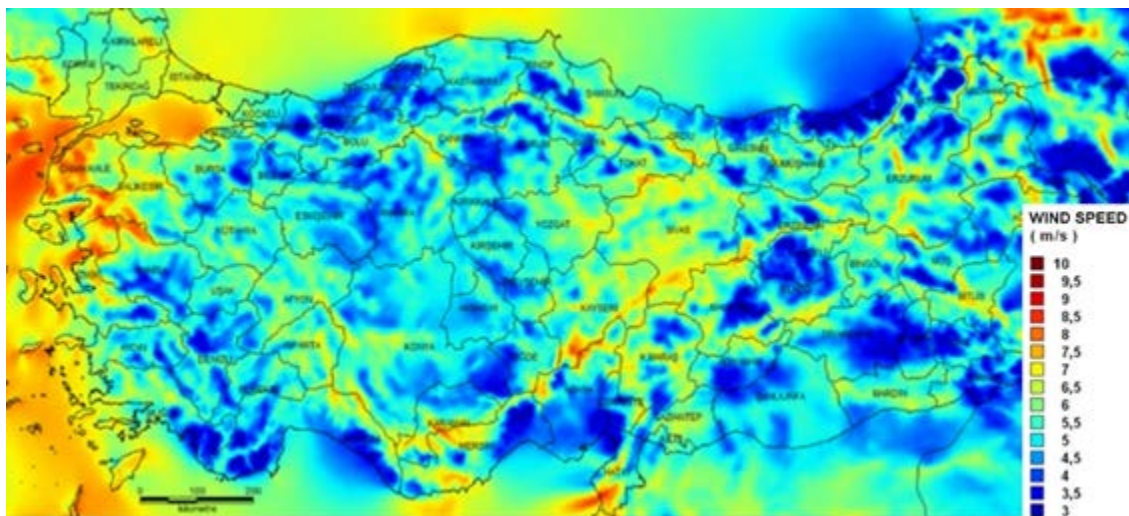


Figure 1. Wind speed atlas of Turkey - 50 m (Anonymous, 2018b)

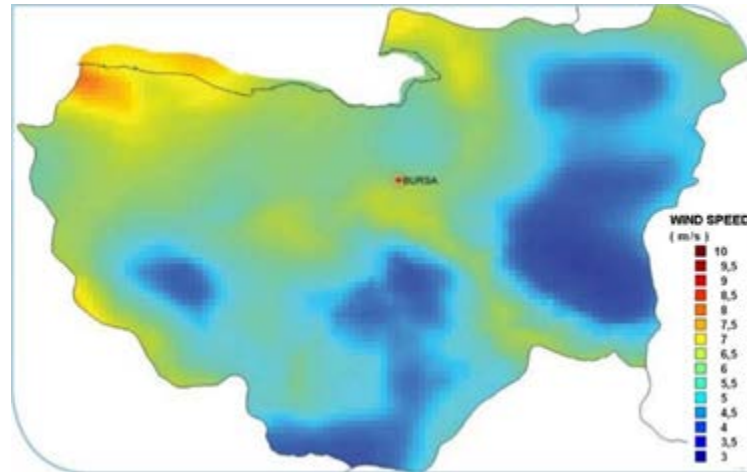


Figure 2. Wind speed distribution of Bursa - 50 m (Anonymous, 2019b)

Water Resources

It can be said that irrigation is the biggest factor of high quality and quantity crop cultivation in agriculture. The aim of irrigation is to provide needed water by artificial means in a sufficient amount and in a timely manner during the development periods of plants.

Groundwater resources are utilized in conditions where the water resources transmitted by natural means are insufficient or where transmission is not economical. Groundwater sources can be used directly for irrigation or stored in a higher area than the area of use and then used. In such cases, pumping plants are used in pressurized irrigation systems. Pumping plants include mechanical systems that convert energy such as pumps and motors and absorb energy such as pipelines.

In order to use irrigation water more effectively, pressurized irrigation system is essential. However, the high energy cost of pressurized irrigation systems is the biggest limiting factor in using these systems (Çalışır and Eryılmaz, 2005; Çalışır, 2008; Çalışır, 2010).

Groundwater occurs when water that falls or is found on Earth surface usually as rainfall, seeps underground by the effect of gravity and accumulates in the lower layers of the surface. Groundwater can be found in a fluid or stationary state. The major nutritional source of these waters is rainfall. According to the slope of the surface, vegetation and water permeability characteristics, the amount of groundwater and the degree of proximity to the earth are determined. These resources meet the water needs of cities, basins and industrial facilities.

The most important factor affecting the operation of groundwater; is the proximity of the source to the surface. The average groundwater depth in Turkey varies between 40 - 80 m, as can be seen in Figure 3 (Anonymous, 2013).

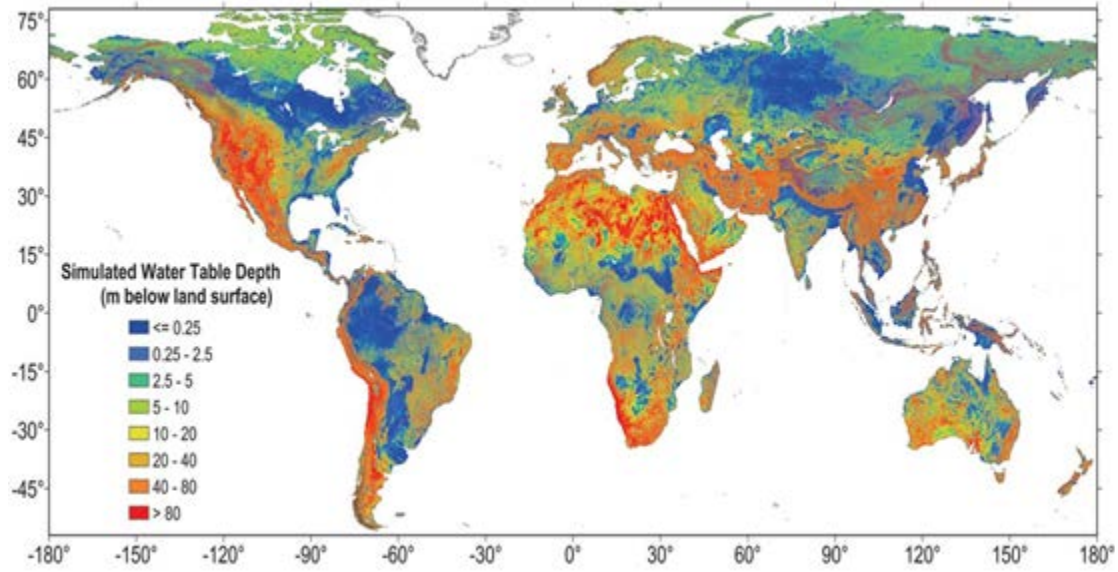


Figure 3. Groundwater depth table of world (Anonymous, 2013)

Most geographic regions have underground sources. Multiple methods can be used to exploit these resources. However, today, the most efficient method is to drill wells at the appropriate depth and remove the water to the desired level by means of pumps used in the well bottoms. Pumps that operate in this way are called *submersible pumps*. Submersible pumps are a special type of multistage mixed flow centrifugal pump combined with a water-resistant electric motor (Yalcin, 1998).

Material and Method

The location selected for this study is the Karacabey district of Bursa, located in the north-west of the Anatolian geography. Agricultural irrigation in this region is aimed to be realized in an economic way. In this context; it is aimed to determine the “ideal turbine-pump” combination in case of using four different capacity wind turbines and submersible pumps with four different capacities suitable for the local groundwater depths. Wind data, wind turbine and pump specifications for the region that made up the material of the study are given below.

Bursa/Karacabey wind data was provided by Karacabey Meteorological Station Number 17673. Daily averages of hourly wind speed data obtained from the station and covering 8 years were used. In the light of these data, wind values of different months were compared and wind frequency tables were formed according to the results.

Four different wind turbines have been compared for the energy solution projected to be applied to the region. These turbines differ in terms of power values, hub heights and brands and models. The power values of the selected wind turbines are in the range of 300 - 1500 kW. Hub heights are between 40 - 80 m. The characteristics of the selected turbines are given in Table 1 and Figure 4.

Table 1. Wind turbines and properties

Turbine	Power Rating (kW)	Hub Height (m)
T1	300	40
T2	600	50
T3	900	60
T4	1 500	80

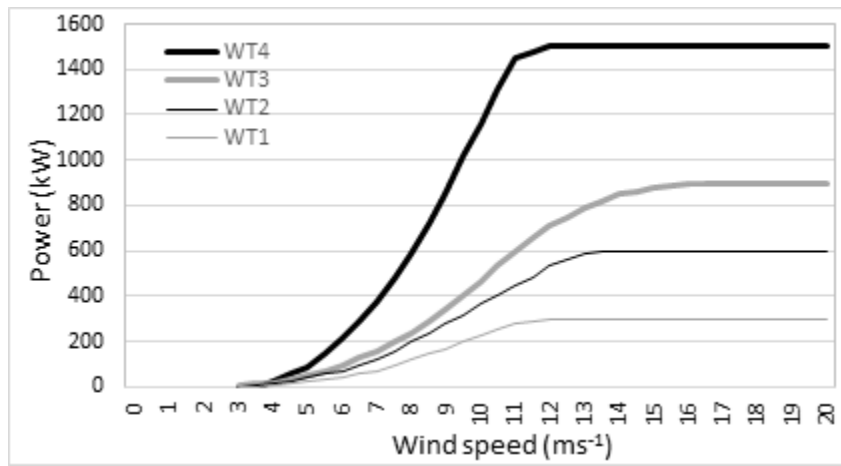


Figure 4. Power curve of wind turbines (Anonymous, 2019d)

Four submersible pumps of the same brand, at different models and features, were selected for operation in combination with the selected wind turbines. According to the maps and analyzes prepared by World-wide Hydrogeological Mapping and Assessment Program (Anonymous, 2015), the groundwater level for Bursa/Karacabey region was determined as 50 m on average. According to this data, the use of submersible pumps suitable for pumping water from a depth of 40-60 m was foreseen and different flow models of these heights were included in the study. Specifications for selected submersible pumps are given in Table 2.

Table 2. Selected submersible pumps and features (Anonymous, 2019c)

Pumps	Manometric Height (m)	Pump Efficiency (%)	Flow Rate (m³/h)	Engine Power (kW)
P1	40	60,1	4,39	1,15
P2	40	61,1	20,9	4,0
P3	60	61,9	5,09	1,55
P4	60	62,9	20,5	5,5

The equations used to determine the wind speed value that wind turbines will need to operate the pumps to be used for irrigation are as follows (Shata and Hanitsch, 2006; Ilinca et al., 2003). Wind speed, rotor cross-section,

rotor Power coefficient, wind turbine mechanical efficiency and a specific gravity of air are the values that are important in this section (Piggott, 2004).

$$P = 0.5 \cdot \rho \cdot A \cdot v^3 \cdot C_p \cdot \eta \quad (1)$$

$$A = \pi \cdot r^2 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \quad (2)$$

Mechanical losses in wind turbines are minimized in the latest technologies. Therefore, mechanical losses in this study are not included in the calculations. Accordingly, equation (3) can be revised as follows:

$$P = 0.5 \cdot \rho \cdot A \cdot v^3 \cdot C_p \quad (3)$$

The wind velocity values obtained from Karacabey meteorological station for this study belong to a height of 10 m. Since the hub heights of selected wind turbines are different, the data in hand must be adapted to the relevant wind turbine hub heights. At this stage, the following equation was used (Klug, 2001; Özgener, 2006):

$$v(h) = \frac{u^*}{k} \cdot \ln \frac{h}{z_0} \quad (4)$$

For this study;

- * There are no mechanical losses in wind turbines,
- * Air density is 1.225 kg/m³,
- * Rotor Power coefficients (C_p) is 0.45,
- * The surface roughness coefficient is also considered to be 0.4 (Vardar and Eker, 2004; Bencuya İpekçiöğlü and Vardar, 2017).
- * Standard roughness classes were used as roughness classes (Elkinton et al., 2006).

To wind potential of a region where wind turbines will be installed; sea, open land, open sea, closed land, hills or hills are known to have a direct effect. In this study, evaluations were made as open terrain both in terms of using submersible pumps and to be suitable for agricultural activities. The economic life of wind turbines has been accepted as 25 years.

Two different scenarios are presented in the economic analysis. These scenarios are “supplying energy from the electricity grid” and “supplying energy from wind turbines”. The second scenario is divided into two different scenarios. In one of these, the cost of the pump is included. In the other, it is assumed that the cost of the pump is met from the own capital of the agricultural enterprises and the pump costs are not included in the calculations. The official tariffs of the state were taken into account as the district's agricultural irrigation-based water unit price (Anonymous, 2018a) and agricultural irrigation-based electricity unit price (Anonymous, 2019e). Wind turbines and submersible pump prices were determined by market research.

Result and Discussion

The following results were obtained according to the technical specifications of the four different wind turbines and four different irrigation pumps mentioned in the material section and by applying the related methods:

The average values of wind speeds measured at a height of 10 m at Karacabey meteorological station were used for calculations based on the core heights of wind turbines planned to be used in the irrigation system. The wind speed values obtained as a result of the calculations are seen in Figure 5. The calculated correction factor for average values is 1.45.

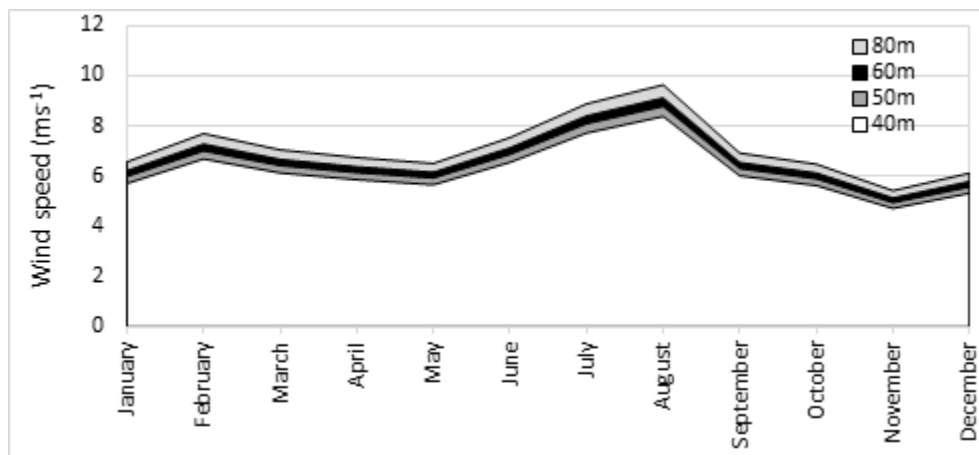


Figure 5. Monthly average wind speeds at different heights with a correction factor

The maximum average wind speed values were reached in August, while the minimum average wind speed values were obtained in November. The highest wind speed is 7.7 m/s and the highest wind power is 282.7 W/m² for the 233rd day of the year (in August). Furthermore, it is observed that the wind speed increases periodically between 200 and 240 days of the year (July-August period). In addition, the lowest wind speed was 1.9 m/s and the lowest wind power was 4 W/m² on the 348th day of the year (in September). It can be said that the year-end and New Year wind speed measurement values are periodically lower.

Table 3 shows the power values that can be obtained from four different wind turbines monthly if selected within the scope of the study and installed in the Bursa / Karacabey region.

In August, the available power value is higher than in the other months, while the power available in November is lower. The average power value for WT1 turbine is 52.6 kW, 90.8 kW for WT2 turbine, 151.6 kW for WT3 turbine and 433.7 kW for WT4 turbine.

Table 3. Power values that can be obtained from selected turbines

	T1		T2		T3		T4	
	W/m ²	kW	W/m ²	kW	W/m ²	kW	W/m ²	kW
January	37.2	34.6	42.9	72.0	47.9	108.0	56.6	309.0
February	59.6	61.7	68.7	123.7	76.8	180.6	90.8	525.4
March	45.9	43.1	52.9	8.8	59.1	138.0	69.9	377.0
April	40.1	38.2	46.2	76.2	51.6	120.0	61.0	326.0
May	36.1	34.6	41.6	69.3	46.5	108.0	54.9	292.0
June	56.1	55.5	64.6	17.6	72.2	164.2	85.4	483.0
July	91.8	105.3	105.8	204.3	118.2	278.8	139.8	828.4
August	117.3	139.2	135.2	260.7	151.1	352.6	178.7	1044.5
September	43.4	40.0	50.0	84.6	55.9	126.0	66.1	360.0
October	35.5	32.8	41.0	69.3	45.8	102.0	54.1	292.0
November	20.9	18.7	24.1	41.5	26.9	54.6	31.8	137.8
December	30.0	27.4	34.5	61.2	38.6	86.8	45.6	229.6
Average	51.2	52.6	59.0	90.8	65.9	151.6	77.9	433.7

Figure 6 shows the relationship between wind speed and energy generation for selected wind turbines.

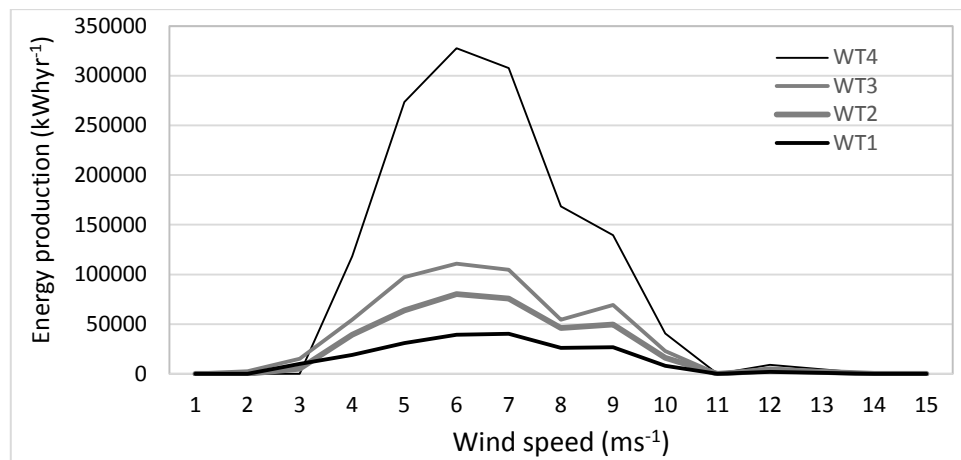


Figure 6. The relationship between wind speed and energy production of turbines

According to the results obtained by using meteorological data in Bursa/Karacabey region; With WT1 turbine 203421 kWh/year, WT2 turbine with 381384 kWh/year, WT3 turbine with 540207 kWh/year and WT4 turbine with 1388847 kWh/year energy production can be realized. Maximum in the same region; 40404 kWh/year at 8.6 m/s wind speed with WT1 turbine, 80136 kWh/year at 7.5 m/s wind speed with WT2 turbine, 110880 kWh/year at 7.8 m/s wind speed with WT3 turbine, and 327600 kWh/year at 8.2 m/s wind speed with WT4 turbine, energy will be production were determined. Table 4 shows the amount of water that can be pumped with the selected wind turbines.

Depending on the regional wind characteristics, the results obtained by comparing the average monthly power values of the wind turbines selected in the study and the motor powers of the pumps selected in the study are shown above. According to the results obtained; July and August are the times when the most pumps can be operated and the most water can be pumped.

Table 4. Amount of Water that Can Be Pumped (m³/h)

	T1				T2				T3				T4			
	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4
January	132	181	114	129	275	376	237	268	412	564	355	403	1179	1614	1015	1152
February	236	322	203	230	472	646	406	461	689	944	593	673	2006	2745	1725	1958
March	165	225	142	161	33	46	29	33	527	721	453	514	1439	1970	1238	1405
April	146	200	125	142	291	398	250	284	458	627	394	447	1244	1703	1070	1215
May	132	181	114	129	265	362	228	258	412	564	355	403	1115	1525	959	1088
June	212	290	182	207	67	92	58	65	627	858	539	612	1844	2524	1586	1800
July	402	550	346	392	780	1067	671	761	1064	1457	916	1039	3162	4328	2720	3088
August	531	727	457	519	995	1362	856	972	1346	1842	1158	1314	3987	5458	3430	3893
September	153	209	131	149	323	442	278	315	481	658	414	470	1374	1881	1182	1342
October	125	171	108	122	265	362	228	258	389	533	335	380	1115	1525	959	1088
November	71	98	61	70	159	217	136	155	208	285	179	204	526	720	453	514
December	105	143	90	102	234	320	201	228	331	454	285	324	876	1200	754	856

Economic Analysis

In the economic analysis part of the study, two different scenarios are presented. These are the scenarios of “supply of energy needs from electricity grid” and “supply of energy needs from wind turbines” respectively. According to the first scenario mentioned here (providing energy needs from the power grid), water pumping costs of four different pumps are given in Figure 7, taking water costs into consideration.

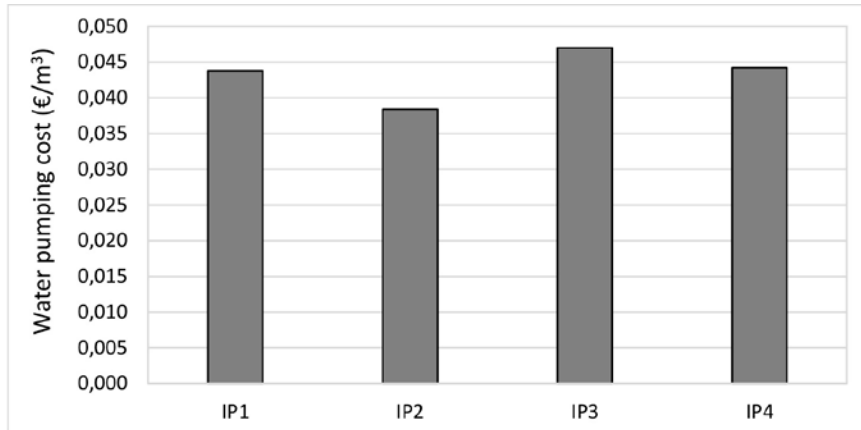


Figure 7. Water pumping costs if electricity needs are supplied from the electricity grid

The lowest cost per cubic meter of water was obtained from the IP2 pump with 0.0384 €m^3 and the highest cost was obtained from the IP3 pump with 0.047 €m^3 .

The second scenario; “Providing energy needs from wind turbines” scenario. This scenario is divided into two different scenarios. One of these is the scenario “including the cost of the pump”. Another scenario is that “the cost of the pump is covered by the own capital of agricultural enterprises and is not included in the calculations”. According to the scenarios mentioned here, water pumping costs of four different pumps are given in Figures 8 and 9, and taking water costs into account.

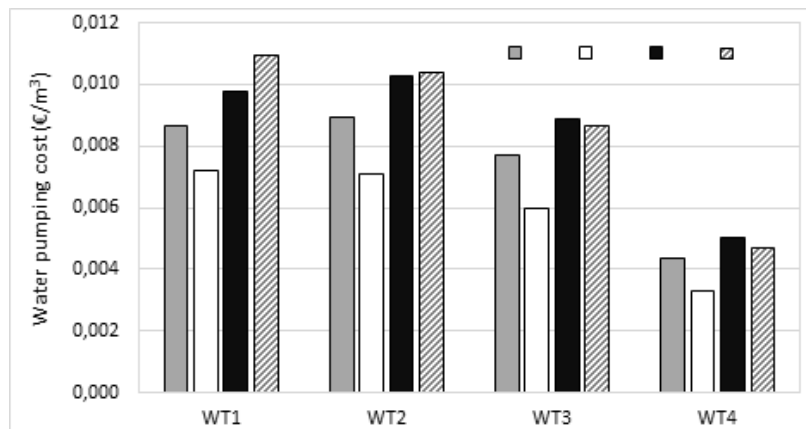


Figure 8. Water pumping costs (including pump charges) if energy needs are provided by wind turbines

In the scenario where “energy needs are provided from wind turbines and the cost of pumps is included”; the lowest costs per cubic meter of water were achieved with the WT4 wind turbine with 0/0033-0/005 €m³. The highest costs were obtained with WT1 wind turbine with 0/0072-0/011 €m³. In this context, it is seen that this scenario is quite economical according to the first scenario where “energy needs are provided from the electricity grid”. When the costs per cubic meter between the pumps are examined, it is understood that the IP2 pump has the lowest costs in all wind turbines.

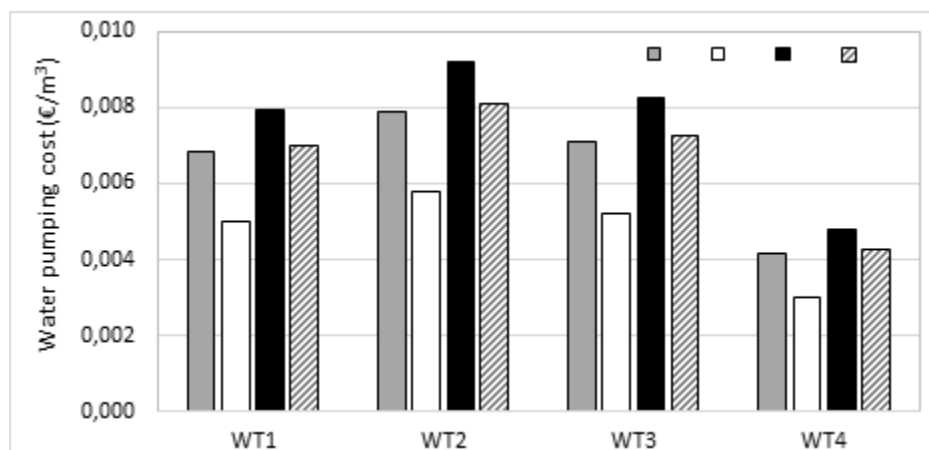


Figure 9. Water pumping costs (excluding pump charges) if energy is supplied from wind turbines

Similar results were obtained in the scenario where “the energy requirement is provided from wind turbines and the cost of the pump is met by the own enterprises' own capital and is not included in the calculations”. However, as the pump costs are not included, as can be expected, lower costs have arisen. In this context; The lowest costs per cubic meter of water were achieved with the WT4 wind turbine with 0.003-0.0048 €m³. The highest costs were obtained with WT1 wind turbine with 0.0058-0.0092 €m³. This last scenario is seen to be more economical than the scenarios where “energy needs are provided from the electricity grid” and “energy needs are provided from wind turbines and pump costs are included”.

Conclusion

In this research, the conditions of using electrical energy obtained from wind energy in irrigation pumps were evaluated. The results of wind turbines with rated power values of 300, 600, 900 and 1500 kW that can be used following wind potential and four different submersible pumps in the power range of 1.15-5.5 kW were examined.

According to the meteorological data in the Bursa/Karacabey region where the turbine-pumping system is planned to be established, the maximum electrical power can be obtained; in July and August. In July and

August, when the temperature increases and the water needs of the plants, in general, are directly proportional to the temperature, obtaining more energy for water pumping will be an agricultural advantage.

In case the groundwater depth of the application area is less than 40 m and low flow (4.39 m³/h) is required; 531-3986 m³/h water can be pumped in August with the energy that can be produced. On the other hand, it was determined that approximately 70-522 m³/h of water could be pumped with the same pump in November.

If the groundwater depth is less than 40 m above the surface and a high flow rate (20.9 m³/h) is needed, 711-5455 m³/h water can be pumped in August with the energy that can be produced. In November, approximately 84-711 m³/h water can be extracted with the same pump.

When we look at the issue of water pumping for agricultural purposes from an economic point of view; if the energy needs are met from the electricity network, there are costs between 0.0384-0.047 €/m³ per cubic meter of water. On the other hand, in the case of the "supply of energy from wind turbines ", costs fall to 0.0033-0.005 €/m³ (including pump cost) and 0.003-0.0048 €/m³ (excluding pump cost).

According to the Chamber of Electrical Engineers 2019 data, the total annual Energy spent on lighting in Turkey for 2018 is 483 046 MWh, while the total annual Energy used for agricultural irrigation is 605 014 MWh. In fact, this data allows us to realize how much energy agricultural irrigation requires. Using renewable energy sources to defray such high energy requirements is also essential for sustainability and energy saving.

In this study, it is determined that if the wind energy, which is one of the renewable energy sources, is used in Bursa / Karacabey region, the energy needed in agricultural irrigation can be met economically. This study, if it is decided to implement shared energy-irrigation systems, *agricultural product to be planted in the region, water requirement of agricultural product, local groundwater depth, such as the elements taken into consideration*, especially wind turbine and submersible pump type will provide important contributions to the choice of the application is evaluated.

Acknowledgment

Bursa/Karacabey wind data were provided by Bursa/Karacabey Meteorological Station number 17673. We would like to thank the General Directorate of Meteorology and the Bursa/Karacabey Meteorological Station. All authors participated in the conception of the topic. All authors read and approved the final manuscript after critically revising it for important content The authors declare that there is no conflict of interest regarding the publication of this article.

References

- Anonymous, 2013. Global patterns of groundwater table depth. *Science*, 339: 942.
- Anonymous (2014). World water resources. <http://www.dsi.gov.tr/toprak-and-water-resources> (Access Date: 15.07.2019).
- Anonymous, 2015. Global groundwater vulnerability to floods and droughts would-wide. Hydrogeological Mapping and Assessment Program, Paris.
- Anonymous (2018a). Water Usage Service Tariffs to be Applied in Irrigation Facilities Operated by Irrigation Unions in 2019, Republic of Turkey Ministry of Agriculture and Forestry, State Hydraulic Works Operation and Maintenance Department, <http://www.dsi.gov.tr/docs/unim-fiyatlar/su-kullan%C4%B1m-service-cost-tariffs.pdf?Sfvrns=0> - (Access Date: 15.07.2019).
- Anonymous (2018b). Turkey wind energy potential atlas. http://www.yegm.gov.tr/YEKrepa/REPA-duyuru_01.html (Access Date: 05.10.2019).
- Anonymous, 2019a. 2019 Energy Statistics. Chamber of Electrical Engineers, Ankara.
- Anonymous (2019b). Bursa wind source information. <http://www.yegm.gov.tr/YEKrepa/BURSA-.REPA.pdf> - (Access Date: 10.07.2019).
- Anonymous (2019c). Submersible groundwater pumps. <https://en.grundfos.com/products/find-product/sp.html> - (Access Date: 10.07.2019).
- Anonymous (2019d). Wind turbines power curve. <https://en.wind-turbine-models.com/powercurves> - (Access Date: 10.07.2019).
- Anonymous (2019e). Tariff Tables Based on Electricity Bills, TC Energy Market Regulatory Authority. <https://www.epdk.org.tr/Detay/Icerik/3-1327/electric-bills-esas-tariff-tables> - (Access Date: 05.10.2019).
- Bencuya İpekçioğlu, R.G. and Vardar, A. 2017. Turkey's 2017 Actual Wind Energy Appearance. *Bursa Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 31 (2), 177-181.
- Çalışır, S. 2008. Efficiency in irrigation pump plants. Groundwater and drought conference in Konya closed basin, T.C. Ministry of Environment and Forestry General Directorate of Giants Water Affairs 4th Regional Directorate, Proceedings, 270-275, Konya.
- Çalışır, S., 2010. The Effect of Impeller Outlet Section on Pump Operation Characteristics in Submersible Irrigation Pumps, *Journal of Agricultural Machinery*, 6(3): 163-170.
- Çalışır, S., Eryılmaz, T. 2005. The effect of the direction of rotation on the system efficiency of submersible pumps used in irrigation, *Journal of Agricultural Machinery*, 1(2): 123-134.
- Elkinton, M.R., Rogers, A.L., McGowan, J.G. 2006. An investigation of wind shear models and experimental data trends for different terrains. *Wind Engineering*, 30(4): 341-350.
- Ilinca, A., McCarthy, E., Chaumel, J.-L., Retiveau, J.-L. 2003. Wind potential assessment of Quebec Province. *Renewable Energy*, 28 (2003): 1881-1897.

- Kaya, Ç.I. 2010. The effects of different irrigation strategies applied by using drop and fresh water with drip system in the Mediterranean region on the salt accumulation in the soil with the yield of quinoa plant and testing the saltmed model. Master Thesis, Cukurova University, Institute of Science and Technology, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Structures and Irrigation, Adana.
- Klug, H. 2001. Basic course in wind energy. German Wind Energy Institute, Istanbul, Turkey.
- Özgener, Ö. 2006. A small wind turbine system (SWTS) application and its performance analysis. *Energy Conversion and Management*, 47: 1326-1337.
- Piggott, H. 2004. Small Wind Turbine Design Notes, <http://www.scoraigwind.com>, Denmark - (Access Date: 02.08.2003).
- Ragauskas A.J., Williams, C.K., Davison, B.H., Britovsek, G., Cairney, J., Eckert, C.A., Tschaplinski, T. 2006. The path forward for biofuels and biomaterials. *Science* (New York, N.Y.), 311(5760): 484-9.
- Shata, A.S., Hanitsch, R. 2006. Evaluation of wind energy potential and electricity generation on the coast of the Mediterranean Sea in Egypt. *Renewable Energy*, 31(2006): 1183-1202.
- Vardar, A., Eker, B. 2004. Marmara Region Wind Potential, *Energy Monthly News and Research Journal*, 8: 34-36.
- Yalcin, K. 1998. Volumetric and Centrifugal Pumps, Caglayan Bookstore, Istanbul, 583s.



The Evulation of Stress Related Gene Expression Level and Relationship to Cellular H₂O₂ in Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Under Copper Stress^A

Musa KAR^{1*} Nuriye ÖZTÜRK²

Abstract: The aim of this study is to determine the changes in expression levels of stress genes in chickpea (*Cicer arietinum*) plant leaves exposed to copper (Cu) at different times and concentrations. Also; the relationship between the changes in gene expression and cellular H₂O₂ was investigated. In this context, the amount of malondialdehyde (MDA) and reactive oxygen species (ROS) hydrogen peroxide (H₂O₂) levels were determined. Furthermore, the changes in gene expressions of Metallothionein (MT), Catalase (CAT) and superoxide dismutase (Cu / Zn-SOD) enzymes were determined based on the actin expression level that selected as a housekeeping gene. It was determined that MDA content increased significantly due to time and concentration, In all duration and concentrations, the expression of stress-related genes significantly differed from the control group. Hleowever, a decrease has been determined by all gene expressions after the highest expression. This phenomenon is associated with cellular H₂O₂, which shows a steady increase in stress. At the end of the study, it was concluded that the elevating duration and concentration of Cu induced oxidative stress and caused the expression of stress-related genes. Furthermore, cellular H₂O₂ might be acting as a signal molecule that, up-regulate gene expressions until a certain concentration and down-regulate until a certain concentration. Thanks to the results of this study; Plants in agricultural areas can be exposed to a certain concentration of H₂O₂ to provide an earlier response to oxidative stress against biotic or abiotic stresses. In this way, the use of chemical pesticides can be minimized due to obtaining more durable products.

Keywords: *Cicer arietinum*, Cu, H₂O₂, Oxidative signaling, Stress-related genes.

^A Bu çalışma yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** ¹ Musa KAR Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, Nevşehir, Türkiye, musa.kar@nevsehir.edu.tr, [OrcID 0000-0001-7983-4814](https://orcid.org/0000-0001-7983-4814) ² Nuriye ÖZTÜRK Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Bölümü, Nevşehir, Türkiye, biolognuriye@hotmail.com, [OrcID 0000-0003-4857-013](https://orcid.org/0000-0003-4857-013)

Bakır Stresi altında Nohut Bitkisinde (*Cicer arietinum* L.) Stresle İlişkili Gen Ekspresyon Seviyelerinde Meydana Gelen Değişimlerin Belirlenmesi ve Hücrel H₂O₂ ile İlişkisi

Öz: Bu çalışmanın amacı, nohut (*Cicer arietinum*) bitkisinde farklı zaman ve konsantrasyonlarda bakıra maruz kalmış bitki yapraklarındaki stres genlerinin ekspresyon seviyelerindeki değişimlerin belirlenmesidir. Ayrıca; gen ekspresyonlarındaki değişim ile hücrel H₂O₂ arasındaki ilişki tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu bağlamda hücrede oksidatif stresin göstergesi olan melondialdehit (MDA) miktarı ve reaktif oksijen türlerinden (ROS) H₂O₂ miktarları tespit edilmiştir. Ayrıca antioksidan savunma elemanlarından Metallothionein (MT), Catalase (CAT) ve superoksit dismutaz (Cu/Zn-SOD) enzimlerinin gen ekspresyonlarındaki değişim house-keeping gen olarak seçilmiş aktinin ekspresyon düzeyi baz alınarak tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda MDA içeriğinin süre ve konsantrasyona bağlı olarak belirgin bir şekilde arttığı, stres alakalı gen ekspresyonlarının bütün konsantrasyonlarda kontrolden yüksek düzeyde eksprese edildiği ancak en yüksek ekspresyon gerçekleştikten sonra süre ve konsantrasyondan arttıkça ekspresyon düzeylerinde bir azalma olduğu belirlenmiştir. Bu durum stres anındaki kararlı bir artış gösteren hücrel H₂O₂ ile ilişkilendirilmiştir. Çalışma sonucunda Cu maruziyetinin oksidatif strese neden olarak stres alakalı genlerin ekspresyonlarını indüklediği tespit edilmiştir. Ayrıca hücrel H₂O₂'nin belirli konsantrasyona kadar gen ekspresyonunu up-regule ederken belirli konsantrasyondan sonra down regule etmiş olduğu düşünülmektedir. bu çalışmanın sonuçları sayesinde; tarım alanlarındaki bitkiler belirli konsantrasyonda H₂O₂ ye maruz bırakılarak biyotik ve ya abiyotik streslere karşı oksidatif stres cevabını daha erken evrede vermesi sağlanabilir. Bu sayede, daha dayanıklı ürünler elde edilmesine bağlı olarak kimyasal zirai ilaç kullanımı asgari düzeye indirilebilir.

Anahtar Kelimeler: *Cicer arietinum*, Cu, H₂O₂, Oksidatif Sinyalizasyon, Stres alakalı genler.

Introduction

The rapid increase in the world population, industrial development, and global warming have caused a dramatic decrease in the usable agricultural lands in recent years. It is estimated that abiotic stress conditions are one of the most important causes of future arable land loss because 19% of world soil is hyper arid and 56% is at risk of desertification (FAO, 2004)

For these reasons, it is necessary to increase the production of high-quality foods while decrease costs and losses are reduced. In this regard; the physiological responses of the plants to the biotic and abiotic stress is the most common research topic among the scientist. Due to their sessile life plants are exposed to various abiotic stresses such as drought, temperature, salinity, and heavy metal exposure (Sewelam et al., 2016). Heavy metal exposure is one of the most common stress factors, especially in farmlands. Heavy metal exposure can cause quite different cellular effects in plants. In general, the deterioration of ion balance in plants, cell membrane permeability and DNA damage because of very destructive effects. (Leblebici and Aksoy, 2011).

Cu is an essential element that plays an important role in many metabolic events required for growth and development in all plants. It has a vital role in many physiological processes such as photosynthesis, respiration, reactions to oxidant stress, cell wall metabolism and hormone perception (Hernández-Hernández et al., 2018). On the other hand, excess Cu concentrations have several side effects. These are an imbalance in photosynthesis and pigment synthesis causes oxidative stress and other metabolic disorders. (Yruela, 2005).

Abiotic conditions lead to excessive production of reactive oxygen species that are highly toxic to plants and cause cellular damage. Cellular ROS reaches excessive concentrations, it can also cause significant damage by reacting with lipids, proteins, DNA, and several cellular components. This may result in a structural change and/or inhibition of the function. Because of these toxic effects of ROS, it is very important to keep its production and toxins under strict control. Plants have a very complex antioxidant system to avoid potential damages caused by ROS to cellular compartments. The main enzymatic components of the defense system are superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT), ascorbate peroxidase (APX), glutathione reductase (GR) (Ahmad, 2014; Sahin et al., 2017).

Plants can react to biotic and abiotic difficulties with rapid changes in stress-related gene expression and protein synthesis. The determination of roles of functional genes or proteins against metal toxicity is very important in explaining the molecular mechanisms of metal tolerance. In recent years, scientists have suggested that H₂O₂ acts as a protective or signaling factor, except oxidative damage (Mittler et al., 2004). Despite our knowledge of the mechanisms of detoxification of antioxidant enzymes in metal exposure, we have inadequate information about signal transduction for the regulation and activation of these enzymes. Because H₂O₂ production is an immediate response to increased Cu-exposure, it has been emphasized by many researchers that it can be a key molecule that can trigger signal transduction events in plants after exposure to the metal (Farnese et al., 2016; Gupta et al., 2016). Vanderauwera et al. emphasized that reactive oxygen species are not as dangerous as they are considered and that H₂O₂ signaling effect is required in certain concentrations in order to activate the antioxidant defense system (Vanderauwera et al., 2009)

In this study, MDA and H₂O₂ concentrations were determined in leaf cells of chickpea plants exposed to Cu heavy metal at different times and concentrations. In addition, changes in mRNA transcription levels of stress-related genes were investigated and their relations with reactive oxygen species, H₂O₂, were explained.

Material and Method

Plant Material and Growing Conditions

Cicer arrinetium seeds were purchased from Nevşehir Directorate of Provincial Agriculture and Forestry one commercial genotype (Kocbası) used in this study. The seeds were subjected to germination in 25⁰C of moist perlite until the roots and the first leaves sprouted. The plants were taken to beakers with Hoagland solution to elongate their roots. After the root length was 10-15 cm (14 days), CuSO₄ was added to the beakers to be 50, 100 and 200 µM, respectively. They were exposed to Cu for 1, 3 and 5 days. The light / dark photoperiod is set to 16: 8 in the growth chamber. All applications are made as three replicates.

MDA Determination

The 500 mg leaf sample was homogenized with 3 mL of a solution containing 20% TCA and 0.5% TBA ((w/v). For lipid peroxidation, the homogenate was allowed to stand for 30 minutes at 95 ° C, then 10 minutes ice was used to stop the reaction. The samples were centrifuged at 12,000 g for 15 minutes. and the absorbance of the supernatant was recorded at 532 and 600 nm. The amount of malondialdehyde (MDA) (extinction coefficient of 155 mM⁻¹ cm⁻¹) was calculated by subtracting the non-specific absorbance at 600 nm from the absorbance at 532 nm.

H₂O₂ determination

Root tissues (500 mg) were homogenized at + 4 ° C with 5 ml trichloroacetic acid (TCA) in 0.1% (w / v) and centrifuged at 12,000 rpm for 15 minutes. Afterward, 0.5 ml of the supernatant, 0.5 ml of 10 mM potassium phosphate buffer (pH 7.0) and 1 M potassium iodide (1 ml) was added to a separate tube. The solution incubated at room temperature. Absorbance was measured 280 nm and H₂O₂ concentration in the cell was determined according to the standard curve calculated using gradual H₂O₂ concentrations (Junglee et al., 2014).

RNA isolation and cDNA synthesis

Thermo Gene JET Plant RNA Purification Kit used for total RNA isolation. Yielded RNA quality was determined by measuring the absorbance values in 260/280 and 230/260 nanometers by using Donovix micro-volume spectrophotometer and used in cDNA synthesis. For the first-strand cDNA synthesis, Thermo RevertAid First Strand cDNA Synthesis Kit was used.

The quantitative real-time PCR analysis

For quantitative real-time analysis accuPower®, DualStar™ qPCR PreMix was used. For the preparation of this premix, 1 µM forward primer, 1 µM reverse primer, 5 µM cDNA and 13 µM DEPC-water were mixed and the final volume was adjusted to 20 µM. Actin gene was selected as a house-keeping gene. The primer sequences are given in Table 1.

Table 1. Primer sequences for PCR amplification and product sizes

Gene	Primer Pair	Sequence (5' – 3')	PRC product Size	Accession no
<i>Metallothionein-like gene</i>	MT2 F MT2 R	ATGTCTTGCTGTGGTGGTAAC TCATTTGCAGGTGCAAGGGTTG	240	GQ900702
<i>Superoxide dismutase Cu-ZnSOD</i>	Cu-ZnSOD F Cu-ZnSOD R	TAACTTCAGTCAGGAGGGAG GGAGTTTGGTCCAGTGAGA	276	AJ012739.1
<i>Catalase</i>	Cat F Cat R	TGCCCGCAGATGGATAGA GGTTGGCGAGGACCTTAACT	161	AJ131046.1
<i>Actin</i>	Actin F Actin R	TGTCTTGAGTGGTGGTTCTAC CTTGCCGCCAGATATTGTA	202	XM_004493535.1

Statistical Analysis

$2^{\Delta\Delta Ct}$ calculation method by Livak and Schmittgen (2001) was used to determining changes in stress-related gene expression levels.

Analysis of variance (ANOVA) was performed to confirm significant differences among treatments. Post-hoc Duncan's test used to determine differences among groups ($p<0.05$). All statistical analyses were performed with the SPSS 22.0 software package.

Result and Discussion

The amount of MDA was calculated to determine the damage caused by the cell membrane and to determine the oxidative stress status of the cell.

MDA concentration increased as Cu duration and concentration increased. Statistically the highest MDA concentration on day 5, 200- μ M concentration. (Fig 1 A) ($P<0.05$).

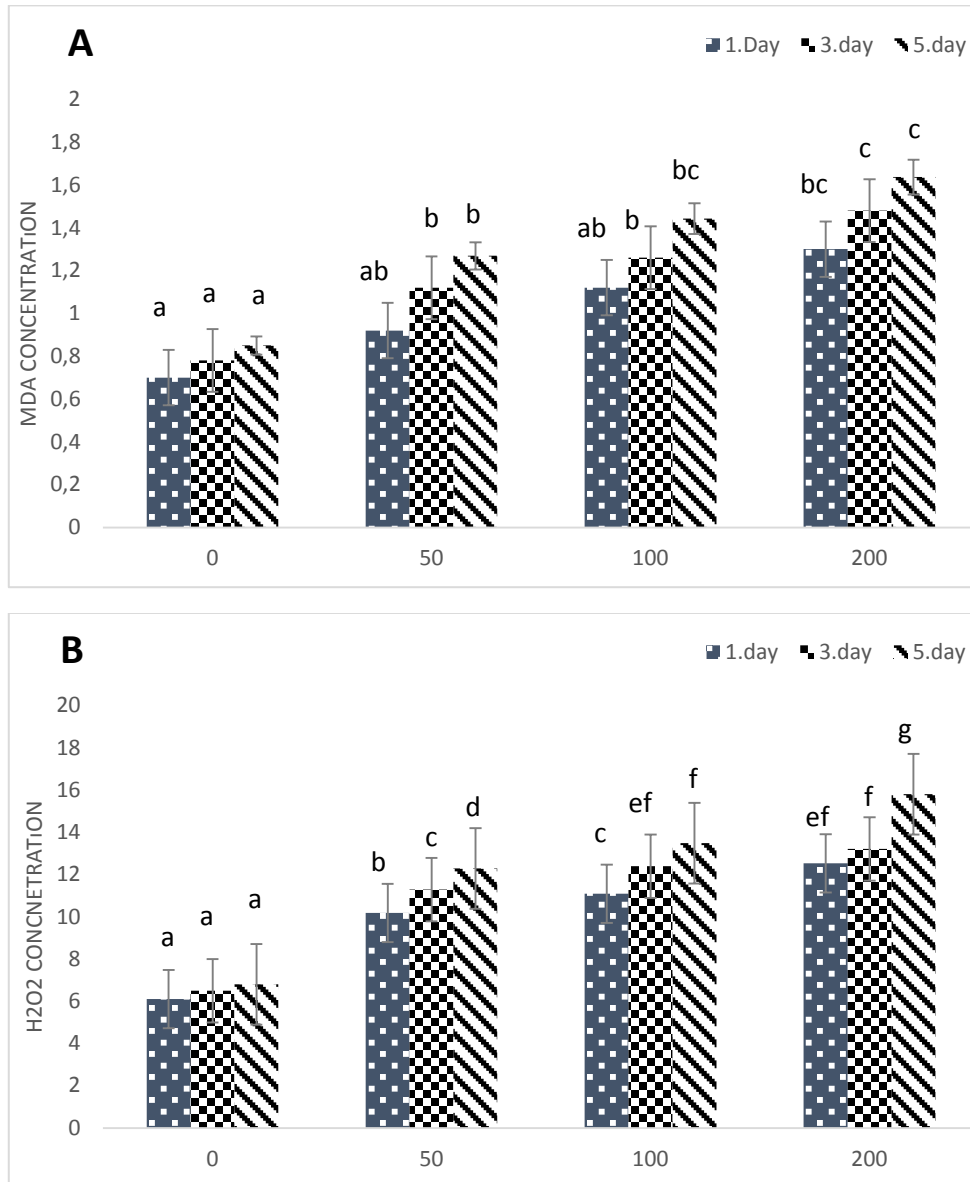


Fig.1. The differential of MDA content (A) and cellular H₂O₂ concentration (B) in Cu exposed Chickpea leaves. Different letters show the significance between groups ($p < 0.05$). The bar shows standard errors. (x axis: Different Cu concentrations)

The change in the amount of cellular H₂O₂ gives an idea about the oxidative state of the cell. Cellular H₂O₂ concentration determined in chickpea leaves exposed to Cu is showing a significant increase depending on duration and concentration. Statistically, the highest H₂O₂ concentration was found in the 5th day at a concentration of 200 μM (Fig. 2-B) According to the post hoc analysis, it was determined that all groups were different from each other ($p < 0.05$).

Relative changes of stress-related antioxidant genes expression levels were calculated based on changes of actin gene expression which selected as a house-keeping gene.

When the CAT expression was examined, the highest exposure level was observed on day 5 at a concentration of 50 µM. In prolonged duration and concentrations, CAT enzyme expression was statistically different from the control group. However, a statistically significant decrease was found with respect to the concentration at which the highest expression was observed. (Fig 3-A) ($p < 0.05$).

In the 50 µM concentration 5th day application, MT gene expression was found to be approximately 100-fold higher than actin gene expression. Afterward, it was found that there were a decrease in expression levels at 100 and 200 µM concentrations according to the concentration level of 50 µM. In addition, no statistically significant difference was found between Day 3 and Day 5 200 µM concentrations. (Fig 3-B) ($p < 0.05$).

When Cu/Zn- SOD gene expression is examined; similar to the other stress-related gene expressions, the highest expression level was found at 5th day 50 µM concentration. On the other hand; the expression levels are reduced moreover, there was no statistically significant difference between the expression level at 1st day 200 µM and the control group (Fig. 2-C) ($p < 0.05$).

In this study, the product of lipid peroxidation and an indicator of oxidative stress MDA concentration and a by-product of oxidative stress ROS/ H_2O_2 concentrations investigated. In addition, changes in expression levels of MT, Cu-Zn SOD and CAT antioxidant stress-related genes were determined based on housekeeping gene actin expression. The linkage between cellular H_2O_2 concentration and changes in the levels of expression was explained.

Free radicals that cause oxidative stress can react with all the cellular structures, but the most sensitive component to these interactions are lipids. Malondialdehyde (MDA) is a highly reactive metabolic product that occurs as a result of a series of reactions during lipid peroxidation, which is caused by the effects of free oxygen radicals on tissues (Gawel et al., 2004). In this study, a steady increase in all concentrations was observed depending on the Cu exposure. In previous similar studies, they emphasized that the primary indicator of stress caused by heavy metal exposure is lipid peroxidation and MDA content (Duman et al., 2010).

MTs are low molecular mass proteins that are thought to play a key role in response to metal toxicity and oxidative stress through Cys thiol groups. (Gu et al., 2014; Guo et al., 2008; Mir et al., 2004). Kumar et al. reported that; MT gene expression is elevated as a result of the different concentrations of Cu exposure to *Neurospora crassada* (Kumar et al., 2005). In the study of Tamas et al., where they investigated the effect of Cd on barley plant roots, it was found that as Cd concentration increases in plant roots MT expression level also increased (Tamás et al., 2008). Jain et al., in the study they conducted with sugar cane plants exposed to selenium (Se), found that the MT gene was expressed at a higher level than all concentrations. However, they found that MT expression level increased up to a certain Se concentration and decreased after a certain Se concentration (Jain et al., 2015). In the study conducted by Tombuloğlu et al. on the effect of boron element on the tomato plant, they found that MT gene expression level increased up to a certain concentration in root and shoot parts of the plant and but decreases after a certain concentration (Tombuloglu et al., 2012). In this study we found that; MT gene expression increased all durations and concentrations according to the control group. Liu et al. conducted a study with rice exposed to Cu at a different time and concentration they put out that; there was a decrease in MT expressions as the prolonged duration and concentration. As a result, they stated that; the *OsMT* expression increase is not related to Cu concentration it is directly regulated by H_2O_2 (Liu et al., 2015). Our study is supporting these findings.

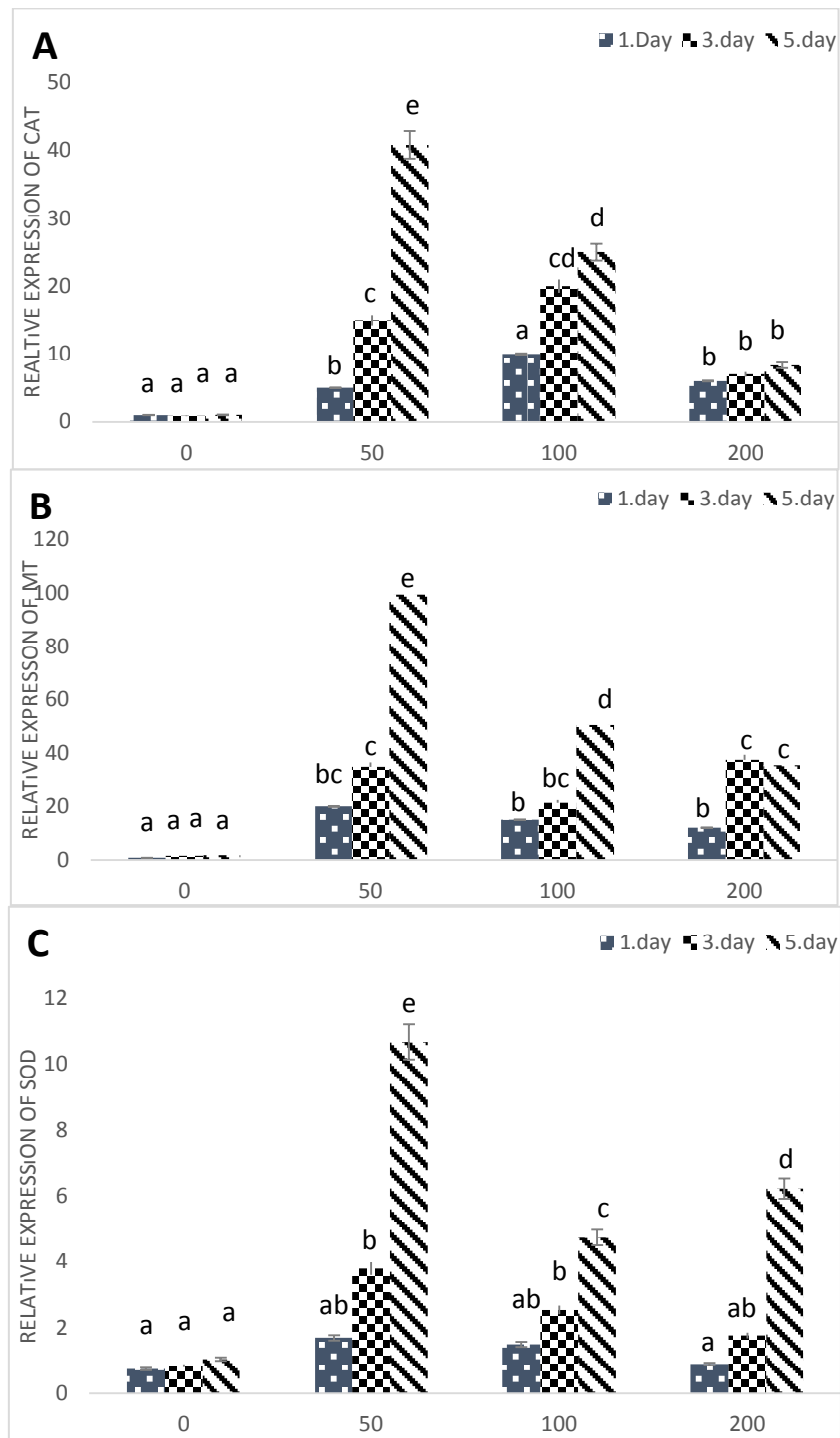


Fig. 2. Relative expressions of stress-related genes; Catalase (A) Metallothionein (B) and Cu/Zn-SOD (C) in Cu exposed *Cicer arietinum* leaves. Different letters show the significance between groups ($p < 0.05$). The bar shows standard errors. (x axis: Different Cu concentrations)

The most important function of the catalase is to detoxify H_2O_2 as H_2O and O_2 . Rosatto et al. reported that CAT expression levels are increased under stress factors (Rossatto et al., 2017). Kim et al. stated that; as a result of salt stress in rice CAT gene expression induced positively (Kim et al., 2007). In our study in parallel with these studies, there was a significant increase in CAT expression levels as a result of stress. It is notable that; a decrease of CAT gene expression, after the highest expressions observed, is not distinct as other studied gene expressions. Rossatto et al. emphasized that; the signaling molecule effect of H_2O_2 on CAT expressions is lower than that of other antioxidant genes. In their studies, similar results reported from Kar and Sougir et al. (Kar, 2018; Sougir et al., 2013). Our findings are in parallel with the literature.

In addition, in the study where Rossatto et al. applied salt stress to rice plants, CAT expression was found to be higher at all application periods compared to control and it was stated that the expression level increased as the application period was prolonged (Rossatto et al., 2017). In the study of Sougir et al., in the rice seedlings to which Cd was applied, it was found that CAT expression level increased depending on the increasing concentration *and* the prolonged period (Sougir et al., 2013). Luna et al. concluded that CAT regulation serves to limit excessive H_2O_2 accumulation while allowing essential signaling functions to occur (Luna et al., 2005). Contrary to these findings, in our study, CAT expression did not depend on the elevation of H_2O_2 concentration and continued to express in chickpea roots.

SOD plays a decisive role in protecting against the toxic effects of oxidative stress by scavenging superoxide radicals and ensuring their conversion to O_2 and H_2O_2 (Verma and Dubey, 2003). Many studies have reported that ROS associated with oxidative stress under drought and salt stress in plants induces SOD enzyme activity (Baloğlu et al., 2012; Ishibashi et al., 2011). Soydam et al. determined that; tomato plants subjected to salt and drought stress and there was an increase of SOD enzyme expressions. (Aydin et al., 2014). Similarly, in this study, an increase in SOD enzyme expression is observed in response to oxidative stress triggered by Cu exposure.

Also; Rossatto et al. found that SOD expression increased in rice plants up to 15-days exposure but decreased after 20-day salt stress exposure (Rossatto et al., 2017). In the current study, also found a significant decrease in SOD expression due to increased time and concentration. Dai et al. applied different concentrations of salt stress to the canola plant. As a result of the study, they found that the SOD expression level increased up to 200 mmol L^{-1} concentration and that it decreased in 250 and 300 mmol L^{-1} concentrations (Dai et al., 2009). Rossatto et al., who worked with rice plants under salt stress found that SOD expression increased compared to control up until 15 days of exposure but decreased after 20 days of exposure (Rossatto et al., 2017). In our study, which is similar to the studies in the literature, SOD expression level increased up to 50 μM Cd application and reached the highest level in 12 hours 50 μM Cd application, but as the concentration amount increased, SOD expression level decreased in all application periods. Although the expression levels detected as a result of prolonged exposure were higher than the control levels, there was no statistical difference between the expression levels. This shows that there is a gradual increase in expression with the introduction of the defense mechanism in the early times when the plant encounters stress and a decrease in expression when the plant is unable to tolerate stress.

In recent years; scientists have been approached a different view of cellular H₂O₂ function and emphasized that; reactive oxygen species are less harmful than formerly known. (Farnese et al., 2016; Gupta et al., 2016; Del Río, 2015). Sharma et al. reported that; H₂O₂ and other ROS species can serve as a signal molecule because it is useful in low concentrations and toxic when excess a certain concentration (Sharma et al., 2012). Rosatta et al. emphasized that; after salt stress in rice plant H₂O₂ concentration was low and do not cause any damage to cells, on the contrary, they reported that low H₂O₂ expression of stress-related genes. (Rossatto et al., 2017). Gill and Tuteja have stated that because of the long life of H₂O₂ and the permeability of the membranes, ROS is considered as a secondary messenger and acts as a key regulator in a wide range of physiological processes. (Gill and Tuteja, 2010). Choudhury et al. stated that ROS affects the expression of some genes and that ROS acts as a biological signal in the regulation of stresses. They emphasized that O₂^{•-} and H₂O₂ considered as the primary ROS in plants serves as secondary messengers regulating various functions in the growth and development of the plant (Choudhury et al., 2017). Apel and Hirt maintained that activate signal transmission could affect gene expression in 3 different ways by (1) activating the ROS sensors, (2) oxidizing the signal path components directly by ROS and (3) by changing the activity of transcription factors of ROS (Apel and Hirt, 2004). In the study they conducted, Gill and Tuteja maintained that since H₂O₂ is long-lived and the permeability between membranes is high, regarding the signals produced through ROS, ROS was started to be accepted as a secondary precursor. They also stated that ROS acts as a key regulator in a wide range of physiological processes (Gill and Tuteja, 2010). Laloi et al. emphasized that the increases in H₂O₂ concentration were usually based on different mechanisms and that H₂O₂ served as a signal (Laloi et al., 2004). Kar, exposed chickpea the plant roots to Cd and reported that; antioxidant gene expression is associated with H₂O₂ concentration. In a certain level of H₂O₂ concentration stress-related gene expressions up-regulated and a significant decrease observed in gene expressions after a certain H₂O₂ concentration. (Kar, 2018). In addition, Del-rio emphasized the cellular importance of H₂O₂ to secondary messenger tasks and emphasized that it is appropriate to use the term “oxidative signaling” for H₂O₂ activities in the cell. (Del Río, 2015). Our findings support these findings.

Conclusions

As a result of the study, Cu exposure to chickpea at different duration and concentrations increases cellular MDA content and H₂O₂ accumulation. In order to prevent oxidative damage of Cu exposure, stress-related genes were highly expressed than the control group at all application concentrations. Thanks to the results of this study; Plants in agricultural areas can be exposed to a certain concentration of H₂O₂ to provide an earlier response to oxidative stress against biotic or abiotic stresses. In this way, the use of chemical pesticides can be minimized due to obtaining more durable products.

Additionally; expressions of stress-related genes were highest when H₂O₂ concentration was at a certain level but decreased expression levels due to increased H₂O₂ concentration. The findings may contribute further oxidative signaling studies.

Acknowledgment

All authors participated in the conception of the topic. M.K and N.Ö conducted %50-%50 laboratory studies. M.K and N.Ö have written %75-%25 of the manuscript. All authors read and approved the final manuscript after critically revising it for important content. The authors declare that there is no conflict of interest regarding the publication of this article.

References

- Ahmad, P. 2014. Oxidative Damage to Plants: Antioxidant Networks and Signaling (Elsevier GmbH.).
- Apel, K. and Hirt, H. 2004. REACTIVE OXYGEN SPECIES: Metabolism, Oxidative Stress, and Signal Transduction. *Annual Review of Plant Biology* 55(1): 373–399.
- Aydin, S. Büyük, I. and Aras, E.S. 2014. Expression of SOD gene and evaluating its role in stress tolerance in NaCl and PEG stressed *Lycopersicon esculentum*. *Turkish Journal of Botany* 38(1): 89–98.
- Baloğlu, M.C. Kavas, M. Aydin, G. Öktem, H.A. and Yücel, A.M. 2012. Antioxidative and physiological responses of two sunflower (*Helianthus annuus*) cultivars under PEG-mediated drought stress. *Turkish Journal of Botany* 36707–714.
- Choudhury, F.K. Rivero, R.M. Blumwald, E. and Mittler, R. 2017. Reactive oxygen species, abiotic stress and stress combination. *Plant Journal* 90(5): 856–867.
- Dai, Q. Lin Chen, C. Feng, B. Liu, T. Ting Tian, X. Gong, Y. Ya Sun, Y. Kun Wang, J. and Du, S. Zhang 2009. Effects of different NaCl concentration on the antioxidant enzymes in oilseed rape (*Brassica napus* L.) seedlings. *Plant Growth Regulation* 59273–278.
- Duman, F. Urey, E. Temizgul, R. and Bozok, F. 2010. Biological responses of a non-target aquatic plant (*Nasturtium officinale*) to the herbicide, tribenuron-methyl. *Weed Biology and Management* 10(2): 81–90.
- FAO 2004. FAO. 2004. Data sets, indicators, and methods to assess land degradation in drylands. World Soil Resources Report No. 100. Rome.
- Farnese, F.S. Menezes-Silva, P.E. Gusman, G.S. and Oliveira, J.A. 2016. When Bad Guys Become Good Ones: The Key Role of Reactive Oxygen Species and Nitric Oxide in the Plant Responses to Abiotic Stress. *Frontiers in Plant Science* 7(April): 471.
- Gawel, S. Wardas, M. Niedworok, E. and Wardas, P. 2004. Malondialdehyde (MDA) as a lipid peroxidation marker. *Wiadomości Lekarskie (Warsaw, Poland : 1960)* 57(9–10): 453–455.
- Gill, S.S. and Tuteja, N. 2010. Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. *Plant Physiology and Biochemistry* 48(12): 909–930.

- Gu, C.S. Liu, L. qin Zhao, Y.H. Deng, Y. ming Zhu, X. dong and Huang, S.Z. 2014. Overexpression of *Iris. lactea* var. *chinensis* metallothionein lMT2a enhances cadmium tolerance in *Arabidopsis thaliana*. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 10522–28.
- Guo, W.-J. Meetam, M. and Goldsbrough, P.B. 2008. Examining the Specific Contributions of Individual *Arabidopsis* Metallothioneins to Copper Distribution and Metal Tolerance. *Plant Physiology* 146(4): 1697–1706.
- Gupta, K. Sengupta, A. Chakraborty, M. and Gupta, B. 2016. Hydrogen Peroxide and Polyamines Act as Double Edged Swords in Plant Abiotic Stress Responses. *Frontiers in Plant Science* 7(September): 1343.
- Hernández-Hernández, H. Juárez-Maldonado, A. Benavides-Mendoza, A. Ortega-Ortiz, H. Cadenas-Pliego, G. Sánchez-Aspeytia, D. and González-Morales, S. 2018. Chitosan-PVA and Copper Nanoparticles Improve Growth and Overexpress the SOD and JA Genes in Tomato Plants under Salt Stress. *Agronomy* 8(9): 175.
- Ishibashi, Y. Yamaguchi, H. Yuasa, T. Iwaya-Inoue, M. Arima, S. and Zheng, S.H. 2011. Hydrogen peroxide spraying alleviates drought stress in soybean plants. *Journal of Plant Physiology* 168(13): 1562–1567.
- Jain, R. Verma, R. Singh, A. Chandra, A. and Solomon, S. 2015. Influence of selenium on metallothionein gene expression and physiological characteristics of sugarcane plants. *Plant Growth Regulation*.
- Junglee, S. Urban, L. Sallanon, H. and Lopez-lauri, F. 2014. Optimized Assay for Hydrogen Peroxide Determination in Plant Tissue Using Potassium Iodide. *American Journal of Analytical Chemistry* 5(August): 730–736.
- Kar, M. 2018. Determination of the expression level of stress-related genes in *Cicer arietinum* root cell under Cd stress and the relationship to H₂O₂ concentrations. *Ecotoxicology* 27(8): 1087–1094.
- Kim, D.-W. Shibato, J. Agrawal, G.K. Fujihara, S. Iwahashi, H. Kim, D.H. Shim, I.-S. and Rakwal, R. 2007. Gene transcription in the leaves of rice undergoing salt-induced morphological changes (*Oryza sativa* L.). *Molecules and Cells* 24(1): 45–59.
- Kumar, K.S. Dayananda, S. and Subramanyam, C. 2005. Copper alone, but not oxidative stress, induces copper-metallothionein gene in *Neurospora crassa*. *FEMS Microbiology Letters* 242(1): 45–50.
- Laloi, C. Apel, K. and Danon, A. 2004. Reactive oxygen signalling: The latest news. *Current Opinion in Plant Biology*.
- Leblebici, Z. and Aksoy, A. 2011. Growth and Lead Accumulation Capacity of *Lemna minor* and *Spirodela polyrhiza* (Lemnaceae): Interactions with Nutrient Enrichment. *Water, Air, & Soil Pollution* 214(1–4): 175–184.
- Liu, J. Shi, X. Qian, M. Zheng, L. Lian, C. Xia, Y. and Shen, Z. 2015. Copper-induced hydrogen peroxide upregulation of a metallothionein gene, *OsMT2c*, from *Oryza sativa* L. confers copper tolerance in *Arabidopsis thaliana*. *Journal of Hazardous Materials* 29499–108.
- Livak, K.J. and Schmittgen, T.D. 2001. Analysis of relative gene expression data using real-time quantitative PCR and the 2⁻(Delta Delta C(T)) Method. *Methods (San Diego, Calif.)* 25(4): 402–408.

- Luna, C.M. Pastori, G.M. Driscoll, S. Groten, K. Bernard, S. and Foyer, C.H. 2005. Drought controls on H₂O₂ accumulation, catalase (CAT) activity and CAT gene expression in wheat. *Journal of Experimental Botany* 56(411): 417–423.
- Mir, G. Domènech, J. Huguet, G. Guo, W.J. Goldsbrough, P. Atrian, S. and Molinas, M. 2004. A plant type 2 metallothionein (MT) from cork tissue responds to oxidative stress. *Journal of Experimental Botany* 55(408): 2483–2493.
- Del Río, L.A. 2015. ROS and RNS in plant physiology: An overview. *Journal of Experimental Botany* 66(10): 2827–2837.
- Rossatto, T. do Amaral, M.N. Benitez, L.C. Vighi, I.L. Braga, E.J.B. de Magalhaes Junior, A.M. Maia, M.A.C. and da Silva Pinto, L. 2017. Gene expression and activity of antioxidant enzymes in rice plants, cv. BRS AG, under saline stress. *Physiology and Molecular Biology of Plants : An International Journal of Functional Plant Biology* 23(4): 865–875.
- Sahin, O. Taskin, M.B. Kaya, E.C. and Taskin, H. 2017. Poultry Manure Biochar Reduces Arsenic Induced Oxidative Stress and Arsenic Levels in Rice Plants Tavuk Gübresi Biyokömürünün Çeltik Bitkisi Arsenik Alımı ve Arsenik Düzeyleri Üzerine Etkisi ve Oksidatif Stres İle İlişkisi. *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.* 113103–113.
- Sewelam, N. Kazan, K. and Schenk, P.M. 2016. Global Plant Stress Signaling: Reactive Oxygen Species at the Cross-Road. *Frontiers in Plant Science* 7(February): 187.
- Sharma, P. Jha, A.B. Dubey, R.S. and Pessarakli, M. 2012. Reactive Oxygen Species, Oxidative Damage, and Antioxidative Defense Mechanism in Plants under Stressful Conditions. *Journal of Botany* 2012(1): 1,26.
- Souguir, D. El Ferjani, E. Ledoigt, G. and Goupil, P. 2013. Transcript accumulation of stress-related genes in *Vicia faba* roots under a short exposure to cadmium. *Plant Biosystems - An International Journal Dealing with All Aspects of Plant Biology* 3504(August): 1–9.
- Tamás, L. Dudíková, J. Ďurčková, K. Halušková, L. Huttová, J. Mistřík, I. and Ollé, M. 2008. Alterations of the gene expression, lipid peroxidation, proline and thiol content along the barley root exposed to cadmium. *Journal of Plant Physiology* 165(11): 1193–1203.
- Tombuloglu, H. Semizoglu, N. Sakcali, S. and Kecec, G. 2012. Boron induced expression of some stress-related genes in tomato. *Chemosphere* 86(5): 433–438.
- Verma, S. and Dubey, R.S. 2003. Lead toxicity induces lipid peroxidation and alters the activities of antioxidant enzymes in growing rice plants. *Plant Science* 164(4): 645–655.
- Yruela, I. 2005. Copper in plants. *Brazilian Journal of Plant Physiology* 17(1): 145–156.



Kamışsı Yumak (*Festuca arundinacea* Schreb.) Tohumlarının Çimlenmesi Üzerine Tuz Stresinin Etkileri^A

Mevlüt TÜRK^{1*}, Mehmet ALAGÖZ²

Öz: Bu araştırma farklı tuz konsantrasyonlarının (0, 5, 10, 15 ve 20 dS m⁻¹ NaCl) kamışsı yumak (*Festuca arundinacea* Schreb.) tohumlarının çimlenme ve fide gelişimleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla 2018 yılında ISUBÜ Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü laboratuvarında yürütülmüştür. Çalışma tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Çalışmada incelenen özellikler; çimlenme oranı, sürgün ve kök uzunluğu, sürgün yaş ağırlığı, kök yaş ağırlığı ve tuza dayanım indekssidir. Araştırma sonuçlarına göre, kamışsı yumakta uygulanan farklı tuz konsantrasyonları, incelenen tüm özellikler üzerine % 1 düzeyinde önemli etki yapmıştır. Tuz konsantrasyonundaki artışlar çimlenme oranı, sürgün ve kök uzunluğu, sürgün yaş ağırlığı, kök yaş ağırlığı ve tuza dayanım indeksinde önemli ölçüde azalmaya neden olmuş ve en düşük değerler 20 dS/m NaCl dozunda elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çimlenme oranı, *Festuca arundinacea* Schreb, Kamışsı yumak, Tuz, Tuz tolerans indeksi.

^A Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir.

* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** ¹Mevlüt TÜRK, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Isparta, Türkiye. mevlutturk@isparta.edu.tr, [OrcID 0000-0003-4493-887X](https://orcid.org/0000-0003-4493-887X).

² Mehmet ALAGÖZ, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Isparta, Türkiye. mehmetalagoz@isparta.edu.tr, [OrcID 0000-0003-0538-5619](https://orcid.org/0000-0003-0538-5619)

Effects of Salt Stress on The Germination of Tall Fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) Seeds

Abstract: This research was conducted to investigate the effects of five different salt concentrations (0, 5, 10, 15 ve 20 dS m⁻¹ NaCl) on the germination and seedling development of tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) at the Field Crops Department Laboratory in Agricultural Faculty of Isparta University of Applied Science in 2018. This research was set up in randomized block design with four replication. The germination rate, shoot and root lengths and fresh weights and salt tolerance index were determined in this research. According to the results of the research, salt concentrations had significant effect on all properties. Increased salt concentrations caused decreased the germination rate, shoot and root lengths and fresh weights and salt tolerance index. The lowest values were obtained from 20 dS m⁻¹ NaCl.

Keywords: *Festuca arundinacea* Schreb, salt, germination rate, salt tolerance index, tall fescue.

Giriş

Tuzluluk özellikle kurak ve yarı kurak koşullarda bitki gelişimini etkileyerek verimi azaltmaktadır. Tuz stresi altındaki bitkilerde önemli derecede verim ve kalite kayıpları olabilmektedir. Sodyum ve klor gibi tuz iyonları bitkiler tarafından kolayca absorbe edilebilirler. Yüksek düzeydeki sodyum birikimi ile meydana gelen iyon toksisitesi tohumda bazı biyokimyasal reaksiyonları olumsuz etkilemekte ve çimlenmeyi olumsuz etkilemektedir (Aydın ve Atıcı, 2015).

Bazı bitkiler tüm gelişme dönemlerinde tuz stresine karşı hassas olmakla birlikte özellikle çimlenme döneminde bu hassasiyet daha fazla olmaktadır (Khan ve ark., 2000; Kuşvuran ve ark., 2007; Zamani ve ark., 2010). Genellikle en yüksek oranda çimlenme tuzsuz koşullarda olmakta, tuz konsantrasyonu arttıkça çimlenme ve fide gelişimi olumsuz etkilenmektedir (Turhan ve ark., 2011). Aydınşakir ve ark., (2012) yüksek tuz konsantrasyonlarının çimlenme üzerine olan olumsuz etkisinin asıl nedeninin tohum içerisine su alımının sınırlanmasından kaynaklandığını bildirmişlerdir.

Topraktaki veya sulama suyundaki tuz oranı çim bitkileri yetiştiriciliğinde önemli bir sorundur. Açıkgöz (1994) topraktaki tuzluluğun 4 dS/m'den fazla olduğu zaman çim bitkilerinin zarar görmeye başladığını, 15 dS/m'in üzerindeki tuzluluğa ise çok az çim bitkisinin dayanabileceğini ifade etmiştir.

Harivandi ve ark. (1992) ve Uddin ve ark. (2009) karnıksı yumağın tuzluluğa orta derecede toleranslı olduğunu ve 6-10 dS/m'e kadar tolerans gösterebildiğini ifade etmişlerdir. Kuşvuran ve ark., (2014), 9 farklı farklı karnıksı yumak çeşidinin farklı tuz konsantrasyonlarında çimlenme özelliklerini araştırdıkları çalışma sonucunda, tuz yoğunlukları arttıkça çimlenme oranı, sürgün ve kök uzunluğu, sürgün ve kök yaş ağırlığı ile tuza dayanım indeksinin azaldığını ifade etmişlerdir. Çim bitkilerinin çimlenmesi üzerine tuzluluğun etkilerini

inceleyen bir çok araştırmacı artan tuz konsantrasyonlarının çimlenmeyi ve fide gelişimini olumsuz etkilediğini belirtmişlerdir (Qian ve ark., 2007; Dai ve ark., 2009; Zabihi-e-Mahmoodabad ve ark., 2011; Uddin ve Juraimi, 2013; Tatar ve ark., 2018).

Bu araştırmanın amacı kamışsı yumak tohumlarının çimlenme ve fide gelişimi üzerine farklı tuz yoğunluklarının etkisinin belirlenmesidir.

Materyal ve Yöntem

Bu araştırma Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi'nde 2018 yılında yürütülmüştür. Denemede kamışsı yumak çeşidi olarak özel sektörden temin edilen Debussy çeşidi kullanılmıştır.

Çalışmada kamışsı yumak tohumlarına beş farklı tuz yoğunluğu (0, 5, 10, 15 ve 20 dS/m NaCl) uygulanmıştır. Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre dört tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Çimlendirme öncesinde yüzey sterilizasyonu amacıyla % 2'lik sodyum hipoklorit kullanılmıştır. Tohumlar sodyum hipoklorit ile 3 dakika çalkalandıktan sonra, saf su ile yıkanmıştır (Nizam, 2011). Tohumlar ön uygulama için farklı NaCl çözeltilerinde 24 saat bekletilmiş ve önceki nem oranlarına dönünceye kadar oda şartlarında kurutulmuşlardır. Daha sonra petrilere 25'er adet tohum yerleştirilmiş ve tohumların üzerine her tuz yoğunluğundan 8.5 ml çözelti dökülmüş ve petrilere, karanlık koşullara sahip 25 ± 1 °C sıcaklığa ayarlanmış olan çimlendirme kabineye yerleştirilmiştir.

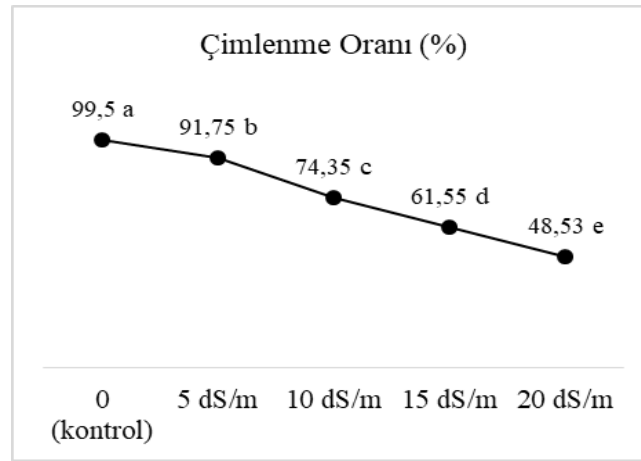
Araştırmada çimlenme oranı, sürgün ve kök uzunluğu, sürgün ve kök yaş ağırlığı ve tuz tolerans indeksi incelenmiştir. Deneme boyunca iki günde bir, petrilereki çimlendirme kâğıtları değiştirilmiştir. Kökçük uzunluğu 1 mm'den fazla olan tohumlar çimlenmiş olarak kabul edilmiş ve 14. günün sonunda çimlenen tohumlar sayılarak çimlenme yüzdesi (%) hesaplanmıştır (Nizam, 2011). Daha sonra, her bir petri kabından 10'ar adet örnek alınmış ve bu örneklerde sürgün ve kök uzunlukları, sürgün ve kök yaş ağırlıkları belirlenmiştir. Her bir tuz konsantrasyonunda elde edilen toplam yaş ağırlıkların, kontrol uygulamasında elde edilen toplam yaş ağırlıklara oranlanmasıyla tuz tolerans indeksi hesaplanmıştır (Kuşvuran ve ark. 2015).

Çalışmada elde edilen veriler, bilgisayar programından yararlanılarak değerlendirilmiştir (SAS, 1998). İstatistiksel analiz sonucunda önemli farklılık ortaya çıktığında, ortalamaların karşılaştırılması için % 5 önemlilik düzeyinde Asgari Önemli Fark (LSD) testi uygulanmıştır.

Bulgular ve Tartışma

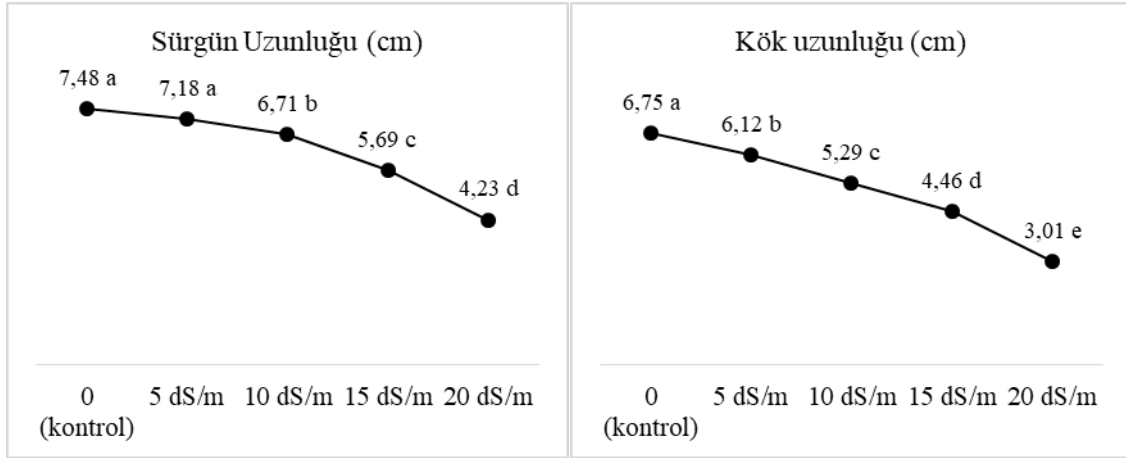
Kamışsı yumak tohumlarına farklı tuz konsantrasyonlarının uygulanmasıyla elde edilen çimlenme oranı, sürgün uzunluğu, kök uzunluğu, sürgün yaş ağırlığı, kök yaş ağırlığı ve tuza dayanım indeksi değerleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çalışmada tespit edilen çimlenme oranları incelendiğinde, tuz uygulamaları arasında önemli farklılıkların olduğu, tuz yoğunluğundaki artışa bağlı olarak çimlenme oranının azaldığı, en yüksek değer % 99.50 ile kontrol uygulamasında, en düşük değerin ise % 48.53 ile 20 dS/m uygulamasında elde edildiği görülmektedir (Şekil 1). Kontrol uygulaması ile karşılaştırıldığında çimlenme oranları 5 dS/m uygulamasında % 7.8, 10 dS/m uygulamasında % 25.3, 15 dS/m uygulamasında % 38.1, 20 dS/m uygulamasında % 51.2 azalmıştır. Kamışsı yumak tohumlarının çimlenmesi üzerine farklı tuz yoğunluklarının etkisini araştıran Kuşvuran ve ark. (2014)'da yaptıkları çalışmada, artan tuz yoğunluğunun kamışsı yumak çeşitlerinin çimlenme oranını önemli ölçüde azalttığını ifade etmişlerdir. Bu sonuç çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlarla paralellik göstermektedir. Farklı bitkilerle yapılan birçok araştırmada da artan tuz konsantrasyonlarının çimlenme oranını azalttığı belirtilmiştir (Rahman et al., 2000; Almodares ve ark., 2007; Blanco ve ark., 2007; Nizam, 2011; Çokkızgın, 2012; Sozharajan ve Natarajan, 2014; Türk ve Eser, 2016; Çiçek ve ark., 2018; Tatar ve ark., 2018).



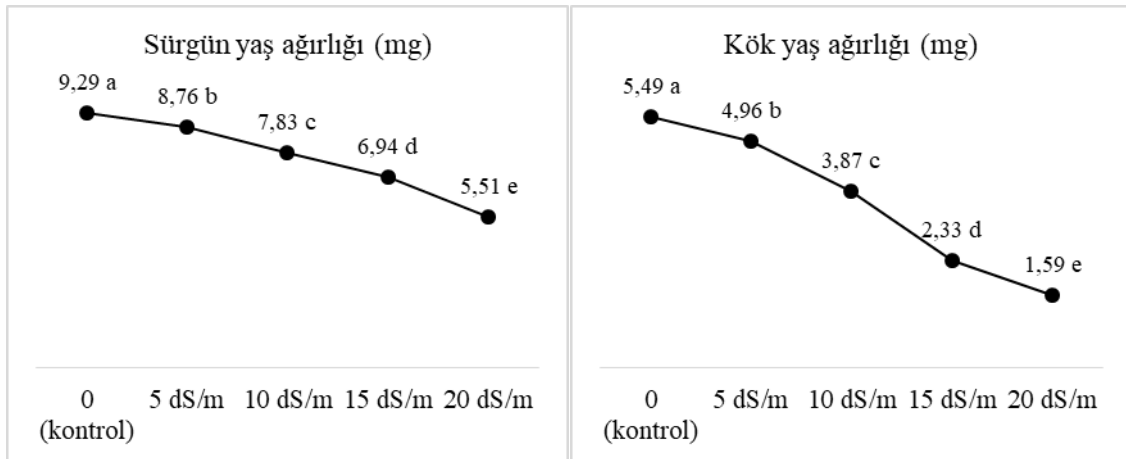
Şekil 1. Farklı tuz konsantrasyonlarında kamışsı yumak tohumlarının çimlenme oranları

Artan tuz konsantrasyonları kamışsı yumağın sürgün ve kök uzunlukları üzerine olumsuz etki yapmıştır. Sürgün uzunluğu bakımından en yüksek değerler 7.48 ve 7.18 cm ile kontrol (0 dS/m) ve 5 dS/m uygulamalarında belirlenirken, en düşük değer 4.23 cm ile en yüksek tuz konsantrasyonu olan 20 dS/m uygulamasından elde edilmiştir (Şekil 2). Sürgün uzunluğu bakımından kontrol ve 5 dS/m uygulamasının aynı istatistiksel grupta yer alması, tuzun olumsuz etkisinin 5 dS/m dozunun üzerinde başladığını göstermektedir. Tuz uygulaması arttıkça kök uzunluğu da azalmış, kontrol uygulamasına 6.75 cm, 5 dS/m uygulamasında 6.12 cm 10 dS/m uygulamasında 5.29 cm, 15 dS/m uygulamasında 4.46 cm, 20 dS/m uygulamasında 3.01 cm'e düşmüştür. Kuşvuran ve ark. (2014)'da yaptıkları çalışmada artan tuz yoğunluklarının kamışsı yumakta sürgün ve kök uzunlukları üzerine olumsuz etki yaptığını ifade etmişlerdir. Gerek çim bitkileri gerekse diğer bitkilerde yapılan tuzluluk çalışmalarında elde edilen sonuçlar, çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlarla paralellik göstermektedir (Kaya ve ark., 2007; Kusvuran ve ark., 2007; Dasgan ve Koc, 2009; Zabihi-e-Mahmoodabad ve ark., 2011; Türk ve Eser, 2016).



Şekil 2. Farklı tuz konsantrasyonlarında kamışı yumakta ortalama sürgün ve kök uzunlukları

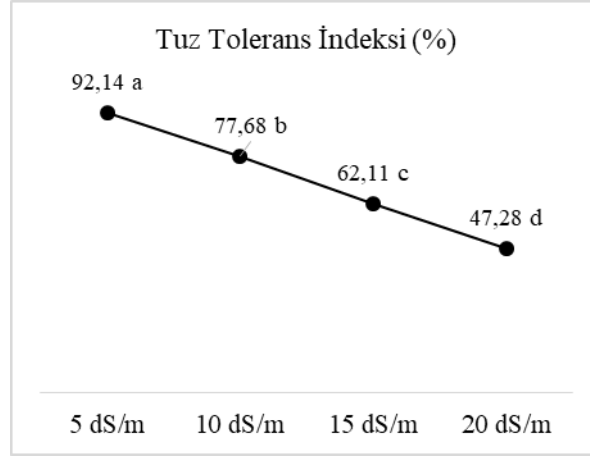
Uygulamalar arasında sürgün ve kök yaş ağırlıkları bakımından da önemli farklılıklar tespit edilmiştir. En yüksek sürgün yaş ağırlığı (9.29 mg) ve kök yaş ağırlığı (5.49 mg) kontrol uygulamasında belirlenirken, en düşük sürgün yaş ağırlığı (5.51 mg) ve kök yaş ağırlığı (1.59 mg) 20 dS/m uygulamasından elde edilmiştir (Şekil 3). Sürgün ve kök yaş ağırlıklarıyla artan tuz miktarları arasında tespit ettiğimiz bu negatif ilişki, bir çok araştırmacının elde ettiği sonuçlarla uyum içerisindedir (Hussein ve ark., 2007; Carpici ve ark., 2009; Zabih-e-Mahmoodabad ve ark., 2011; Kuşvuran ve ark., 2014; Türk ve Eser, 2016).



Şekil 3. Farklı tuz konsantrasyonlarında kamışı yumakta ortalama sürgün ve kök yaş ağırlıkları

Uygulamadaki tuz yoğunluğuna bağlı olarak tuz tolerans indeksi doğrusal olarak azalmış, 5 dS/m uygulamasında % 92.14, 10 dS/m uygulamasında % 77.68, 15 dS/m uygulamasında % 62.11, 20 dS/m uygulamasında % 47.28 olarak bulunmuştur (Şekil 4). Tuz yoğunluklarının tohum çimlenmesi üzerine etkilerini araştıran bir çok araştırmacı (Carpici ve ark., 2009; Kökten ve ark., 2010; Kuşvuran ve ark., 2015; Türk ve Eser,

2016), elde ettiğimiz sonuçları destekler nitelikte, artan tuz uygulamalarının tuz tolerans indeksini azalttığını ifade etmişlerdir.



Şekil 4. Farklı tuz konsantrasyonlarında kamışsı yumakta ortalama tuz tolerans indeksi.

Sonuç

Kamışsı yumak (*Festuca arundinacea* Schreb.) tohumlarının çimlenme ve fide gelişimleri üzerine farklı tuz yoğunluklarının (0, 5, 10, 15 ve 20 dS/m NaCl) etkilerini belirlemek amacıyla yürütülen bu çalışmadan elde edilen sonuçlar şu şekilde özetlenebilir:

Farklı tuz konsantrasyonları incelenen tüm özellikler üzerine % 1 düzeyinde önemli etki yapmıştır.

Tuz yoğunluğundaki artışlar çimlenme oranı, sürgün ve kök uzunluğu, sürgün ve kök yaş ağırlığı ve tuza dayanım indeksinde önemli ölçüde azalmalara neden olmuştur.

Çalışmada ölçülen tüm özelliklerde, en yüksek değerler kontrol uygulamasında, en düşük değerler en yüksek doz olan 20 dS/m NaCl dozunda elde edilmiştir.

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

- Açıkgoz, E. 1994. *Çim Alanlar Yapım ve Bakım Tekniği*. 64-67, Çevre Peyzaj Mimarlığı Yayınları, Bursa.
- Almodares, A., Hadi, M.R. and Dosti, B. 2007. Effects of salt stress on germination percentage and seedling growth in sweet sorghum cultivars. *Journal of Biological Sciences*, 7(8):1492-1495.
- Aydın, İ. ve Atıcı, Ö. 2015. Tuz stresinin bazı kültür bitkilerinde çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkileri. *MSU Fen Bil. Dergi.* 3(2): 360-366.
- Aydınşakir, K., Erdurmuş, C., Büyüktaş, D. ve Çakmakçı, S. 2012. Tuz (NaCl) stresinin bazı silajlık sorgum (*Sorghum bicolor*) çeşitlerinin çimlenme ve erken fide gelişimi üzerine etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 25(1): 47-52.
- Blanco, F.F., Folegatti, M.V., Gheyi, H.R. and Fernandes, P.D. 2007. Emergence and growth of corn and soybean under saline stress. *Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.)*, 64(5):451-459.
- Carpici, E.B., Celik, N., and Bayram, G. 2009. Effects of salt stress on germination of some maize (*Zea mays* L.) cultivars. *African Journal of Biotechnology*, 8 (19) : 4918-4922.
- Cokkizgin, A. 2012. Salinity stress in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seed germination. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj Napoca*, 40 (1): 177-182.
- Çiçek, S., Kilercioğlu, B., Doğan, R. ve Budaklı Çarpıcı, E. 2018. Bazı ileri makarnalık buğday (*Triticum turgidum* var. *durum* L.) genotiplerinin çimlenme döneminde tuz stresine tepkileri. *Bursa Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 32 (2) , 19-29 .
- Dai, J., Huff, D.R. and Schlossgerg, M.J. 2009. Salinity effects on seed germination and vegetative growth of greens-type *Poa annua* relative to other cool-season turfgrass species. *Crop Science*, 49: 696-703.
- Dasgan, H.Y. and Koc, S. 2009. Evaluation of salt tolerance in common bean genotypes by ion regulation and searching for screening parameters. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 7 (2): 363-372.
- Harivandi, M.A., Butler, J.D. and Wu, L. 1992. Salinity and turfgrass culture, p. 207–229. In: Waddington, D.V., R.N. Carrow, and R.C. Shearman (eds.). *Turfgrass—Agron Monogr.* 32. *Amer. Soc. Agron.*, Madison, WI.
- Hussein, M.M., Balbaa, L.K. and Gaballah, M.S. 2007. Salicylic acid and salinity effects on growth of maize plants. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 3 (4): 321-328.
- Kaya, C., Tuna, A.L., Asraf, M. and Altunlu, H. 2007. Improved salt tolerance of melon (*Cucumis melo* L.) by the addition of proline and potassium nitrate. *Environmental and Experimental Botany*, 60: 397-403.
- Khan, M.A., Ungar, I.A. and Showalter, A.M. 2000. Effects of sodium chloride treatments on growth and ion accumulation of the halophyte *Haloxylon recurvum*. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 31: 2763-2774.
- Kokten, K., Karakoy, T., Bakoglu, A. and Akcura, M. 2010. Determination of salinity tolerance of some lentil (*Lens culinaris* M.) varieties. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 8 (1): 140-143.

- Kuşvuran, S., Ellialtıoğlu, S., Abak, K. and Yasar, F. 2007. Responses of some melon (*Cucumis* sp.) genotypes to salt stress. Ankara University Faculty of Agriculture, *Journal of Agricultural Sciences*, 13 (4): 395-404.
- Kuşvuran, A., Nazlı R.I. and Kuşvuran, S. 2014. Salinity effects on seed germination in different tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) varieties. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi* 7 (2): 08-12.
- Kuşvuran, A., Nazlı R.I. and Kuşvuran, S. 2015. The Effects of salinity on seed germination in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) Varieties. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 2(1): 78-84.
- Nizam, I. 2011. Effects of salinity stress on water uptake, germination and early seedling growth of perennial ryegrass. *African Journal of Biotechnology*, 10: 10418-10424.
- Qian, Y.L., Fu, J.M., Wilhelm, S.J., Christensen, D. and Koski, A.J. 2007. Relative salinity tolerance of turf-type saltgrass selections. *Horticulture Science*, 42 (2): 205-209.
- Rahman, M., Kayani, S.A. and Gul, S. 2000. Combined effects of temperature and salinity stress on corn Cv. Sunahry, *Pakistan Journal of Biological Science*, 3(9): 1459-1463.
- SAS Institute. 1998. INC SAS/STAT users' guide release 7.0, Cary, NC, USA.
- Sozharajan, R and Natarajan, S., 2014. Germination and seedling growth of *Zea mays* L. under different levels of sodium chloride stress. *International Letters of Natural Sciences* 7, 5-15.
- Tatar, N., Öztürk Y. ve Budaklı Çarpıcı, E. 2018. NaCl ön uygulamalarının farklı tuz seviyelerinde çok yıllık çim (*Lolium perenne* L.)'in çimlenme özellikleri üzerine etkileri. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 5(1): 28-33.
- Turhan, A., Kuscü, H. and Seniz, V. 2011. Effects of different salt concentrations (NaCl) on germination of some spinach cultivars. *The Journal of Agricultural Faculty of Uludag University*, 25 (1): 65-77.
- Türk, M and Eser, Ö. 2016. Effects of salt stress on germination of some silage maize (*Zea mays* L.) cultivars. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*, Vol. LIX., 466-469.
- Uddin, M.K. and Juraimi, A.S. 2013. Salinity Tolerance Turfgrass: History and Prospects. Review Article. Hindawi Publishing Corporation *The Scientific World Journal* Volume 2013.
- Uddin, M.K., Juraimi, A.S. Ismail, M.R. Othman, R. and Abdul Rahim, A. 2009. Growth response of eight tropical turfgrass species to salinity. *African Journal of Biotechnology*, 8, (21): 5799-5806, 2009.
- Zabihi-e-Mahmoodabad, R., Jamaati-e-Somarin, S., Khayatnezhad, M. and Gholamin, R. 2011. The study of effect salinity stress on germination and seedling growth in five different genotypes of wheat. *Advances in Environmental Biology*, 5 (1): 177-179.
- Zamani, S., Nezami, M.T., Habibi, D. and Khorshidi, B. 2010. Effect of quantitative and qualitative performance of four canola cultivars (*Brassica napus* L.) to salinity conditions. *Advances in Environmental Biology*, 4(3): 422-427.



Türkiye İpekböcekçiliğinde Kadının Rolü ve Önemi^A

Ümran ŞAHAN¹, Şule TURHAN^{2*}

Öz: Türkiye, ipekböceği yetiştiriciliğinde 1500 yıllık tarihi bir geçmişe sahiptir. İpekböcekçiliği dünyada, emek yoğun üretim yapan tarımsal temelli kırsal sanayilerden biridir. Sektörde kadın işgücü önemli bir rol oynamaktadır. Bu araştırma, ipekböcekçiliğinde kadın işgücünün önemi ve rolünün belirlenmesi amacı ile yürütülmüştür. Bu amaçla, Bursa'nın Büyükşehir İlçesi ve Bolu'nun Göynük İlçesi'nde 8 damızlık koza üreticisi ile yüz yüze görüşülerek anket yapılmıştır. Ayrıca ipekböceği yumurta üretiminde çalışan genç kız-kadın çalışanların yaş ve eğitim düzeylerine ait bilgiler Kozabirlik'ten elde edilmiştir. Araştırma sonuçları; ipekböcekçiliği yetiştiriciliğinde kadın işgücünün oranının (%66,77) erkek işgücü oranından daha yüksek olduğunu göstermiştir. Yaprak kıyma, larva besleme, yatak temizliği, askıların hazırlanması, koza hasadı ve temizlik aşamaları kadınlar tarafından yapılmaktadır. Dut ağaçlarının bakımı, budaması ve dezenfeksiyon işlemi haricinde kadın işgücünün rolü ve önemi büyüktür. İpekböceği yumurta üretim aşamasında tamamen kadınlar çalışmakta olup bunların büyük bölümü Kozabirlik'in geçici kadrosunda yer alan mevsimlik işçilerdir. Bunların % 69.4'ü lise öğrenimine devam etmekte, % 10.9'u da önlisans-lisans eğitimi almaktadır. Ayrıca 'Bursa İpeği Hayat Buluyor' projesi kapsamında kozadan ipek çekimi aşamasında 35 kadın işçi çalışmaktadır. Elde edilen ipeklerden köylerde kadınlar tarafından ipek halı dokunarak yüzlerce kadına istihdam yaratılmaktadır. Kadın işgücü ipekböcekçiliğinin tüm üretim aşamalarında yaklaşık %90'lık bir oranla aktif rol almakta, hem ülke ekonomisine hem de kırsal kalkınmaya önemli katkılar sağlamaktadırlar.

Anahtar Kelimeler: İpekböcekçiliği, Bursa, kadın işçi, işgücü.

^A Bu makale kapsamında uygulanan anket formu için Bursa Uludağ Üniversitesi Araştırma ve Yayın Etik Kurulları (Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırma ve Yayın Etik Kurulu)'ndan 03.06.2020 tarih ve 2020-03 oturum sayısı kararıyla onay alınmıştır.

* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** ² Şule TURHAN, Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Bursa, Türkiye, sbudak@uludag.edu.tr, [OrcID 0000-0001-9155-8170](https://orcid.org/0000-0001-9155-8170)

¹ Ümran ŞAHAN, Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Bursa Türkiye. umran@uludag.edu.tr, [OrcID 0000-0002-4912-0551](https://orcid.org/0000-0002-4912-0551)

The Role and Importance of Woman in Sericulture in Turkey

Abstract: Turkey has a historical background of 1500 years in sericulture industry with experience and traditional technologies. Sericulture is one of the important labour intensive agro-based rural industries in the world. Women play a very crucial role in the sericulture industry. The target of this research is to determine the importance and role of the female labor in sericulture. For this purpose, a face to face questionnaire was conducted with 8 breeding cocoon producers in Büyükşehir District in Bursa and Göynük District in Bolu. In addition, the data on the age and education level of female employees was obtained from Kozabirlik. The results show that the ratio of female labor in silkworm breeding is higher than male labor with 66.77%. In silkworm rearing, women perform leaf-cutting, larvae feeding, bed cleaning, prepare cocooning frames, cocoon harvesting and cleaning in silkworm rearing. Except for the maintenance, pruning and disinfection of mulberry trees, the role and importance of the female labor is high. In silkworm egg production stages, almost all the employees are women and they are employed as seasonal workers by Kozabirlik. 69.4% of them, continue their high school education and 10.9% of them are going through their associate-degree educations. In addition, within the scope of the 'Bursa Silk comes back to life' project, 35 women workers work at the silk drawing stage from the cocoon. Employment is being produced in villages for hundreds of women, by producing silk carpet by using self-produced silk. The female labor has an active role in all of the stages of silkworm production with a percentage of about %90, and they provide a big contribution to both rural development and country economy.

Keywords: Sericulture, Bursa, women worker, labour.

Giriş

M.Ö. 2600'dan beri yetiştirilen ve günümüze kadar önemini koruyarak gelmiş olan ipekböceği, binlerce yıldır dokuma sanayinin en değerli, en pahalı doğal hammaddesi olan ipeği bizlere sunmaktadır. Ülkemiz için milli, tarihi, kültürel ve ekonomik değerlere sahip ipekböcekçiliği inişli-çıkışlı dönemler geçirmesine rağmen geleneksel ve yardımcı bir tarımsal faaliyet olarak varlığını sürdürmekte olduğu için özellikle kırsal alandaki gizli işsizliğin önlenmesi açısından desteklenmesi büyük önem taşımaktadır (Şahan, 2011). İpekböceklerinin ilk defa kültüre alındığı ve bunların ürünü olan kozalarından ipek çekildiği yer Çin'dir. Akdeniz Bölgesi'nin doğusundan, Eski Çin uygarlığına kadar Asya'yı bir uçtan bir uca geçen kervan yoluna "İpek Yolu" adı verilmektedir. Bursa İli özellikle Bizanslılar döneminde ve Osmanlı İmparatorluğu zamanında uluslararası ticaret merkezi konumundadır. Ayrıca ipeği ile ünlü bir şehirdir (Şahan, 2011).

İpekböcekçiliği Anadolu'ya ilk defa 552 yılında Bizans imparatorluğu zamanında girmiştir. Öncelikle Bursa ve çevresine daha sonra da Marmara Bölgesi'ne yayılmıştır. Anadolu'da ve Bursa'da 15. ve 16. yy. da mal alışverişi başlamış ve İran, Hindistan ve Çinli tüccarların uğrak merkezi haline gelmiştir (Anonim, 2008, Peker, 2013, Şahan, 2013, Yurtoğlu, 2017). Bursa merkez olmak üzere Anadolu'da ipekli dokuma 14. yüzyılda

başlamış, özellikle 16. yüzyılda Bursa’da “kadife”, “kemha” ve “tafta” adıyla dokunan kumaşların dünyanın birçok ülkesi tarafından talep edildiği bilinmektedir. 1800’lü yıllarda ipekli dokuma Anadolu’da en üst seviyeye ulaşmış ancak Fransa’da başlayan Pebrin hastalığı Avrupa, Anadolu ve Ortadoğu’yu olumsuz etkilemiştir. Ayrıca Süveys Kanalı’nın açılması Çin ve Japon ipeğinin batıya ulaşımını kolaylaştırdığı için Osmanlı İpeği’ne ilgi azalmıştır (Şahan ve Kara, 1996, Anonim, 2008, Şahan, 2011). 1888 yılında Bursa’da Harir Dar-ül Talimi Okulu’nun açılması ile pebrin hastalığından arı yumurta üretimi sonucu yapılan üretimle ipekböcekçiliği altın çağını yaşamış ve ham ipek üretimimiz 1910 yılında bugüne kadar elde edilen en yüksek değer olan 1970 tona yükselmiştir (Şahan ve Karagözlüoğlu, 2009, Günay, 2013). Türkiye’de 1990 yılına kadar yıllık ortalama 2000 ton olan yaş koza ve 300 ton olan ham ipek üretimi Çin’in 1989 yılında ham ipek fiyatlarında indirim yapmasının ardından yaş koza fiyatı 4.40 \$’dan 1.95 \$’a gerilemiş ve mağdur olan üreticilerin büyük çoğunluğu dut ağaçlarını sökmüşlerdir. Ardından üretimi etkileyen diğer faktörlerle birlikte koza üretimi 1990-2001 arasındaki 11 yılda yaklaşık %98 oranında azalmıştır. Kozabirlik’in yoğun çabaları ve devletçe verilen büyük desteğin devamlılığı sayesinde yaş koza üretimi azalma göstermekle birlikte üretim devam etmektedir.

Türkiye’nin hemen hemen tüm bölgeleri ipekböceği yetiştirmeye ve koza üretmeye uygun fiziksel koşullara ve iklimsel özelliklere sahiptir. İpekböceği yetiştirmede gerekli malzemeler son derece basit ve ucuz olup, yeni çıkmış ipekböceği larvaları ücretsiz olarak Kozabirlik tarafından sağlanmaktadır. Damızlık kozalar ortalama askıya çıkma tarihinin 8. gününde üreticiler tarafından hasat edilerek Kozabirlik yetkililerince üreticilerden teslim alınarak Bursa Tarım İl Müdürlüğü kampüs alanında bulunan ipekböceği yumurta üretim tesislerine nakledilmektedir. Her üretim döneminin sonunda yumurta üretiminin ön aşamaları, Bursa ve yakın köylerden gelen kadınların iş gücüyle gerçekleştirilerek saf ve ortalama 5000-6000 kutu hibrit ipekböceği yumurta üretimi yapılmaktadır. Koza ürününün destekleme kapsamında olması ve kısa bir sürede (35-40 gün) elde edilebilmesi, diğer tarımsal faaliyetlerin işgücü gereksiniminin az olduğu zamanda yapılabilmesi ve düşük gelirli küçük aile işletmelerine ek gelir sağlaması önemli ayrıcalıklardandır (Şahan, 2011, Roy ve Sarkar, 2015). Günümüzde ülkemizde ve dünyada tüketiciler bilinçlenmiştir. Bu nedenle organik ürünlere olan talep artmıştır. Zaman içerisinde bu talebin daha da artacağı düşünülmektedir. İpekböceği üretimi çevreye zarar vermemektedir. Bu nedenle önemi gittikçe artmaktadır. Özellikle kadın işgücünün ağırlıklı olarak değerlendirilmesi ülkemizde olduğu gibi ipekböcekçiliğinin yoğun yapıldığı ülkelerde çok önemli bir alan oluşturmaktadır. Kadınların titiz ve özenli çalışması, bu özelliklerin gerekli olduğu ipekböcekçiliği sektörünün her aşamasında kadınlar için istihdam yolları açmış ve kadınların söz hakkına sahip olmalarını sağlamıştır (Pillai ve Shanta, 2011).

İpekböcekçiliğinde üretim genellikle evlerde yapılmaktadır. Türkiye’de kadınlar bu üretim dalında etkin rol oynamaktadırlar. Kadın işgücünün kırsal kalkınmada kullanılmasında ipekböcekçiliği çok önemli bir faaliyet alanı olarak görülmektedir (Gürbüz ve Bayar, 2019, Nisar ve ark., 2012).

İpekböcekçilik farklı faaliyetlerden oluşmaktadır. İlk olarak tarımsal faaliyetlerle başlayan dut yetiştiriciliği, ipekböceği yumurtası üretimi, larva besleme, koza üretim ve hasadı ve ardından tekstil sanayisini de içine alarak ipek ve ipekli ürünler üretimi (büküm, çözü, boyama, baskı, ipek kumaşın terbiyesi, dokuma) gibi birbirine bağlı işlemlerden oluşan oldukça uzun bir üretim zinciri oluşturur. Bu üretim zincirinde öncelikle kırsal alanda ve ardından sanayide binlerce kişiye iş imkanı yaratılmaktadır (Savithri ve ark. 2013, Bharathi, 2016). Üretilen

her kg ham ipek 11 kişiye kadar istihdam yaratmaktadır ve genel olarak ipekböceği yetiştiriciliğinde çalışanların 6 kişiden fazlası kadındır (Lakshmi and Chandrashekharaiah, 2007). Kırsal nüfusa istihdam ve gelir sağlaması ve özellikle ipekli ürünlerin ihracı ile döviz kazandırması nedeniyle ipekböcekçilik ülkelerin ekonomik gelişiminde çok önemli bir rol oynamaktadır. Yaş koza mamul madde haline gelinceye kadar yaklaşık 14 kat katma değer artışı sağlamaktadır (İnalçık, 2013, Şahan ve Karagözoğlu, 2009).

İpekböceği yetiştirmede en önemli aşama yumurta üretimidir. Ticari koza üretimi Türkiye'nin birçok bölgesinde yapılmakla birlikte damızlık koza ve yumurta üretimi 1888 yılında kurulan "Harir Darüf Talimi" adlı okulun eğitime başlayarak uzman yetiştirmesinden itibaren Bursa'da yapılmaktadır. Türkiye kendi ipekböceği yumurtasını Pastör tarafından geliştirilen yöntemle göre pebrin hastalığından arı olarak üretmektedir. Üretimi elinde mevcut 4 saf hattan elde ettiği yumurtalar ile sağlayan Türkiye, dünyada ipekböceği yumurtası üretebilen 7 ülkeden birisidir (Şahan ve Akbaba, 2020).

Çalışmanın giriş bölümünde Anadolu'da ipekböcekçiliğinin tarihsel gelişimine değinilmiştir. Daha sonraki bölümlerde ipekböceği yetiştiriciliğinin her aşamasında kontrol edilen damızlık koza yetiştiricileri örneklenmiştir. İpekböceği yetiştiriciliği, ardından damızlık kozaların elde edilmesi aşamasında, sonrasında saf ve hibrit yumurta üretiminde ve Bursa köylerinde hayata geçirilen ipek halı dokumasında kadın istihdamı ve demografik özellikleri yapılan anketlerle ortaya konularak sonuçlar yorumlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Araştırma materyalini üreticiler ile yüz yüze yapılan anketlerden elde edilmiş veri seti oluşturmaktadır. Öncelikle konu ile ilgili ulusal ve uluslararası düzeyde yapılmış çalışmalar incelenerek araştırmanın giriş bölümü olan teorik kısmı oluşturulmuştur. Araştırmanın ikinci bölümünde ise saha çalışmasının sonuçlarına yer verilmiştir. Araştırmanın;

1. Bursa'nın Büyükşehir İlçesi'nde 2, Bolu'nun Göynük İlçesi'nde 6 üreticinin,
2. Bursa Koza Tarım Satış Kooperatifleri Birliği (Kozabirlik)'nin kayıtlarından ulaşılan 137 kadın işçinin ve
3. Bursa Büyükşehir Belediyesi'nin desteklediği 'Bursa İpeği Hayat Buluyor' projesi kapsamında çalışan 35 kadın işçiden elde edilen veriler materyal olarak kullanılmıştır.

Yöntem

İpekböceği Türkiye'nin her yerinde yetiştirilebilmesine karşın damızlık koza üretimi başta Bursa, Bolu ve Eskişehir illerinde yapılmaktadır. Çalışmanın damızlık koza üretimi ile ilgili bölümü, Bursa'nın Büyükşehir İlçesine bağlı Örencik köyü ve Bolu'nun Göynük İlçesi'nde Kozabirlik'in anlaşmalı olduğu tecrübeli üreticiler ile yürütülmüştür. Bu yerlerin seçiminde tarımsal üretimin ve dolayısı ile tarımsal ilaç kullanımının az olması göz önüne alınmıştır. Damızlık ipekböceği yetiştiriciliği yapan üreticiler her hafta en az iki kez kontrol edilerek

verim ve kaliteyi etkileyen bakım ve çevre koşullarının optimal olması sağlanmıştır (Krishnaswami et al.,1973). Çalışmada, 2 ayrı yörede damızlık koza üretimi yapan üreticilere tam sayım metodu uygulanarak (Sarkar ve ark., 2017, Ray ve Mandal, 1997) 8 kadın üretici ile anket yapılmıştır. Kadın işgücünün sektördeki yeri ve önemini ortaya koymak amacıyla iki aşamadan oluşan (Demografik veriler ve işgücünün oransal dağılımı) anket formu hazırlanmış ve 2019 yılının Mayıs- Haziran aylarında üretim işletmelerine gidilerek yüz yüze görüşmeler sırasında anketler uygulanmıştır. Anket sorularına verilen yanıtlardan damızlık koza üreticilerinin demografik yapıları ve üretim aşamasında kadın işgücünün rolü incelenmiştir. Bunun yanı sıra aynı yılın Temmuz ayında Kozabirlik'in ipekböceği yumurta üretim işletmesinde sigorta kapsamında çalışan kadın işçiler tam sayım yöntemi ile ziyaret edilerek çalışmaları izlenmiş, yaş ve eğitim durumlarına ait veriler Kozabirlik'ten elde edilmiştir (Çizelge 3 ve 4). Araştırma kapsamında uygulanan anket formu için Bursa Uludağ Üniversitesi Araştırma ve Yayın Etik Kurulları (Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırma ve Yayın Etik Kurulu) 'ndan 03.06.2020 tarih ve 2020-03 oturum sayısı kararıyla onay alınmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Damızlık koza üretiminin yapıldığı işletmelerin demografik özelliklerine ait saptamalar Çizelge 1 'de verilmiştir.

Çizelge 1. İşletmelerin demografik özellikleri

İşletme Sahibinin Cinsiyeti	Yüzde (%)	İşletme Sahibinin Medeni Durumu	Yüzde (%)
Kadın	12.5	Evli	87.5
Erkek	87.5	Bekar	12.5
İşletme Sahibinin Yaşı		İşletme Sahibinin Eğitim Durumu	
25 ve altı	12.5	İlköğretim	62.5
26-35	-	Lise	37.5
36-45	25	Lisans	-
46-55	50	Lisansüstü	-
55 ve üzeri	12.5		

Çizelge 1'in incelendiğinde işletmelerde işletme sahiplerinin çoğunluğunun erkek (%87.5) ve evli (%87.5) olduğu görülmektedir. Dul ya da Kozabirlik ile üretim sözleşmesi yapmış kadınların oranı ise %12.5 dur (Çizelgede dul değil, bekar yazıyor.). Araştırmaya katılanların yaş dağılımlarını incelediğimizde ise %50 lik bir oranla (46-55 yaş ortalaması) en yüksek oranın orta yaş grubu olduğunu söyleyebiliriz. Araştırmaya katılmış işletme sahiplerinin yarısının (%50) orta yaş grubunda (46-55 yaş) olduğu belirlenmiştir. Orta yaş grubunu %12.5'lik bir pay ile 36-45 arası yaş grubu izlemiştir. Köylerde çok genç nüfusun eğitim ve çalışma için şehirlere kaydığı göz önüne alındığında (Gürbüz ve Özkan 2020), araştırmaya konu olan işletmelerde nüfusun köy nüfusu yaş ortalamasına göre nispeten genç olduğunu göstermektedir. Üretimin yılda 5-8 kez yapılabildiği Hindistan'da, ipekböceği yetiştiriciliğinde 30 yaşın üzerindeki kadınların oranı %98, erkeklerin oranı ise %95'dir. Ayrıca kız çocukların işgücüne katkıları erkek çocuklarınkinden iki kat daha fazladır (Roy ve

Sarkar,2015).Türkiye’de ipekböceği yetiştirme sezonu çocukların okul dönemi (ikinci sömestre) ile çakışması nedeniyle çocukların üretime katkısı çok düşük olup, sadece annelerine böcek besleme sırasında yardım etmekle sınırlı kalmaktadır.

Anket kapsamında ayrıca katılımcıların eğitim seviyeleri incelenmiştir. Çalışma alanına üreticilerin eğitim seviyeleri incelendiğinde yarıdan fazlasının (%62.5) ilköğretim, geriye kalan %37.5’inin ise lise mezunudur (Çizelge 1). Bu konuda yapılan çoğu çalışmada eğitimin iş gücüne katılımı üzerinde pozitif etkisinin olduğu vurgulanmıştır (Psacharopoulos and Tzannatos, 1989; Mammen and Paxson, 2000; Vlasblom and Schippers, 2004; Karabıyık, 2012; Dayıoğlu ve Kırdar, 2010). Ancak kırsal bölgelerde bu oran tersine yorumlanmaktadır. Bu bölgelerde kadınlar aslında tarımın içinde eşleri ile beraber yer alıp emeklerini değerlendirmelerine rağmen çiftçiliği meslek olarak görmemekte hatta çalıştıkları için eğitimlerini yarım bırakmaktadırlar. Ancak tarımsal üretime katkı veren kadınların gerek üretim sürecinde gerekse kırsal kesimin sosyal ve politik yaşamındaki rolü ve katkıları göz ardı edilmemelidir. Kırsal kesimde yaşayan kadınlar, tarımsal üretime en az erkekler kadar hatta daha da fazla katkı sağlayan önemli bir emek gücünü oluşturmaktadır.

Kadınlar ipekböcekçiliği faaliyetlerinde önemli bir rol oynadığından, üretimde eşit fırsat sağlayarak özellikle ekonomik yönden kadınlara avantaj sağlamaktadır (Geetha ve Indira, 2011). İpekböcekçiliği hem tarım (ipekböceği) hem de endüstrinin faaliyetlerini birleştiren emek-yoğun sektörlerden biridir. Özellikle kırsal kesimlerde yaşayan ve diğer tarımsal üretim faaliyetlerinin az olduğu bölgelerde kadınlara istihdam oluşturmaları ve ek gelir yaratması açısından önem taşımaktadır. (Best and Maier, 2007; Bhatta and Rao, 2003; Vijayanthi, 2002). Bu çalışma, ülkemizde öncelikle kadınların ipekböceği yetiştirme faaliyetine karar vermede etkin olduğunu göstermiştir. Türkiye’de ipekböcekçiliği yılda bir kez ilkbahar döneminde yapıldığı için üreticilerin büyük bölümü evlerinde boşaltıp hazırladıkları odalarda yapılan ev merkezli bir üretim olduğu için kadınların kararı önem taşımaktadır (Nisar ve ark., 2012). Çizelge 2’de ipekböcekçiliği yetiştiriciliğinde kadın ve erkek işgücünün oransal dağılımı verilmiştir.

Çizelge 2’den de görüleceği üzere yetiştiricilik aşamalarının çoğunda kadın üreticiler aktif olarak çalışmaktadır. İpekböceği yetiştiriciliğinin tüm aşamaları değerlendirildiğinde işlerin %66.77 sinin kadınlar, %33.23 ün ise erkekler tarafında yapıldığı görülmektedir. Özellikle uzmanlık ve titizlik gerektiren genç ipekböceği devresinde kadınların hassas bakımıyla bu dönem gereği gibi tamamlanabilmektedir. Erkekler ülkemizde yaşlı ve yüksek boylu olan dut ağaçlarının budanması ve dezenfeksiyon işlemleri dışındaki faaliyetlerde sadece küçük katkılarla üretim sürecine katılmaktadırlar. İpekböcekçiliğinin yoğun olarak yapıldığı diğer ülkelerde de yetiştiriciliğin tüm aşamalarındaki kadın emeğinin payının % 60 olduğu bildirilmektedir (Kasi, 2011.; Sakar ve ark., 2017; Bukhari et al., 2019.). İpekböceği yetiştiriciliğinde ülkemizde kadınların emek ve katkıların daha yüksek olduğu görülmektedir.

Çizelge 2. İpekböcekçiliği yetiştiriciliğinde kadın ve erkek işgücünün oransal dağılımı

Üretim Aşamaları	Kadın (%)	Erkek (%)
Genç ipekböceklerinin (1., 2., 3. yaşlar) beslenmesi	88.75	11.25
Olgun yaştaki ipekböceklerinin (4. ve 5. yaşlar) beslenmesi	63.75	36.25
Yaprakların toplanması, sıyırılması ve saklanması	51.25	48.75
Yaprakların kıyılması	88.12	11.88
Böcek besleme yerinin (yatağının) temizliği	70.00	30.00
Uyku döneminde bakım, kireç uygulaması	88.12	11.88
Askıların yapımı yerleştirilmesi ve askı döneminde bakım	66.87	33.13
Koza hasadı	80.62	19.38
Besleme odalarının temizliği	97.50	2.50
Badana ve dezenfeksiyon	16.25	83.75
Dut ağaçlarının bakımı ve budama	23.12	76.88
GENEL TOPLAM (%)	66.77	33.23

Üreticilerin damızlık kozaları elde etmesinin ardından Kozabirlik tarafından üreticilerden direk teslim alınarak yumurta üretim işletmesine getirilen kozalar; saf ve hibrit ipekböceği yumurtası üretimi için birçok işlemde geçirilmektedir: kozaların kesimi ve krizalitlerin erkek ve dişi olacak şekilde ayrılması, çıkan kelebeklerin toplanması, ardından ırklar arasında ve ırklar içinde yapılan kelebeklerin çiftleştirilmesi işlemleri çizelge 3 ve 4’de demografik özellikleri tanımlanan sözleşmeli kadın işçiler tarafından gerçekleştirilmektedir. Yumurta üretiminin diğer aşamaları da Kozabirlik’in daimi kadrosunda yer alan kadın işçilerin çalışması ile tamamlanmaktadır. Çizelge 3’de ipekböceği yumurta üretiminde istihdamı sağlanan toplam 137 genç kız ve kadına ait yaş dağılımları verilmiştir Yumurta üretiminde çalışan kadınlara asgari ücret ödenmekte, sosyal güvenlik haklarından yararlanabilmektedirler. Dünyada sadece 7 ülkede gerçekleştirebilen ipekböceği yumurta üretiminde de kadınların istihdamının önemli olduğu bilinmektedir. Nitekim, Usha Rani (2007), koza kesme, cinsiyet ayrımı ve yumurtaların kuluçka işlemlerinin sadece kadın emeği ile yapıldığını bildirmektedir.

Çizelge 3. İpekböceği yumurta üretim aşamalarında çalışan kadın işçilerin yaş dağılımları

Yaş	Sayı	%
-20	50	36.5
21-40	55	40.1
41-60	32	23.4
60-	-	-

Çizelge 4’de görüleceği üzere, lise ve üniversite mezunu kızların oranı %70 den fazla olup, bu sayede kızların sosyal güvenlikleri de başlatılmış olmaktadır. Üretim öncesinde önce kadınlar sağlık kontrolünden geçirilmekte ve kadınlara iş güvenliği eğitimi verilmektedir. Özellikle tecrübe gerektiren cinsiyet ayrımında çalışan kadınlar eğitim almış ve çoğunlukla uzun yıllar bu aşamada görev almışlardır.

Çizelge 4. İpekböceği yumurta üretim aşamalarında çalışan kadın işçilerin eğitim düzeyleri

Eğitim	Sayı	%
İlköğretim	27	19.7
Lise	95	69.4
ÖnLisans-Lisans	15	10.9

Bursa Büyükşehir Belediyesi tarafından Bursa ipeğini yeniden canlandırmak için 2013 yılında ‘Bursa İpeği Hayat Buluyor’ projesi başlatılmıştır. İlk olarak 1790 yılında kurulan ve kuruluşunda 270 kişinin istihdam edildiği Muradiye İpek Fabrikası bu proje kapsamında yeniden üretime başlamıştır. Projenin ikinci kısmında ise tarihi ipek dokuma fabrikası, Umurbey İpek Üretim ve Tasarım Merkezi olarak hizmete açılmıştır. Bursa’nın en fazla göç veren dağ ilçeleri ile İnegöl’ün İhsaniye Köyü’nde dut yetiştiriciliğinin yaygın olduğu 16 noktaya dokuma atölyesi kurulmuştur. Böylece üretilen ipek, dokuma eğitimi alan köylü kadınlar tarafından halılara dönüşmeye başlamıştır. Kozadan ipek çekimi geleneksel yöntemlerle 35 kadın tarafından yapılmaktadır. Çekilen bu ipeğin boya ve pişirme işlemleri Büyükşehir Belediyesi tarafından Bursa’daki bir boyahanedeki yapıldıktan sonra elde edilen ipekler yine belediye tarafından Bursa’nın 16 köyünde kurulan atölyelerde ipek halının iç ve dış talebine bağlı olarak ortalama 400 kadın işçi tarafından halı olarak dokunmaktadır. Bu kadınların yaklaşık %60’ı 18-50 yaş arasında, çoğunluğu ilkököl mezunu olup dokudukları ipek üzerinden ücret almaktadırlar. Bu kadınlar aynı dönemde gerek kendi gerekse diğer işletmelerde çalışıp bu işlerin hafiflediği dönemlerde atölyedeki halı dokumalarını sürdürmektedirler. Halı dokuma işlemi ortalama 4-6 ayda tamamlanmaktadır.

Sonuç

Bu çalışmada, ipekböceğinin kırsal alandaki kadın istihdamına olan katkısı ve önemi belirlenmeye çalışılmıştır. İpekböceği üretimi; Türkiye gibi işgücünün yoğun olduğu ülkeler için çok uygun olup ek gelir sağlayarak kırsaldan kente göçü azaltacak önemli bir iş koludur. Hindistan gibi ipekböceği üretiminin yoğun olduğu ülkelerde yılda birden fazla yetiştiricilik yapılabildiği için ipekböcekçiliği asıl geçim kaynağı olan bir tarımsal üretimdir. Kadınların öncü olduğu bu bölgelerde örnek köyler rol model olarak kullanılmıştır (Kasi, 2013). Kadınların eğitimi ve bazı konularda uzmanlaşarak kendilerine ve çevrelerine katkı sağlamaları toplumların gelişmesinde önemli rol oynamaktadır. Metha ve Sethi tarafından 1997 yılında yapılan bir araştırmada kadınlar, dünya nüfusunun yüzde ellisinden fazlasını, işgücünün üçte birini ve tüm çalışma saatlerinin yaklaşık üçte ikisini gerçekleştirmektedirler. Ancak birçok ülkede kadınlar çoğunlukla örgütlenmemiş sektörlerde çalışmaktadırlar. Bu daha çok tarımsal faaliyetler için geçerlidir. İpekböcekleri, dünyada emek yoğun tarımsal endüstrinin önemli potansiyellerinden biridir. Bu nedenle de kadınların bu sektörde çok önemli bir rol oynaması doğaldır. Kadınların sabrı, azmi, özenli tutumu ve yeni teknolojilere adaptasyonu, ipekböceği ve ipek üretimindeki faaliyetlerde onları daha baskın hale getirmiştir. Bu çalışma, kadınların ipekböceği üretiminde, dut yetiştiriciliğinden İpek dokumaya, yaklaşık% 90 oranda aktif rol aldıklarını ve başarılı olduklarını ortaya çıkarmıştır.

Teşekkür Bilgi Notu

Bu çalışmanın yürütülmesinde verdikleri katkı ve destekler için Kozabilik yetkililerine teşekkür ederiz. Bu makale kapsamında uygulanan anket formu için Bursa Uludağ Üniversitesi Araştırma ve Yayın Etik Kurulları (Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırma ve Yayın Etik Kurulu) 'ndan 03.06.2020 tarih ve 2020-03 oturum sayısı kararıyla onay alınmıştır. Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır. Yazarlar çalışmaya ortak katkı sağlamış ve yazarlar arasında her hangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynakça

- Anonim. 2008. The Pearl of The Bursa Bazaar- Kozahan. İstanbul.
- Anonim 2019, Dış Ticaret Müsteşarlığı, 2019. Kuru Koza, İpek Halı, İpek ve İpek Ürünleri İthalat – İhracat Değeri
- Bhatta, R. ve Rao, K.A. 2003. Women's Livelihood in Fisheries in Coastal Karnataka, India. *Indian Journal of Gender Studies*, 10: 261-278
- Best, M.L. ve Maier, S.G. 2007. Gender, Culture and ICT use in Rural South India. *Gender Technology and Development*, 11: 137-155.
- Bharathi, 2016. Sericulture Industry in India - A Source of Employment Generation. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science (IJAERS)*, 3(10): 144-147.
- Dayıoğlu, M. ve Kırdar, M.G. 2010. Türkiye'de Kadınların İşgücüne Katılımında Belirleyici Etkenler ve Eğilimler, *T.C. DPT ve Dünya Bankası Refah ve Sosyal Politika Analitik Çalışma Programı Çalışma Raporu* 5: 34.
- Geetha, G.S. ve Indira, R. 2011. Silkworm Rearing by Rural Women in Karnataka: A Path to Empowerment. *Indian Journal of Gender Studies*, 18: 89-102.
- Günay, N.A. 2013. Yavuz Sultan Selim'in İpek Ambargosu. *Bursa'da Yaşam Dergisi*, 12: 166-173.
- Gürbüz, B. ve Bayar F. 2019, Knowledge Management System for Agriculture; A Case Study from Bursa Province, *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 33(1): 1-13.
- Gürbüz, I.B. ve Ozkan. G. 2020. Integrated Environmental Impact and Risk Assessment In Rural Women Entrepreneurs Environmental Science and Pollution Research. DOI: 10.1007/s11356-020-08753-w
- İnalçık, H. 2013. Osmanlı ve Modern Türkiye, -Araştırmalar-. *Timaş Yayınları*. İstanbul. s.328.
- Karabıyık, İ. 2012. Türkiye'de Çalışma Hayatında Kadın İstihdamı, *Marmara Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi Yıl 2012, XXXII, (I): 231-260.*
- Kasi E., 2013. Role of Women in Sericulture and Community Development: A Study from a South Indian Village, *SAGE Open July-September 2013* pp.1–11.

- Krishnaswami S., Narasimhanna MN. Suryanarayan SK. Kumararaj S.,1973. Manuel of Sericulture Silkworm Rearing *FAO Rome* pp.68-71
- Lakshmi, H. and Chandrashekharaiyah. 2007. Identification of breeding resource material for the development of thermo-tolerant breeds of silkworm, *Bombyx mori* L. *Journal of Experimental Zoology, India*, 10: 55-63.
- Mammen, K., and Paxson, C. 2000. Women's Work and Economic Development, *The Journal of Economic Perspectives*, 14(4): 141-164.
- Metha S. Sethi N., 1997. Targetting Women for Developing, *Social Welfare*, 43(10): 14-16.
- Nisar, G., Kamili, A., Baqual, A.S., Sharma, M.F., Dar, R.K. and Khan, I. L. 2012. Indian Sericulture Industry with particular reference to Jammu and Kashmir. *International Journal of Advanced Biological Research*, 2(2): 194-202.
- Peker, E. H. 2013. Bursa İpekçiliginden Bir Kesit. *Bursa'da Yaşam Dergisi*, s.266-273.
- Pillai M. And Shanta, N. 2011 ICT and Employment Promotion Among Poor Women How Can We Make It Happen? Some Reflections on Kerala's Experience. *Indian Journal fo Gender Studies* 18(1446).
- Psacharopoulos, G.,Tzannatos Z. 1989. Female Labor Force Participation: An International Perspective, World Bank Research Observer, *World Bank Group*, 4(2): 187-201.
- Rani U. 2007. Employment Generation to Women in Drought Prone Areas: A Study With Reference to the Development of Sericulture in Anantapur District of Andhra Pradesh. *Journal of Social Science* 14(3): 249-255
- Ray, G.L. and Mondal, S. 1997. Research Method in Social Science and Extension Education, *Naya Prakash, Calcutta*.
- Roy, P. and Sarkar, R. 2015. Work Participation and Income Generation from Sericulture: A Case Study of Alomtola Village of Kaliachak-II Block in Malda District, West Bengal.
- Rukhari R. KourHimpreet K. Aziz A. 2019. Women and the Indian Sericulture Industry, *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 8(5): 857-871.
- Sarkar K., M. Mahasankar, A. Ghosh, 2017, Critical Analysis on Role of Women in Sericulture Industry, *International Journal of Social Science Citation IJSS*: 6(3): 211-222.
- Savithri, G., Sujathamma, P., and Asha, K. V. 2013. Silkworm *Bombyx Mori* an Economic Insect. *International Journal of Science and Research*, 2: 535-537.
- Şahan, Ü. ve Kara, M. 1996. Türkiye İpekböcekçiliğinin Dünü, Bugünü ve Geleceği. *Hayvancılık 96 Ulusal Kongresi*. s.556-563.
- Şahan, Ü. 2011. İpekböcekçiliği, İpekböceği Yetiştirme ve Islahı, Koza Üretimi, Ham İpek, Yumurta Üretimi, Hastalıklar ve Dut Yetiştirme, *Dora Yayınları*, 69(1) Bursa.
- Şahan, Ü. and Karagözlüoğlu, A. 2009. Türkiye İpekböcekçiliği ve İpekçilik Milli Komitesi 2009 Yılı 2. Yürütme Kurulu Toplantı Raporu. pp 1-6.

- Şahan, Ü. 2013. Geçmisten Günümüze İpekböceği Yetiştiriciliği ve İpekçilik. *Bursa'da Yaşam Dergisi*, Aralık: s.40-46.
- Şahan Ü. Akbaba, A. 2020. İpekböceği Yetiştiriciliği, Mevcut Durum, Karşılaşılan Sorunlar ve Gelecek. *Türkiye Ziraat Mühendisliği IX. Teknik Kongresi*. Ankara.
- Vijayanthi, K. N. 2002. Women's Empowerment Through Selfhelp Groups: A Participatory Approach. *Indian Journal of Gender Studies*, 9: 263-274.
- Vlasblom, J.D., Schippers, J.J. 2004. "Increases in Female Labour Force Participation in Europe: Similarities and Differences", Tjalling C. Koopmans Research Institute, Discussion Paper Series 04-12: 1-30.
- Yurtoğlu N., 2017, Cumhuriyet Döneminde Türkiye'de İpekböcekçiliği (1923-1950), *Journal of Modern Turkish History Studies XVII/34* (2017-Bahar/Spring), s. 159-189.



Candida boidinii'nin Farklı Suşlarının Deltamethrini Parçalama Potansiyellerinin *In-vitro* Koşullarda Belirlenmesi^A

Ayşegül YILDIRIM KUMRAL^{1*}, Nabi Alper KUMRAL² Ozan GÜRBÜZ³

Öz: Bitkisel üretimde kullanılan pestisitlerin gıdalarda kalıntılarının azalmasını etkileyen önemli faktörlerden biri de mikrobiyal faaliyetlerdir. Bu çalışmada, zeytin fermentasyonu salamurasından izole edilen *Candida boidinii*'nin yedi farklı suşunun bitkisel üretimde sıkça kullanılan sentetik piretroitli insektisit deltamethrin'i parçalama potansiyeli invitro koşullarda incelenmiştir. Bu amaçla, maya hücrelerinin esteraz enzim aktiviteleri ve deltamethrini karbon kaynağı olarak değerlendirme durumları tespit edilmiştir. Esteraz enzim aktivitesi ve deltamethrini karbon kaynağı olarak değerlendirme potansiyelleri yüksek olan suşların insektisiti parçalama düzeyleri gaz kromatografisi kütle spektrofotometresi (GC-MS) kullanılarak belirlenmiştir. Test edilen yedi suşun ikisinde (CB-1 ve CB-5) hem hücre gelişimi hem de esteraz aktivitesi açısından önemli düzeyde yüksek faaliyet belirlenmiştir. GC-MS kalıntı analizine göre, iki suşun ilk üç günde deltamethrin miktarında başlangıça göre sırasıyla % 41.4 ve 22.5 oranında azalmaya sebep olduğu, maya bulunmayan kontrol grubunda ise bu oranın sadece %11 olduğu tespit edilmiştir. CB-5 suşunda 10 gün içinde önemli düzeyde daha fazla deltamethrin yıkımı (%91) belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre *C. boidinii*'nin farklı suşlarının deltamethrinin parçalanmasında rol oynayabileceği yönünde güçlü kanıtlar ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: Deltamethrin, esteraz, insektisitler, mayalar, parçalanma, sentetik piretroitler.

^A Bu çalışma Bursa Uludağ Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından OUB(Z)-2015/9 nolu proje ile desteklenmiştir. Bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir.

* Sorumlu Yazar/Corresponding Author: ^{1*} Ayşegül Yıldırım KUMRAL, Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa, Türkiye, ayseguly@uludag.edu.tr, [OrcID 0000-0002-3550-7181](https://orcid.org/0000-0002-3550-7181),

² Nabi Alper KUMRAL, Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Bursa, Türkiye, akumral@uludag.edu.tr, [OrcID 0000-0001-9442-483X](https://orcid.org/0000-0001-9442-483X).

³ Ozan GÜRBÜZ, Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa, Türkiye, ozang@uludag.edu.tr, [OrcID 0000-0001-7871-1628](https://orcid.org/0000-0001-7871-1628)

Determination of Deltamethrin Degradation Potentials of Different *Candida boidinii* Strains in *In-vitro* conditions

Abstract: Microbial activities are one of the important factors affecting the reduction of the residues of pesticides used during plant production in foods. In this research, the potential of seven strains of *Candida boidinii* previously isolated from olive fermentation brines for the degradation of synthetic pyrethroid insecticide deltamethrin, commonly used in crop production, was investigated under in-vitro conditions. For this purpose, esterase enzyme activities of yeast cells and evaluation of deltamethrin as a carbon source were determined. Esterase enzyme activity and insecticide degradation levels of strains with high potential to evaluate deltamethrin as a carbon source were determined by using gas chromatography mass spectrophotometer (GC-MS). Two of the seven strains (CB-1 and CB-5) were displayed significant high activity both in terms of cell development and esterase activity. According to the GC-MS residue analysis, it was determined that the two strains caused a 41.4% and 22.5% decrease in the amount of deltamethrin in the first three days, respectively, compared to the initial levels, while this ratio was only 11% in the non-yeast control group. Significant further deltamethrin degradation (91%) was determined within 10 days in CB-5 strain. According to the results obtained, strong evidence has been revealed that the different strains of *C. boidinii* may play a role in the degradation of the deltamethrin.

Keywords: Deltamethrin, esterase, insecticides, yeasts, degradation, synthetic pyrethroids.

Giriş

Son yıllarda bitkisel ürünlerde zararlı organizmalarla mücadele için bazı çevre dostu ve hedefe özel ürünler geliştirilmeye ve kullanılmaya başlansa da, bunların tüm dünya çapında kullanımı halen çok sınırlıdır. Bunun yerine ucuz ve hızlı etki gösteren sinir zehirlerinin kullanımı sıkça tercih edilmektedir (FAO, 2019). Türkiye'nin de dahil olduğu birçok ülkede son 10 yılda organikfosforlu, karbamatlı ve neonicotinoid grubundan birçok sinir sistemini etkileyen pestisitlerin tarımda yasaklanmasıyla beraber, diğer bir sinir zehiri olan sentetik piretroitli kimyasallara olan ilgi ve kullanım miktarı oldukça artış göstermiştir (Anonim, 2020a). Bu kimyasal grupta da en çok tercih edilen etken madde 1980'li yılların başından beri birçok kültür bitkisinde kullanılan deltamethrin'dir (Cycon ve ark., 2014). Etki mekanizması gereği ve hedef organizmada aktivite gösterebilmesi için düşük vücut sıcaklığına ihtiyaç duyması nedeniyle diğer sinir zehirlerine göre memelilere ve diğer sıcakkanlılara daha az zehirli olmaktadır (Simon, 2014). Yine de bu kimyasal grubun yüksek dozlarının insanlarda akut veya kronik olarak hormonal aktivite bozukluklarına, alerjik reaksiyonlara, deri iltihaplarına, lenf nodüllerine, dalak hasarına ve ishale neden olduğu bildirilmektedir (Regueiro ve ark., 2015; Anonim 2020b). Bu nedenle, bu kimyasalın taze meyve ve sebzelerde ve hatta işlenmiş gıdalarda kalıntılarının belirlenen sınır değerlerinin üstünde olmaması istenmektedir. Deltamethrin'in, bulunduğu ortamdaki sıcaklık, asitlik (pH) ve güneş ışığı koşullarına

bağlı olarak 11-72 gün içinde %50 düzeyindeki bir miktarı parçalanabilir. Hatta biyolojik etmenlerin özellikle de bazı mikrobiyal etmenlerin metabolik faaliyetleri ile bu süre çok daha kısalabilmektedir (Roberts ve ark., 1998; Chen ve ark., 2011; Simon 2014). Yine başka bir literatürde laboratuvar koşullarında deltamethrin'in yarılanma ömrününün 28 gün olduğu, yukarıda sayılan dış koşullara bağlı olarak bu sürenin 21 ile 58 gün arasında değiştiği ifade edilmektedir (Wu ve ark., 2006; Anonim, 2020b).

Işık almayan, sıcaklık ve pH değerlerinin değişmediği ortamlarda muhafaza edilen gıdalarda bulunan bu sentetik kimyasalların yıkımında mikrobiyal etmenlerin çok fazla etkisi bulunmaktadır. Bazı bakteri ve maya türlerinin bitkisel veya hayvansal gıdaların fermentasyonu sırasında insektisitleri parçalayabildiği birçok araştırmada ispatlanmıştır (Fatichenti ve ark., 1983, 1984; Misra ve ark., 1996; Cho ve ark., 2009; Islam ve ark., 2010; Zhao ve Wang, 2012; Bajwa ve Sandhu, 2014; Regueiro ve ark. 2015). Fermentasyon süreçlerinde çok önemli rol oynayan ve gıdalarda bulunması istenen *Lactobacillus*, *Leuconostoc* ve *Oenococcus* cinslerine ait bazı laktik asit bakterilerinin birçok sentetik insektisiti esteraz enzimleri ile hidrolize ederek parçaladığı veya karbon/enerji kaynağı olarak kullandığına dair önemli kanıtlar bulunmaktadır (Sogorb ve Vilanova, 2002; Choi ve ark., 2004; Ruediger ve ark., 2005; Maragkoudakis ve ark., 2006; Cho ve ark., 2009; Islam ve ark. 2010; Solmaz ve Ay, 2010; Kumral ve Kumral, 2013; Kumral ve ark., 2020). Benzer olarak, maya türlerinden *Saccharomyces cerevisiae* ve *Debaryomyces* türlerinin bazı insektisitleri fermentasyon süreçleri sırasında yıkıma uğrattığına dair önemli bulgular bulunmaktadır (Peric ve ark., 1980; Fatichenti ve ark., 1983, 1984; Dordevic ve ark., 2013). Bugüne kadar zeytinden izole edilen maya türlerinin insektisit yıkımındaki etkisini gösteren bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Özellikle yerli maya suşlarının ve özellikle bunlar arasından insan sağlığına olumlu olanlarının ortaya konması, ülkemizde sürdürülebilir gıda güvenliğinin sağlanması açısından da önemli bir konudur.

Bu nedenle bu çalışmada zeytin fermentasyonu sırasında daha önce tarafımızdan izole edilen *Candida boidinii* türünün farklı suşlarının esteraz enzim aktiviteleri ve insektisitleri karbon/enerji kaynağı olarak kullanma potansiyellerinin laboratuvar ortamında belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu yolla seçilen suşların deltamethrin'i parçalama kapasitesi *invitro* ortamda Gaz kromatografi - Kütle spektrometrisi (GC-MS) kullanılarak periyodik olarak izlenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Test Mikroorganizmaları

Bu çalışmada, Kumral ve ark. (2013) tarafından Bursa ilinden toplanan Gemlik çeşidi zeytinlerin doğal fermentasyonu sırasında izole edilmiş ve tanısı yapılmış 7 farklı *Candida boidinii* suşu kullanılmıştır.

Kimyasallar

Deltamethrin ([[(S) – cyano - 3-phenoxyphenyl] methyl] (1R,3R) -3- (2,2 - dibromoethenyl) - 2,2 - dimethyl cyclopropane -1- carboxylate) standartı Sigma-Aldrich kimyasal firmasından sağlanmıştır. Denemelerde,

çözünürlüğü sağlamak amacıyla standardın dimetil sülfoksit içerisinde hazırlanmış stok çözeltisi kullanılmıştır (1000 mg L⁻¹). Diğer tüm kimyasallar analitik saflıktadır.

Mikrobiyal Gelişimin Belirlenmesi

Deltamethrinin maya suşları tarafından karbon/enerji kaynağı olarak kullanılma potansiyelini ölçmek amacıyla, standart Yeast Pepton Dekstroz (YPD) broth, hiçbir karbon kaynağı içermeyen Mineral Tuz Ortamı (MSM) ve karbon kaynağı olarak 0.1 g L⁻¹ konsantrasyonunda deltamethrin etken maddesi içeren MSM-DEL ortamları kullanılmıştır (Çizelge 1). Her üç ortamdaki maya hücresel gelişimi periyodik olarak izlenmiştir. Denemede YPD broth'da gelişmeye bırakılan 18-24 saatlik kültürler kullanılmıştır. YPD, MSM ve MSM-DEL ortamlarına aşılacak kültürler karbon kaynaklarından arındırılmak amacıyla 4°C ve 10.000 g'de 10 dakika olmak üzere 2 kez santrifüjlenmiş ve steril fizyolojik tuzlu su çözeltisi ile yıkanmıştır. Steril ortam çözeltileri ile süspansiyon haline getirilen hücrelerden, tüm deney ortamlarına 10⁷ log KOB mL⁻¹ düzeyinde maya hücresi içerecek şekilde aşılama yapılmıştır. Aşılama ortamları 30°C'de inkübasyona bırakılmıştır (Cho ve ark., 2009). Hücresel gelişim düzeyleri 600 nm dalga boyunda absorbans ölçümü yapılarak spektrofotometrik (Bio-Tek Instruments, Winooski, ABD) olarak izlenmiştir. Tüm deneyler üç tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 1. Hücresel gelişimin izlenmesinde kullanılan besi ortamları (Cho ve ark., 2009).

Bileşen (g L ⁻¹)	YPD* broth	MSM*	MSM-DEL*
Pepton	20	0.01	0.01
Maya ekstratı	10	-	-
Glikoz	20	-	-
Potasyum dihidrojen fosfat	-	2.27	2.27
Sodyum dihidrojen fosfat dodekahidrat	-	5.97	5.97
Sodyum klorür	-	1	1
Magnezyum sülfat heptahidrat	-	0.5	0.5
Kalsiyum klorür dehidrat	-	0.01	0.01
Magnezyum sülfat tetrahidrat	-	0.02	0.02
Ferrous sülfat heptahidrat	-	0.05	0.05
Deltamethrin	-	-	0.1

YPD: Yeast Pepton Dekstroz; MSM: Mineral Tuz Ortamı, MSM-DEL: Deltamethrin İçeren Mineral Tuz Ortamı

Esteraz Aktivitesinin Belirlenmesi

Maya suşlarının esteraz aktivitesi Morichi ve ark. (1968) tarafından geliştirilen metot uyarlanarak spektrofotometrik olarak belirlenmiştir. Testlerde YPD broth'da gelişmeye bırakılan 18-24 saatlik kültürler kullanılmıştır. YPD broth'da 30°C'de gelişmeye bırakılan 16-24 saatlik kültürler, 4°C ve 10.000 g'de 10 dakika boyunca 2 kez santrifüjlenerek 0.1 M fosfat tamponunda (pH 7.0) yıkanmış ve aynı tampon içinde (3 mL) süspansiyon edilmiştir. Analiz karışımı olarak, 100 µL maya hücre süspansiyonu, 60 µL 100 mM sodyum fosfat tamponu (pH 7.0), 20 µL α-naftil asetat (10 mM dimetil sülfoksit içinde çözünmüş) ve 20 µL fast blue RR (1.5 g

L⁻¹) boya çözeltisi kullanılmıştır. Analiz karışımlarının birine 100mg L⁻¹ dozunda deltamethrin standardı katılırken, kontrol olarak diğerine sadece deltamethrinin çözöldüğü dimethyl sülfoksit katılmıştır. Kör örneklerde maya kültürü yerine sadece fosfat tamponu kullanılmıştır. Esteraz aktivitesi 23°C'de 60 dk süreyle 500 nm dalga boyunda kinetik olarak Monokromatörlü Mikroplaka Okuyucu (Bio-Tek, Winooski, ABD) kullanılarak belirlenmiştir. Elde edilen absorbans değerlerinin µmol p-nitrofenol dk⁻¹ mg protein⁻¹ olarak ifadesi için ilk önce örneklerdeki protein miktarı Bradford (1976) yöntemi ile tespit edilmiştir. Reaksiyon ürünü olan 1-naphthol'ın standart eğrisi, 500 nm'de Fast Blue RR boya kompleksi kullanılarak 7 farklı konsantrasyona karşılık gelen absorbans değerleri kullanılarak elde edilmiştir. Bu standart eğrinin linear formülü absorbansın dönüşümünde kullanılmıştır (Temizkan ve Arda, 2008). Tüm testler üç tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.

Deltamethrin Parçalanma Düzeylerinin Belirlenmesi

Mikrobiyal gelişme ve esteraz aktivitesi testlerinin sonuçlarına göre, en yüksek potansiyele sahip iki suş (CB-1 ve CB-5) ile deltamethrin parçalanma düzeyleri test edilmiştir. Bu amaçla hiçbir karbon kaynağı bulunmayan MSM ortamına 10⁷ log KOB L⁻¹ düzeyinde olacak şekilde maya hücresi ve 100 mg L⁻¹ dozunda deltamethrin standardı katılmıştır. Kontrol grubu olarak ise MSM ortamına aynı dozda deltamethrin katılırken maya kültürü eklenmemiştir. Deltamethrin'deki kalıntı miktarındaki değişimler 0., 3., 7., 10. ve 14. günde GC-MS metodu kullanılarak belirlenmiştir. Deltamethrinin ekstrasyonu ve saflaştırmasında Aksu (2007)'nin sıvı örneklerde kullandığı metot kullanılmıştır. Kısaca, 5 mL MSM ortamına 5 mL acetonitrile-dichloromethane (1:1, v/v) katılmış ve üzerine 2 g susuz MgSO₄ ve 0.25 g NaCl eklenmiştir. Karışım 2 dakika boyunca vortekste sertçe çalkalanmış ve daha sonra 5 dakika 7000 g'de santrifüjlenmiştir. Elde edilen süpernatanttan 2 mL çekilip, üzerine 0.15g MgSO₄ eklenmiştir. Bu karışımda 2 dakika boyunca vortekste sertçe çalkalandıktan sonra 5 dakika boyunca 7000 g'de santrifüje tabi tutulmuştur. Elde edilen üst fazdan GC-MS cihazına (Perkin Elmer Clarus 680 Gas Chromatography-Clarus SQ8T Mass Spectrometry, Ohio, ABD) 1 µL olarak yüklenmiştir. GC-MS cihazında Elite-5MS (PerkinElmer 30 m, 0.25 mm ID, film kalınlığı 0.25 µm) kolon kullanılmıştır. Taşıyıcı gaz helyum (1 mL dk⁻¹)'dur. İnjektion sıcaklığı 220°C ve miktarı ise 1 µL'dir. Fırın sıcaklığı lineer olarak artış gösterecek şekilde programlanmıştır: Dakikada 25°C artışla 70'den 150°C'ye; dakikada 2.7°C artışla 150'den 200°C'ye; dakikada 6°C artışla 200'den 285°C'ye ulaşmıştır. Bu protokole göre deltamethrin'in yakalanma zamanı 39.5 dakika olarak belirlenmiştir. Ayrıca, cihazın iyon kütüphanesine göre 51, 77, 91, 181 ve 253 m/z en tipik iyonları olduğu belirlenmiştir. Elde edilen pik alanlarının dönüşümü için deltamethrin'in metanolde hazırlanmış 5 farklı konsantrasyonundan (0.01 ile 100 mg L⁻¹) elde edilen lineer eğrinin formülü kullanılmıştır.

İstatistiksel Analiz

Farklı maya suşlarının esteraz aktivitelerinde ve deltamethrin kalıntılarındaki ortalamaların zamana bağlı değişimleri iki yollu ANOVA ile analiz edilmiştir. Farklı suşların farklı ortamlardaki hücre gelişmeleri ise tekrarlı ölçülmüş varyans analiz (MANOVA) testine tabi tutulmuştur. Daha sonra Tukey'in post hoc testi (p < 0.05) gerçekleştirilerek ortalamalar arasındaki farklıklar gruplandırılmıştır (SAS 2007).

Bulgular

Maya Hücrelerinin Gelişimi

Candida boidinii'nin farklı suşlarının üç farklı besi ortamında hücre gelişme eğrileri Şekil 1'de verilmiştir. Karbon kaynağınca zengin olan YPD ortamında tüm suşlar diğer ortamlara göre istatistiki anlamda önemli düzeyde daha fazla gelişme göstermiştir ($F_{2,2} = 10703.9$, $P < 0.01$). Maya hücrelerinin gelişimi açısından ikinci sırada karbon kaynağı olarak sadece deltamethrin bulunduran MSM-DEL ortamı yer almakta olup, hiç karbon kaynağı bulundurmeyen MSM ortamına göre önemli seviyede daha fazla maya hücresi gelişmiştir. Kullanılan besi ortamı kadar suşunda aynı ortamlarda istatistiki anlamda gelişme farklılığı gösterdiği belirlenmiştir ($F_{6,6} = 374.2$, $P < 0.01$). Özellikle karbon kaynağı olarak deltamethrin bulunduran besi ortamında CB-5 suşunda gelişme önemli seviyede yüksek bulunurken, bunu takiben sırasıyla CB-1 ve CB-3 suşlarında da diğer suşlara göre daha iyi bir gelişme saptanmıştır ($F_{12,12} = 404.0$, $P < 0.01$). Karbon kaynağı bulundurmeyen MSM besi ortamı hariç diğer besi ortamında maya hücre gelişiminin zamana bağlı olarak istatistiki anlamda farklılık gösterdiği belirlenmiştir ($F_{5,5} = 1485.1$, $P < 0.01$). YPD besi ortamında birinci günden itibaren hücre gelişimi sürekli bir artış gösterirken, deltamethrin içeren besi ortamında ise bu artış ikinci güne kadar devam etmiştir. Artış trendi suşlara bağlı olarak ya sabitlenmiş ya da düşüş göstermiştir (Şekil 1).

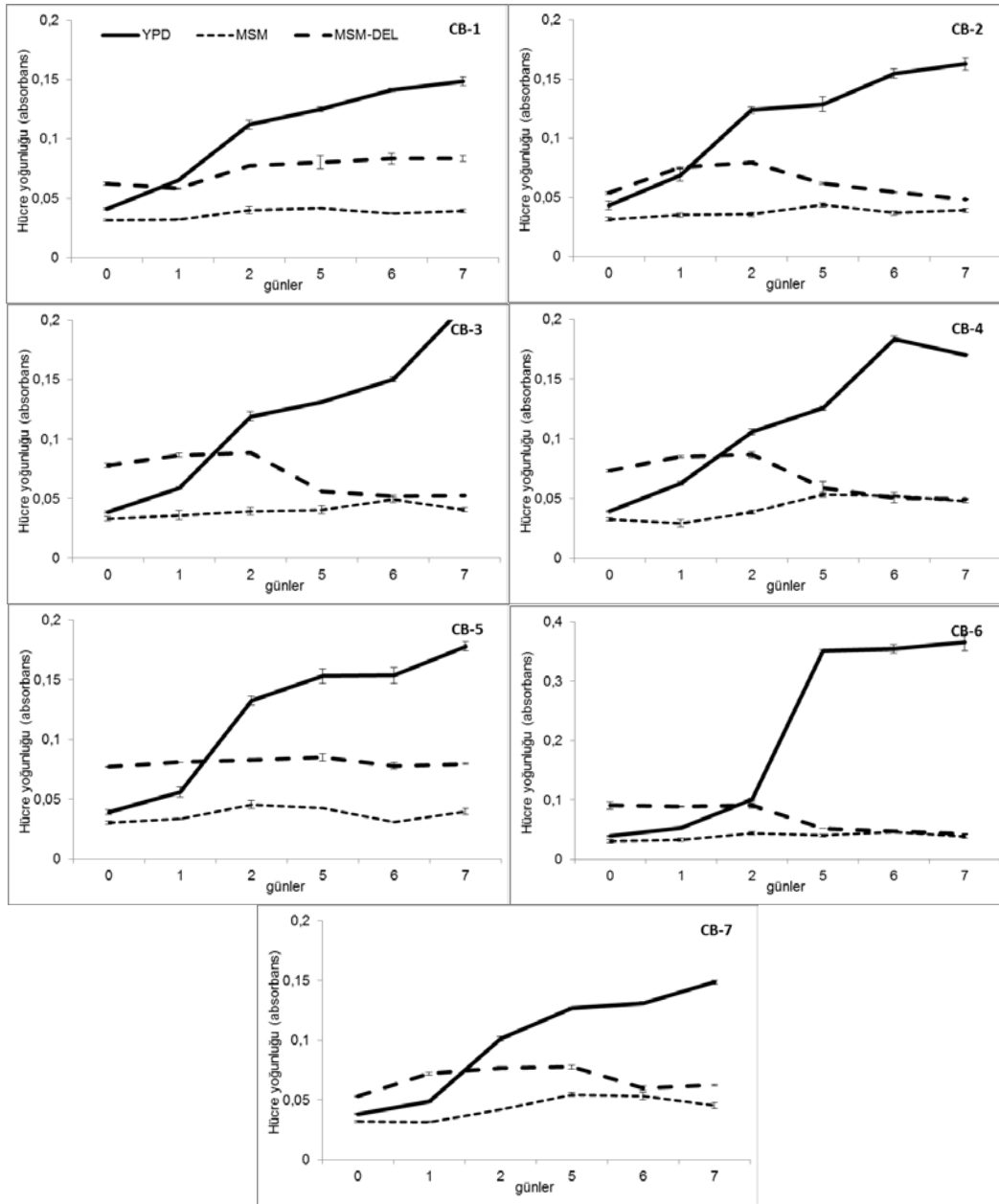
Esteraz Aktivitesi

Candida boidinii'nin farklı suşlarının deltamethrin içeren veya içermeyen ortamlarda esteraz aktivitesi ortalamaları Çizelge 2'de verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre esteraz aktivitesinin maya suşuna, deltamethrin içermesine ve her ikisinin interaksiyonuna bağlı olarak önemli düzeyde değiştiği belirlenmiştir (maya suşu $F_{6,6} = 3.2$, $P = 0.015$; deltamethrin katkısı $F_{1,1} = 86.0$, $P < 0.01$; suş x deltamethrin $F_{6,6} = 2.9$, $P = 0.02$). Özellikle CB-1 ve CB-5 suşlarına deltamethrin katıldığında esteraz aktivitesinin önemli düzeyde yükseldiği belirlenmiştir. CB-1 ve CB-5 suşlarının deltamethrin katılmayan örneklerine nazaran bu örneklerde sırasıyla 4.31 ve 5.97 kat daha fazla esteraz aktivitesi saptanmıştır. İstatistiki anlamda en düşük aktiviteler deltamethrin katılmayan CB-2, CB-4 ve CB-7 suşlarında bulunmuştur.

Deltamethrin Parçalanma Sonuçları

İki farklı suşun bulunduğu MSM ortamları ile herhangi bir maya içermeyen MSM ortamındaki deltamethrin miktarındaki zamana göre değişim Şekil 2'de verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre muamelenin ve zamanın deltamethrin yıkımında önemli olduğu belirlenmiştir (muamele $F_{2,2} = 11.1$; $P < 0.01$; zaman: $F_{4,4} = 42.3$, $P < 0.01$; muamele x zaman $F_{8,8} = 1.6$, $P = 0.15$). Maya ile inkübasyondan 3 gün sonra, CB-1 suşunun bulunduğu MSM ortamında deltamethrin miktarı %41.4 oranında azalırken, CB-5 suşunda bu oran %22.4'de kalmıştır. Hiç maya bulunmayan kontrol grubunda ise deltamethrin miktarındaki azalma sadece %11 oranında gerçekleşmiştir. Başlangıç günündeki deltamethrin miktarları muameleler arasında farklılık göstermezken; üçüncü gün sonuçları arasındaki farklılık istatistiki anlamda önemli bulunmuştur. İnokülasyondan 7 gün sonra tüm muamelelerde

deltamethrin miktarının yarıdan fazlasının parçalandığı belirlenmiştir. Ancak, bu gündeki deltamethrin farklılığı önemli bulunmamıştır. Denemenin 10. gününde yapılan ölçümlerde kontrole ve CB-1 suşuna nazaran CB-5 suşunda önemli düzeyde daha fazla deltamethrin yıkımı (%91.2) belirlenmiştir. CB-5 suşundaki deltamethrin miktarındaki düşüş çok daha doğrusal bir eğim oluşturmuştur ($r= 0.96$). Ölçümün 14. gününde ise deltamethrin'in neredeyse tamamının (%96-98) tüm muamelelerde ve kontrolde yıkıldığı belirlenmiştir.



Şekil 1. YPD, MSM ve deltamethrin katılmış MSM ortamlarında *Candida boidinii*'nin ortalama hücre gelişimi

Çizelge 2. *Candida boidinii*'nin farklı suşlarının deltamethrin içeren ve içermeyen ortamlarda esteraz aktivitesi

Muameleler	Esteraz aktivitesi ($\mu\text{mol p-nitrofenol dk}^{-1} \text{mg protein}^{-1}$)*	Aktivasyon artış oranı**
CB-1	12335.5 \pm 854.7cd	-
CB-1 + DEL	53124.6 \pm 12946.5a	4.31
CB-2	9815.5 \pm 365.9d	-
CB-2 + DEL	40920.9 \pm 6883.2abc	4.17
CB-3	15808.6 \pm 6816.0bcd	-
CB-3 + DEL	45063.6 \pm 10449.4ab	2.86
CB-4	9703.1 \pm 373.2d	-
CB-4 + DEL	39371.9 \pm 1893.7abc	4.06
CB-5	10134.2 \pm 460.6d	-
CB-5 + DEL	60498.1 \pm 7984.6a	5.97
CB-6	11518.9 \pm 2015.8cd	-
CB-6 + DEL	21885.9 \pm 5443.1bcd	1.89
CB-7	10044.3 \pm 521.7d	-
CB-7 + DEL	22436.7 \pm 3229.7bcd	2.23

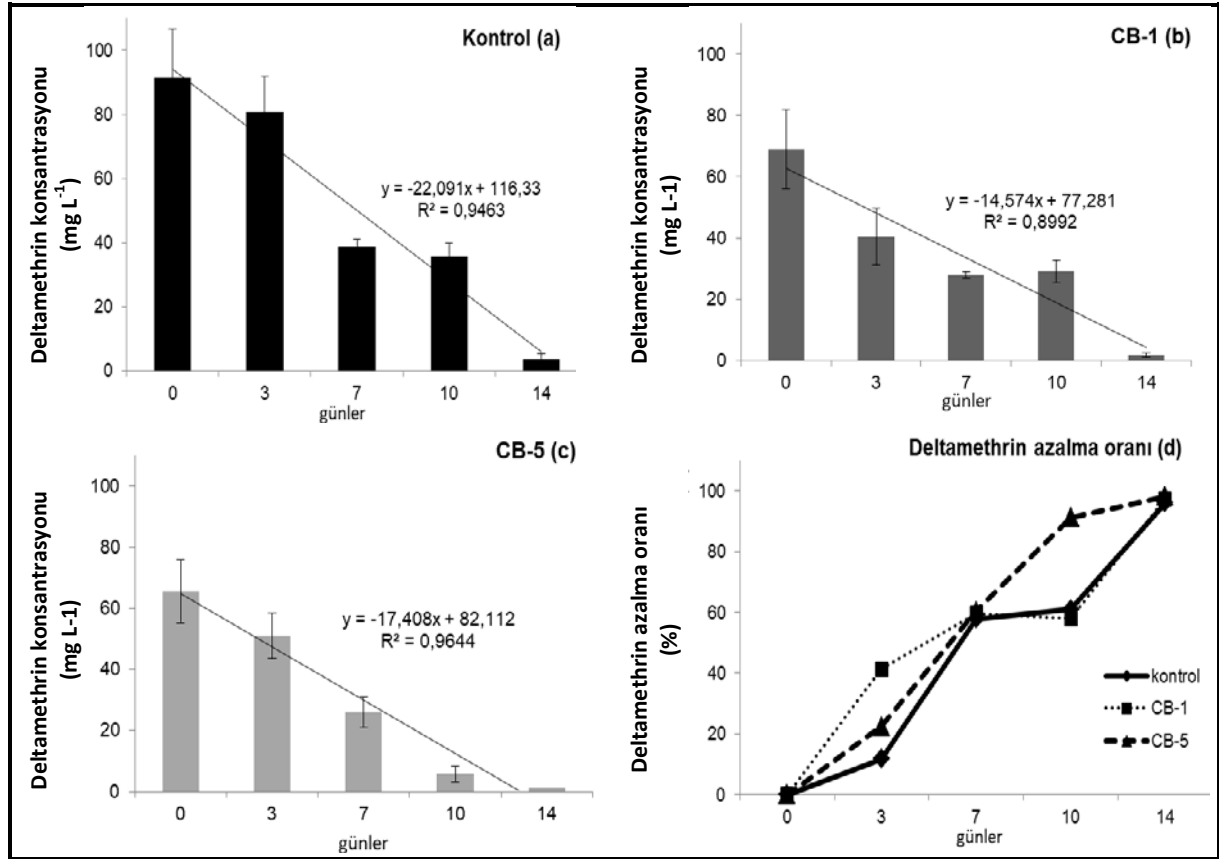
*Aynı sütundaki aynı harfleri taşıyan ortalamalar istatistiki anlamda birbirinden farklıdır (Tukey, $P < 0.01$)

** Deltamethrin kullanılan örneklerdeki esteraz aktivasyonunun kullanılmayan örneklerin esteraz aktivasyon değerine bölünmesi ile elde edilmiştir.

Tartışma ve Sonuç

Zeytinin doğal fermentasyonunda bazı mikroorganizmaların önemli düzeyde olumlu rol oynadıkları bilinmektedir. Fermentasyon sürecinde başlangıçta laktik asit bakterilerinin pH değerini 4'ün altına düşürmesi ile mayaların yoğun aktivite gösterdiği kaydedilmektedir (Randazzo ve ark., 2011; Kara ve Özbaş, 2013). Bizim çalışmamızda kullandığımız *C. boidinii* türü de dahil olmak üzere mayaların zeytinin tat, koku ve yapısına olumlu katkıları bulunurken, aynı zamanda antioksidan-antimikrobiyel özellikleri, acılık veren oleuropeini parçalamaları ve diğer istenmeyen mikroorganizmaları öldürmeleri gibi istenen özellikleri de bulunmaktadır (Psani ve Kotzekidou, 2006; Arroyo-Lopez ve ark., 2008; Alves ve ark., 2012; Kara ve Özbaş, 2013). İyi bilindiği gibi deltamethrin gibi bir çok insektisit asit ortamda daha yavaş parçalanmakta ve hatta uzun süre stabil kalabilmektedir. Bu anlamda, düşük pH ve karanlık koşulların hüküm sürdüğü fermentasyon aşamasında mayalar gibi mikroorganizmaların insektisitleri metabolize edebilme kapasiteleri çok önem arz etmektedir (Roberts ve ark., 1998; Anonim, 2020b; Wu ve ark., 2006). *C. boidinii*'nin yukarıda sayılan olumlu katkılarına ek olarak insektisit kullanma ve parçalama özelliği ile ilgili önemli bulgular da bu çalışma sonuçları ile ortaya konmuştur. Örneğin, *C. boidinii*'nin tüm suşlarının deltamethrin dışında hiçbir karbon kaynağı bulundurmeyen ortamda ilk iki günde en az YPD besi ortamındaki kadar gelişme gösterdiği belirlenmiştir. Bu potansiyel suşlara

göre farklılık göstermesine rağmen, test sonuçları mayanın deltamethrini karbon/enerji kaynağı olarak kullandığını göstermektedir. Benzer olarak, Cycon ve ark. (2014) toprak orjinli bir bakteri türü olan *Serratia marcescens*'in deltamethrini karbon ve enerji kaynağı olarak kullandığını göstermiştir. *Bacillus*, *Micrococcus*, *Ochrobactrum*, *Pseudomonas*, *Sphingobium*, *Stenotrophomonas* ve *Streptomyces* cinslerine ait birçok toprak kökenli bakterinin de sentetik piretroitleri bu yolla parçalama özelliklerinin bulunduğu kaydedilmektedir (Madiha ve ark., 2013; Cycon ve ark., 2014).



Şekil 2. *C. boidinii*'nin farklı suşlarının deltamethrinin parçalanmasındaki etkisi, (a) herhangi bir maya suşu bulunmayan (kontrol) MSM ortamında deltamethrin miktarı değişimi, (b) CB-1 suşunu bulunduran MSM ortamında deltamethrin miktarı değişimi (c) CB-5 suşunu bulunduran MSM ortamında deltamethrin miktarı değişimi, (d) tüm muamelelerdeki deltamethrin değişim oranı (%).

Mikroorganizmaların insektisitleri metabolize etmelerinde kullandığı diğer bir metabolik yol ise, esteraz enzimi ile insektisitleri hidrolize ederek parçalamalarıdır (Roberts ve ark., 1998; Chen ve ark., 2011; Simon 2014). Bu çalışmada kullanılan *C. boidinii* suşlarının hepsi deltamethrini invitro ortamda hidrolize etmiştir. Ancak, suşlar arasında istatistiki anlamda önemli farklılıklar belirlenmiştir. Özellikle substrat olarak sadece α -naftil asetatın kullanıldığı örneklerle nazaran deltamethrin katılan örneklerde 2'den 6 kata değişen oranlarda esteraz aktivite artışı belirlenmiştir. Bilindiği gibi enzim kinetiğinde, reaksiyonun hızlanması ve sonlanması

etkileyen faktörler enzim veya substrat varlığı ve miktarıdır. Ortamda, bu iki faktörden biri olmaz veya biterse enzim aktivitesi olmaz veya kısa sürede biter (Temizkan ve Arda, 2008). Bu deneyde ortama deltamethrin katılması aktivite artışına neden olmuştur. Bu da bu maya türünde esteraz aktivitesinin çok yüksek olduğunu ve deltamethrini hidrolize edebildiğini ortaya koymuştur. Benzer kurguyla yapılan farklı çalışmalarda içlerinde laktik asit bakterilerinin de bulunduğu bazı mikroorganizmaların cypermethrin, permethrin, fenvalerate ve deltamethrin gibi sentetik piretroitleri hidrolize edebildiğini gösterilmiştir (Kim ve ark., 1998; Alvarez ve ark., 1999; Sogorb ve Vilanova, 2002; Choi ve ark., 2004).

Bu çalışma kapsamında *invitro* ortamda yapılan diğer bir testte karbon/enerji kaynağı olarak deltamethrin içeren MSM ortamında 3 gün sonra CB-1 ve CB-5 suşlarının bulunduğu örneklerde hiç maya bulunmayan örnekler nazaran istatistiksel anlamda önemli düzeyde deltamethrin miktarında düşüş görülmüştür. Bu azalma gelişme ve esteraz potansiyeli en yüksek suş olan CB-5'de 10. günde en yüksek oranda gerçekleşmiştir. Bu sonuçlar, tekrar bize *C. boidinii* suşlarının deltamethrinin metabolik olarak parçalanması ve kullanılmasında rol aldığını göstermiştir. Yine başka bir çalışma bir laktik asit bakterisinin sentetik piretroit olan bifentrinin 30°C'de gerçekleşen 24 günlük bir buğday fermentasyonu süresince %63 oranında azaltılabileceğini göstermiştir (Dordevic ve ark. 2013). Mayaların insektisitleri parçalama özellikleri hakkında çok sınırlı kayıt bulunmaktadır. Bununla ilgili ilk kayıt Peric ve ark. (1980), *Debaryomyces* cinsinden bir maya türünün sucuk fermentasyonu sırasında insektisit DDT'yi tamamen, HCH'yi ise kısmen parçalayabileceğini gösterebilmiştir. Fatichenti ve ark. (1983, 1984), *S. cerevisiae*'nin yapay besi ortamında sentetik piretroitli insektisitlerden deltamethrin, permethrin ve fenvalerate miktarlarını maya bulunmayan kontrol örneklerine göre önemli düzeyde azalttığını ve 10 gün içinde neredeyse tamamının parçalanmasında rol oynadığını ispatlamışlardır. Farklı bir sonuç olarak Dordevic ve ark. (2013), buğday ununun fermentasyonu sırasında bifenthrin parçalanmasında laktik asit bakterilerinin etkisi yüksek bulunurken, *S. cerevisiae*'nin etkisi istatistiksel anlamda yetersiz bulunmuştur. *Candida boidinii* üzerinde bu konuda yapılmış bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

Sonuç olarak, zeytinde olduğu gibi doğal fermentasyon süreçlerinde mayaların olumlu katkıları göz ardı edilememektedir. Hatta günümüzde endüstriyel anlamda bunların starter olarak kullanımları da söz konusudur (Kara ve Özbaş, 2013). Arazi koşullarında ise zararlılarla mücadelede sentetik kimyasalların kullanımının diğer alternatif yöntemler daha uygun fiyatlardan elde edilerek yaygınlaşmaya kadar uzun yıllar süreceği aşikardır (Simon, 2014). Bu bağlamda gıda ortamında bulunması istenen mayaların insektisit parçalayıcı özellikleri ortaya konulabilirse; endüstriyel anlamda bunları kullanmak mümkün olabilir. Bu çalışmayla bu yönde *C. boidinii*'nin tüm olumlu katkılarına ek olarak bu özelliği de gösterilmiştir. İleride çeşitli gıdaların fermentasyonu ortamında yapılacak ek testlerle bu mayaların pratik olarak kullanılma durumları sınanabilir.

Teşekkür Bilgi Notu

Bu çalışma Bursa Uludağ Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından OUAP(Z)-2015/9 nolu proje ile desteklenmiştir. Bu çalışmanın tüm testleri A.Y. KUMRAL, esteraz testleri N. A. KUMRAL ve kalıntı

testleri O. GURBUZ tarafından gerçekleştirilmiştir. Yazarlar tüm makaleyi birlikte hazırlamışlar ve okumuşlardır. Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması/çakışması bulunmamaktadır.

Kaynakça

- Aksu, P. 2007. Developing of multi residue analyse method in determining pesticide residues on fruits and vegetables by gas chromatography/mass spectrometry, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü.
- Alvarez, M. E., Augier, M. V. and Baratti, J. 1999. Characterization of a thermostable esterase activity from the moderate thermophile *Bacillus licheniformis*. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*, 63: 1865-1870.
- Alves, M., Goncalves, T. and Quintas, C. 2012. Microbial quality and yeast population dynamics in cracked green table olives' fermentations. *Food Control*, 23 (2): 363-368.
- Anonim 2020a. Bitki Koruma Ürünleri Veri Bankası. <https://bku.tarim.gov.tr> (Erişim tarihi: 01.04.2020).
- Anonim, 2020b. The Pesticide Properties Database. www.sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/Reports/154.htm (Erişim tarihi: 01.04.2020).
- Arroyo-Lopez, F. N., Querol, A., Bautista-Gallego, J. and Garrido-Fernandez, A. 2008. Role of yeasts in table olive production. *International Journal of Food Microbiology*, 128 (2): 189-196.
- Bajwa, U. and Sandhu, K. S. 2014. Effect of handling and processing on pesticide residues in food - a review. *Journal Food Science and Technology*, 51: 201-220.
- Bradford, M. M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*, 72: 248-254.
- Chen, S., Lai, K., Li, Y., Hu, M., Zhang, Y. and Zeng, Y. 2011. Biodegradation of deltamethrin and its hydrolysis product 3-phenoxybenzaldehyde by a newly isolated *Streptomyces aureus* strain HP-S-01. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 90: 1471-1483.
- Cho, K. M., Math, R. K., Islam, S. M. A., Lim, W. J., Hong, S. Y., Kim, J. M., Yun, M. G., Chon, J. J. and Yun, H. D. 2009. Biodegradation of chlorpyrifos by lactic acid bacteria during kimchi fermentation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57: 1882-1889.
- Choi, Y. J., Miguez, C. B. and Lee, B. H. 2004. Characterization and heterologous gene expression of a novel esterase from *Lactobacillus casei* CL96. *Applied Environmental Microbiology*, 70: 3213-3221.
- Cycon, M., Zmijowska A. and Piotrowska-Seget, Z. 2014. Enhancement of deltamethrin degradation by soil bioaugmentation with two different strains of *Serratia marcescens*. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 11: 1305-1316.

- Dordevic, T. M., Siler-Marinkovic, S. S., Durovic, R. D., Dimitrijevic-Brankovic, S. I. and Gajic Umiljendic, J. S. 2013. Stability of the pyrethroid pesticide bifenthrin in milled wheat during thermal processing, yeast and lactic acid fermentation, and storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93: 3377-3383.
- FAO 2019. Food and Agriculture Organisation, FAOSTAT, Crops. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. (Erişim tarihi: 26.08.2019).
- Faticenti, F., Farris, G. A., Deiana, P., Cabras, P., Meloni, M. and Pirisi, F. M. 1983. A preliminary investigation into the effect of *Saccharomyces cerevisiae* on pesticide concentration during fermentation. *European Journal Applied Microbiology Biotechnology*, 18: 323–325.
- Faticenti, F., Farris, G. A., Deiana, P., Cabras, P., Meloni, M. and Pirisi, F. M. 1984. The effect of *Saccharomyces cerevisiae* on concentration of dicarboximide and acylamide fungicides and pyrethroid insecticides during fermentation. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 20: 419–421.
- Islam, S. M. A., Math, R. K., Cho, K. M., Lim, W. J., Hong, S. Y., Kim, J. M. Yun, M. G. Cho, J. J. and Yun, H. D. 2010. Organophosphorus hydrolase (OpdB) of *Lactobacillus brevis* WCP902 from kimchi is able to degrade organophosphorus pesticides. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58: 5380-5386.
- Kara, G. N. ve Özbaş, Z. Y. 2013. Sofralık zeytin üretiminde doğal maya florasının önemi. *Gıda*, 38(6): 375-382.
- Kim, H. K., Park, S. Y. Lee J. K. and Oh, T. K. 1998. Gene cloning and characterization of thermostable lipase from *Bacillus stearothermophilus* L1. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 62: 66-71.
- Kumral, A. Y. and Kumral, N. A. 2013. Decontamination of insecticides by lactic acid bacteria. *Proceedings of the 24th International Scientific-Expert-Conference of Agriculture and Food Industry*, 25-28 September, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina, pp. 293-296.
- Kumral, A.Y., Korukluoğlu, M., Türkel, S., Bektaş, D. 2013. Gemlik çeşidi siyah zeytinlerin fermentasyonunda bazı bileşenlerin değişimi ve etkili laktik asit bakterileri ile mayaların tanısı. Yayınlanmamış proje raporu (UAP(Z) 2010/49).
- Kumral, A Y., Kumral, N. A. and Gurbuz, O. 2020. Chlorpyrifos and deltamethrin degradation potentials of two *Lactobacillus plantarum* (Orla-Jensen, 1919) (Lactobacillales: Lactobacillaceae) strains. *Turkish Journal of Entomology*, 44 (2): 165-176.
- Madiha, F. M., Farghaly, S., Zayed, M. A., Soliman D. and Soliman, M. 2013. Deltamethrin degradation and effects on soil microbial activity. *Journal of Environmental Science and Health, Part B: Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes*, 48: 575-581.
- Maragkoudakis, P. A., Zoumpopoulou, G., Miaris, C., Kalantzopoulos, G., Pot B. and Tsakalidou, E. 2006. Probiotic potential of *Lactobacillus* strains isolated from dairy products. *International Dairy Journal*, 16: 189-199.
- Misra, A. K., Vinod, R. S. and Bhattacharyya, A. 1996. Degradation of fenvalerate (pyrethroid) pesticide in milk by lactic acid bacteria. *Indian Journal of Dairy Science*, 49: 635–639.

- Morichi, T., Sharpe, M. E. and Reiter, B. 1968. Esterases and other soluble proteins of some lactic acid bacteria. *Microbiology*, 53: 405-414.
- Peric, M., Raseta, J., Visacki, M. S. and Spiric A. 1980. Degradation of organochlorine pesticides as influenced by micrococci isolated from fermented sausages. *Technologia Mensa*, 21: 132–133.
- Psani, M. and Kotzekidou, P. 2006. Technological characteristics of yeast strains and their potential as starter adjuncts in Greek-style black olive fermentation. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 22 (12): 129-1336.
- Randazzo, C. L., Fava, G., Tomaselli, F., Romeo, F. V., Pennino, G., Vitello, E. and Caggia, C. 2011. Effect of kaolin and copper based products and of starter cultures on green table olive fermentation. *Food Microbiology*, 28: 910–919.
- Regueiro, J., Lopez-Fernandez, O., Rial-Otero, R., Cancho-Grande, B. and Simal-Gándara, J. A. 2015. Review on the fermentation of foods and the residues of pesticides - biotransformation of pesticides and effects on fermentation and food quality. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 55: 839–863.
- Roberts, T. R., Hutson D. H. and Jewess, P. J. 1998. *Metabolic Pathways of Agrochemicals: Insecticides and Fungicides (Vol. 1)*. Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK, 1476 pp.
- Ruediger, G. A., Pardo, K. H., Sas, A. N., Godden, P. W. and Pollnitz, A. P. 2005. Fate of pesticides during the winemaking process in relation to malolactic fermentation. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 53: 3023–3026
- SAS, 2007. SAS Institute. JMP version 7.0.2 Release Notes Cary, NC: SAS Institute Print Center, 1-20.
- Simon, J. Y., 2014. *The Toxicology and Biochemistry of Insecticides*. CRC press, Boca Roton, Florida, USA, 380pp.
- Sogorb, M. A. and Vilanova, E. 2002. Enzymes involved in the detoxification of organophosphorus, carbamate and pyrethroid insecticides through hydrolysis. *Toxicology Letters*, 128: 215-228.
- Solmaz, S. ve Ay, R. 2010. Akar ve Böceklerde Pestisitlerin Detoksifikasyonunda Rol Oynayan Enzimler. *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 24 (2): 137-148.
- Temizkan, G. O. ve Arda, N. 2008. Moleküler biyolojide kullanılan yöntemler. *Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul*, No 3, 3. Baskı, 345s.
- Wu, P. C., Liu, Y. H., Wang, Z. Y., Zhang, X. Y., Li, H., Liang, W. Q., Luo N., Hu, J. M., Lu, J. Q., Luan, T. G. and Cao, L. X. 2006. Molecular cloning, purification, and biochemical characterization of a novel pyrethroid-hydrolyzing esterase from *Klebsiella* sp. strain ZD112. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54: 836-842.
- Zhao, X. H. and Wang, J. 2012. A brief study on the degradation kinetics of seven organophosphorus pesticides in skimmed milk cultured with *Lactobacillus* spp. at 42 degrees C. *Food Chemistry*, 131: 300-304.



Kahramanmaraş İlinin Biyogaz Potansiyelinin Farklı Modeller Kullanılarak Belirlenmesi

Ömer Faruk AY¹, Ahmet KAYA^{2*}

Öz: Bu çalışmada Kahramanmaraş ilinin hayvansal atıklardan üretilebilecek teorik biyogaz potansiyeli ve elektrik enerjisi üretimi, literatürde verilen beş farklı model kullanılarak belirlenmiştir. Kullanılan modeller sonucunda, Kahramanmaraş ilinin teorik biyogaz potansiyelinin 37.5 milyon m³ ile 137 milyon m³ aralığında olduğu hesaplanmıştır. Biyogaz potansiyel miktarından elde edilebilecek yıllık toplam elektrik enerjisi ise en az 94.8 GWh iken en fazla 264.8 GWh olarak hesaplanmıştır. Bu enerji ile yaklaşık 34 286 ile 95 769 arasında değişen konutun enerji ihtiyacının karşılanabildiği tespit edilmiştir. Kullanılan modeller sonucunda Onikişubat ve Elbistan ilçelerinin en fazla biyogaz ve enerji üretim potansiyeline sahip olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Biyogaz, enerji, hayvansal atık, Kahramanmaraş.

Determination of Biogas Potential of Kahramanmaraş Province Using Different Models

Abstract: In this study, the annual theoretical biogas potential and electrical energy production which can be produced from animal wastes of Kahramanmaraş province have determined by using five different models given in the literature. As a result of the models used, the theoretical biogas potential of Kahramanmaraş province has been calculated between 37.5 million and 137 million m³. The annual total electricity energy that can be obtained

* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** ²Ahmet Kaya: Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye, kaya38@ksu.edu.tr, [OrcID 0000-0001-9197-3542](https://orcid.org/0000-0001-9197-3542)

¹ Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye, omerfarukay3523@hotmail.com, [OrcID 0000-0003-4963-7881](https://orcid.org/0000-0003-4963-7881)

from the biogas potential amount has been calculated 94.8 GWh at least and 264.8 GWh at the most. It has been determined that the energy needs of the houses ranging between 34 286 and 95 769 can be covered with this energy. As a result of the models used, Onikişubat and Elbistan districts are determined to have the highest biogas and energy production potential.

Keywords: Biogas, energy, animal waste, Kahramanmaraş.

Giriş

Biyogaz enerjisi, yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde en ekonomik enerji türlerinden olup dünyada çok uzun yıllardır kullanılan kaynaklardan birisidir. Günümüz modern toplumlarında enerjiye olan ihtiyacın artması ve fosil yakıtların tükenme eğilimine gitmesi, araştırmacıların yenilenebilir enerji kaynakları üzerine araştırmalar yapmalarına sebep olmuştur. Bu araştırmaların merkezinde olan enerji türü ise, çevresel zararı az olan biyogazdır (Öztuncay,2009). Biyogaz, organik materyallerin (gübre, bitkiler, çöp, yemek artığı, kimyasal atıklar, vb.) anaerobik koşullarda biyokimyasal fermantasyon ve mikrobiyolojik faaliyet sonucu parçalanması ile elde edilen yamcı bir gaz karışımıdır. Bileşiminde %40–75 metan (CH₄), %25–60 karbondioksit (CO₂), %2 hidrojen sülfür (H₂S) ve azot (N) bulunur (Yeşilkaya, 2013). Biyogaz üretiminde birçok ham madde kullanılabilir. Ancak göz önüne alınması gereken, ham madde içeriğinin kolaylıkla metana dönüşümünün sağlanabilmesidir (Avan, 2014). Hayvan atıkları içindeki inorganik malzemeler (taş, metal, plastik vb.) ayrıştırılır ve karışım mümkün olduğunca fiziksel ve hücre bazında parçalanarak ufalanır ve çürütücü tanklara beslenir. Bakteriler ve diğer bazı mikro organizmalar kullanılarak çürütücü içindeki biyokütle ayrıştırılarak fermente edilir. Fermantasyon sürecinin nihai ürünleri olarak, oksijen, metan (% 45-70) ve karbon dioksit (% 25-55) oluşur (URL-1). Çürütücü içinde oluşan biyogaz **ısı ve elektrik enerjisinin aynı anda üretilebildiği kojenerasyon tesisine gelir**. Kojenerasyon tesisine gelen yüksek saflıkta metan gazı içeren biyogaz, termik makineler ile yakılıp ısı üretilir. Buradan da gaz türbinleriyle elektrik üretilir. Gaz türbiniyle üretilen bu elektrik şebekelere aktarılır. Elektrik üretiminde kullanıldıktan sonra oluşan atık ısı ise, ısı geri kazanımıyla hanelerin ısıtılmasında kullanılabilir (URL-2).

Türkiye’de biyogaz ile ilgili çalışmalar 1957 yılında başlamıştır. 1963 yılında 7 tanesi Eskişehir’de olmak üzere toplam 8 biyogaz tesisi kurulmuştur. 1975 yılından sonra Toprak Su Araştırma Enstitüsü ve 1980’li yıllarda Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü kapsamında yürütülen biyogaz üretimi çalışmaları uluslararası bazı anlaşmalarla desteklenmiştir. 1982 yılında ortalama 1000’e yakın biyogaz tesisi faaliyete geçmiştir. Ancak birçoğu kapanmıştır. Günümüzde ise biyogaz kullanarak elektrik üreten yüzün üzerinde santral bulunmaktadır. İstanbul başta olmak üzere Ankara, Adana, Samsun, Balıkesir, Çanakkale, Antalya, Konya, Kırıkkale, Bursa, Mersin, İzmir, Afyonkarahisar, Erzincan, Kocaeli, Aksaray, Şanlıurfa, Tekirdağ, Kayseri, Konya, Gaziantep, Aydın, Çorum, Kırklareli, Kahramanmaraş, Düzce, Hatay, Trabzon, Malatya, Osmaniye, Elazığ, Isparta, Sivas, Niğde, Tokat, Karaman, Uşak, Amasya ve Bolu illerinde biyogaz santrali bulunmaktadır. En büyüğü 34MW ve

en küçüğü de 0.12MW gücündedir. Bu tesisler arasında en büyük kapasiteye sahip olan Odayeri Çöp Gazı Biyogaz Santrali tesisi İstanbul'da bulunmaktadır. En küçük kurulu güce sahip biyogaz tesisi ise Bursa'da bulunmaktadır. Biyogaz ile ilgili çalışmalar halen devam etmektedir. Özellikle Türkiye'nin bazı Üniversitelerin Teknik Eğitim, Fen, Mühendislik Fakülteleri'nde ve Fen Bilimleri Enstitülerinde birçok çalışma yapılmaktadır (Yeşilkaya,2013; Yılmaz,2019)

Teorik biyogaz potansiyeli ve elektrik enerjisi üretimi ile ilgili literatürde farklı kabuller ve farklı denklemler kullanılarak birçok çalışma yapılmıştır; Park ve ark. (1981), hayvan gübrelerinden elde edilebilecek yıllık biyogaz miktarlarını araştırmışlardır ve araştırma sonucunda bir sığırdan yılda 91.1 m³, bir tavuktan ise 2.6 m³ biyogaz elde edilebileceğini belirlemişlerdir. Mandal ve ark. (1997), çalışmalarında farklı hayvan gübrelerini belirli oranlarda birbirine karıştırarak 37⁰C'de 90 gün bekleme süresi ve manyetik karıştırıcı ile günde iki defa 2-3 dakika karıştırma yaparak, biyogaz üretimini incelemişlerdir. Bunun sonucunda at gübresinin biyogaz üretim kapasitesinin diğer hayvan gübrelerine göre daha yüksek olduğunu bulmuşlardır. Hammad ve ark. (1998), çalışmalarında metan üretimi için farklı hayvan gübrelerini kullanmışlardır. Üretilen biyogaz içindeki metan yüzdesini %57-65 olarak bulmuşlardır. Metan üretimi için sığır gübresinin en iyi hayvan gübresi olduğunu belirlemişlerdir. Akbulut ve Dikici (2004), Elazığ ilinin hayvan varlığından yararlanarak biyogaz enerji potansiyelini araştırmışlardır. Yapılan hesaplamalarda teorik biyogaz potansiyeli 118 434 m³ gün⁻¹ ve elektrik enerjisi eşdeğerini ise 575 440 kWh gün⁻¹ olarak hesaplamışlardır. Güç (2010), Uşak ilinin biyogaz potansiyelini incelemiştir. Yaptığı hesaplamada Uşak ilinin yıllık 27 milyon m³ yıl⁻¹ teorik biyogaz potansiyelinin bulunduğunu ve bu potansiyelin değerlendirilerek yaklaşık olarak 67 GWh elektrik enerjisi elde edilebileceğini hesaplamıştır. Yokuş (2011), Sivas ilindeki hayvansal gübrelerden yararlanarak yıllık teorik biyogaz miktarı 41 milyon m³ ve enerji eşdeğeri 917 TJ olarak belirlemiştir. Avcıoğlu ve Türker (2012), Türkiye'de bulunan hayvansal gübre potansiyelini teorik olarak hesaplayarak yaklaşık 121 milyon ton yıl⁻¹ atık üretildiğini belirlemişlerdir ve bu gübreden oluşan teorik biyogaz potansiyelini ise yaklaşık 2 milyar m³ olarak hesaplamışlardır. Öçal (2013), Eskişehir ilinin biyogaz potansiyelini teorik olarak araştırmıştır. Büyükbaş hayvan gübre potansiyelinin değerlendirilmesi ile günlük yaklaşık 0.3 GWh enerji üretilebileceğini teorik olarak elde etmiştir. Özsoy ve Alibas (2015), Bursa ilinin hayvan gübresinden teorik biyogaz potansiyelinin yaklaşık 52 milyon m³ olduğunu ve bunun enerji değerinin yaklaşık 400 GWh olduğunu hesaplamışlardır. Ulusoy ve ark. (2015), Bursa ilinin tarımsal organik atık kaynaklı biyogaz potansiyelini bu potansiyelin araçlarda yakıt olarak kullanılabilirliğini araştırmışlardır. Toprakçioğlu (2016), çalışmasında Siirt ilinin Kurtalan ilçesinde günlük 11 000 m³ biyogaz kapasitesi olan 1 MW'lık elektrik enerjisi üretim kapasitesi bulunan bir tesis kurulumu planlayarak Siirt ve Batman illerinin teorik biyogaz potansiyelini incelemiştir. Abdesahian ve ark. (2016), Malezya'nın biyogaz potansiyelini teorik olarak araştırmışlar ve bu enerji değerinin yaklaşık 4.6 milyar m³ olduğunu ve biyogazdan elde edilen elektrik enerjisini ise 8 270 GWh olarak belirlemişlerdir. Çevik (2016), Çanakkale ilinin biyogaz potansiyelini teorik olarak araştırmıştır. İlin toplam teorik biyogübre potansiyelini 394 719 ton yıl⁻¹, teorik biyogaz potansiyelini ise yaklaşık 61 milyon m³ yıl⁻¹ olduğunu hesaplamıştır. Baran ve ark. (2017), Adıyaman ilinde küçükbaş, büyükbaş ve kanatlı hayvan varlıkları kullanılarak yapılan hesaplamada yıllık yaklaşık olarak 15 milyon m³ teorik biyogaz potansiyeline sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Elde edilen

biyogazın değerlendirilmesi ile yaklaşık 70.5 GWh enerji üretiminin mümkün olduğunu belirlemişlerdir. Ersoy (2017), Türkiye’de bulunan hayvansal gübre potansiyelini teorik olarak hesaplayarak Türkiye’nin 8.41 milyar m³ yıl⁻¹ teorik biyogaz potansiyeli ve 5.04 milyar m³ yıl⁻¹ ise biyometan potansiyeli olduğunu hesaplamıştır. Elde edilen biyometan enerji üretimi ile Türkiye’nin 2015 yılında tükettiği 265.72 milyar kWh yıl⁻¹ enerjinin kişi başı tüketimindeki miktarının % 2’sini karşılayabileceğini hesaplamıştır. Aşçı (2018), Hatay ilinde bölgede bulunan hayvan sayısından yola çıkarak teorik biyogaz potansiyelini araştırmıştır. Hatay ilinde mevcut şartlar altında hayvansal gübrelerden yıllık yaklaşık olarak 52 milyon m³ lük teorik biyogaz üretileceği belirlenmiş ve bu biyogazın değerlendirilmesi ile 244.31 GWh enerji üretimi gerçekleşeceği sonucuna ulaşmıştır. Kandemir ve Açıklık (2019), Bilecik ilindeki hayvanların sayısının ve gübrelerinin 2011- 2017 yılları arasındaki değişimini tespit etmiştir. Hayvansal gübrelerden elde edilebilecek teorik biyogaz ve biyogazdan üretilebilecek elektrik enerjisi eşdeğerinin 2017 yılında yaklaşık 280.5 GWh ile en fazla olduğunu tespit etmişlerdir.

Bu çalışmada ise Kahramanmaraş’ta bulunan büyükbaş, küçükbaş ve kanatlı kümes hayvan varlığından faydalanılarak yıllık teorik biyogaz üretim potansiyeli ve bu potansiyel kullanılarak yıllık elektrik üretim miktarları literatürde kullanılan beş farklı model ile tespit edilmiştir. Farklı modeller kullanılarak elde edilen teorik enerji üretimi ile Kahramanmaraş ilinin enerji ihtiyacının hangi oranda karşılanabileceği belirlenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Akdeniz bölgesinde yer alan Kahramanmaraş ili; Afşin, Andırın, Çağlayancerit, Dulkadiroğlu, Ekinözü, Elbistan, Göksun, Nurhak, Onikişubat, Pazarcık ve Türkoğlu ilçelerinden oluşur. Bu çalışmada, teorik biyogaz üretim potansiyeli hesaplanmasında Kahramanmaraş İlinde 2018 yılında bulunan büyükbaş, küçükbaş ve kanatlı kümes hayvan varlığı dikkate alınmıştır. Kahramanmaraş İl Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü 1 Nisan 2019 tarihinde ziyaret edilmiş ve çalışma kapsamında kullanılacak verilere ulaşılmıştır. Elde edilen verilere göre hayvan sayılarının ilçelere göre dağılımı Çizelge 1’de gösterilmiştir.

Çizelge 1. Kahramanmaraş ili büyükbaş, küçükbaş ve kanatlı hayvan sayıları

İLÇELER	Büyükbaş (Adet)	Küçükbaş (Adet)	Kanatlı Kümes (Adet)	Toplam (Adet)
AFŞİN	33 250	61 000	49 502	143 752
ANDIRIN	21 500	51 000	25 775	98 275
ÇAĞLAYANCERİT	2 100	33 000	7 628	42 728
DULKADİROĞLU	26 500	25 000	23 063	74 563
EKİNÖZÜ	7 750	11 912	7 642	27 304
ELBİSTAN	38 500	70 600	61 736	170 836
GÖKSUN	19 000	62 000	52 633	133 633
NURHAK	2 200	23 000	7 335	32 535
ONİKİSUBAT	32 550	163 224	66 353	262 127
PAZARCIK	12 000	180 000	24 551	216 551
TÜRKOĞLU	15 890	72 600	59 766	148 256
TOPLAM	211 240	753 336	385 993	1 350 569

Hayvan sayılarından yararlanılarak literatürdeki farklı modellerin kullanılmasıyla, farklı miktarlarda biyogaz potansiyeli ve elektrik enerjisi üretim miktarı elde edilmektedir. Bu çalışmada, literatürde kullanılan farklı modellerle Kahramanmaraş ili biyogaz potansiyeli ve elektrik enerjisi potansiyeli belirlenmiştir. Bu çalışmada kullanılan modeller Çizelge 2’de verilmiş, bu modellerde kullanılan bazı değerler ise Çizelge 3’de verilmiştir.

Çizelge 2. Literatürde Verilen Farklı Modeller ve Kabuller

Denklemler	Model-I (Akbulut ve Dikici, 2004)	Model-II (Yokuş, 2011)	Model-III (Abdeshahian ve ark, 2016)	Model-IV (Çevik, 2016)	Model-V (Baran ve ark, 2017)
Gübre Miktarı (GM) (t y ⁻¹)	GM=HS×YGÜM	GM=HS×YGÜM	GM=HS×YGÜM	GM=HS×YGÜM	GM=HS×YGÜM
Katı Gübre Miktarı (GM _{katı}) (t y ⁻¹)	-	GM _{katı} =GM×KMO×EE	GM _{katı} =GM×KMO×EE	-	-
Biyogaz Miktarı (BM) (m ³ y ⁻¹)	BM=GM×HGEB	BM=GM _{katı} ×BDO	BM=GM _{katı} ×BDO	BM=GM×HGEB	BM=GM×HGEB
Biyogazın Enerji Değeri (BED)	4.7 kWh	BED=BM×BED (MJ kg ⁻¹) (BED= 22.7 MJ m ⁻³)	6 kWh m ⁻³	2.58 kWh	4.7 kWh
Yıllık Toplam Elektrik Üretim Miktarı (EÜ) (kWh)	EÜ=BM×BED	EÜ=BED×1000÷3600× EÜV _{net} (EÜV _{net} =0.4)	EÜ=BM × BED ×EÜV _{net} (EÜV _{net} =0.3)	EÜ=BM×BED	EÜ=BM×BED

HS: Hayvan Sayısı; **YGÜM:** hayvan başına yıllık gübre üretim miktarı (ton yıl⁻¹);

KMO: Katı madde oranı (%); **EE:** Elde edilebilirlik oranı (%);

BDO: Katı gübre biyogaz dönüşüm oranı; **HGEB:** hayvan gübresinden elde edilen biyogaz (m³);

BID: Biyogazın birim ısı değeri; **EÜV_{net}:** Net Elektrik Üretim Verimi (%)

Literatürde kullanılan modeller incelendiğinde;

Her bir modelde; gübre miktarları (GM), hayvan sayısı (HS) ile hayvan başına yıllık gübre üretim miktarları (YGÜM) çarpılarak bulunmuştur. Modellerde hayvan başına yıllık gübre üretim miktarı (YGÜM) farklı alınmıştır (Çizelge 3). Biyogaz miktarı üretiminde Model I, Model IV, Model V doğrudan gübre miktarını kullanırken, Model II ve Model III katı gübre miktarını (GM_{katı}) kullanmışlardır. Model II ve Model III katı gübre miktarını (GM_{katı}) hesaplarken, gübre miktarını (GM), katı madde oranını (KMO) ve elde edilebilirlik (EE) oranlarını çarparak elde etmiştir. Bu iki modelde gübre miktarı (GM) ve katı madde oranları (KMO) farklılık gösterirken elde edilebilirlik oranları (EE) aynı alınmıştır (Çizelge 3). Model V gübrenin yaklaşık 3⁻¹’ünün meralarda kaybolduğunu kabul ederken, Model I ve Model IV hesaplamalarında gübre kaybının olmadığını, Model II ve Model III ise gübre elde edilebilirlik oranlarını (EE) kullandığı görülmüştür. Modellerde; biyogazın enerji değerini (BED) Model II, biyogaz miktarı (BM) ile biyogazın ısı değerini (BID) çarparak bulmaktadır, diğer modellerde farklı sabit değerler alınmaktadır. Alınan sabitler (BED, EÜV_{net}) Çizelge 2’de verilmiştir.

Literatürde teorik biyogaz üretimi ile ilgili hesaplamalar yapılırken bazı kayıplar olduğu kabul edilmektedir. Bu kayıplardan bazıları aşağıda verilmiştir;

- Hayvan atığı toplamada, bazı hesaplamalarda gübre kaybının olmadığı kabul edilirken, bazı hesaplamalarda gübrenin yaklaşık 3⁻¹’ünün meralarda kaybolduğu kabul edilmiştir (Baran ve ark, 2017).

- Biyogaz tesislerinde üretilen enerjinin değerlendirilebilirliği, taşıma uzaklığına göre değişmektedir. Enerji gübreden üretiliyorsa 200 km, kesimhane atıklarından üretiliyorsa 700 km ve üzeri mesafelerde üretilen enerjide kayıp olduğu kabul edilmiştir (Özbaşer ve Erdem, 2013).
- Yaş hayvan gübrelerinin kurutulmasıyla, yaklaşık % 30 kütle kaybı olduğu kabul edilmektedir (URL-3).
- Hayvan atıkları içindeki inorganik malzemelerin (taş, metal, plastik vb.) ayrıştırılmasıyla kayıp yaşanmaktadır (URL-1).
- Biyogazdan elektrik enerjisi üretimi kojenerasyon sistemi ile yanma enerjisinin mekanik enerjiye dönüşümü yoluyla yapılmaktadır. Ancak kojenerasyon santrallerinin elektriksel verimi %35-40 aralığında değişmektedir (Kocabey, 2019).

Bu çalışmada farklı kayıpları gözönüne alan modeller kullanılmıştır. (Model V; Gübrenin yaklaşık 3⁻¹'ünün meralarda kaybolduğunu, Model II; Biyogaz, elektrik enerjisine dönüştürülerek değerlendirildiğinde; % 40 elektrik % 50 ısı verimi ve %10 kayıp enerjiyle çalışan bir kojenerasyon sistemiyle çalışıldığı, Model III'de ise kojenerasyon santralının elektrik veriminin %30 olduğu kabul edilmiştir. Model I, Model IV ve Model V hesaplamalarda doğrudan gübre miktarını kullanırken, Model II ve III katı gübre miktarını kullanmaktadır.)

Çizelge 3. Modellerde kullanılan Parametreler

Parametreler	Model I		Model II		Model III		Model IV		Model V	
Yıllık Gübre Üretim Miktarı (YGÜM) (t y ⁻¹)	Büyükbaş	3.6	Büyükbaş	9.855	Büyükbaş	8.213	Büyükbaş	3.6	Büyükbaş	3.6
	Küçükbaş	0.7	Küçükbaş	0.913	Küçükbaş	0.584	Küçükbaş	0.7	Küçükbaş	0.7
	Kanatlı Kümes	0.22	Kanatlı Kümes	0.037	Kanatlı Kümes	0.017	Kanatlı Kümes	0.22	Kanatlı Kümes	0.22
Katı madde oranı (KMO) (%)	-		Büyükbaş	15	Büyükbaş	25	-			
	-		Küçükbaş	30	Küçükbaş	25	-			
	-		Kanatlı Kümes	35	Kanatlı Kümes	29	-			
Elde edilebilirlik oranı EE (%)	-		Büyükbaş	50	Büyükbaş	50	-			
	-		Küçükbaş	13	Küçükbaş	13	-			
	-		Kanatlı Kümes	99	Kanatlı Kümes	99	-			
Katı gübre biyogaz dönüşüm oranı (BDO) (m ³ t ⁻¹)	-		Büyükbaş	200	Büyükbaş	600	-			
	-		Küçükbaş	200	Küçükbaş	400	-			
	-		Kanatlı Kümes	200	Kanatlı Kümes	800	-			
Hayvan gübresinden elde edilen biyogaz (HGEB)(m ³)	Büyükbaş	33	-		-		Büyükbaş	33	Büyükbaş	33
	Küçükbaş	58	-		-		Küçükbaş	58	Küçükbaş	58
	Kanatlı Kümes	78	-		-		Kanatlı Kümes	78	Kanatlı Kümes	78

Bulgular ve Tartışma

Kahramanmaraş İl Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü'nden alınan verilere göre büyükbaş, küçükbaş ve kanatlı kümes hayvan sayılarından elde edilen teorik gübre miktarları, biyogaz potansiyelleri, üretilen enerji ve

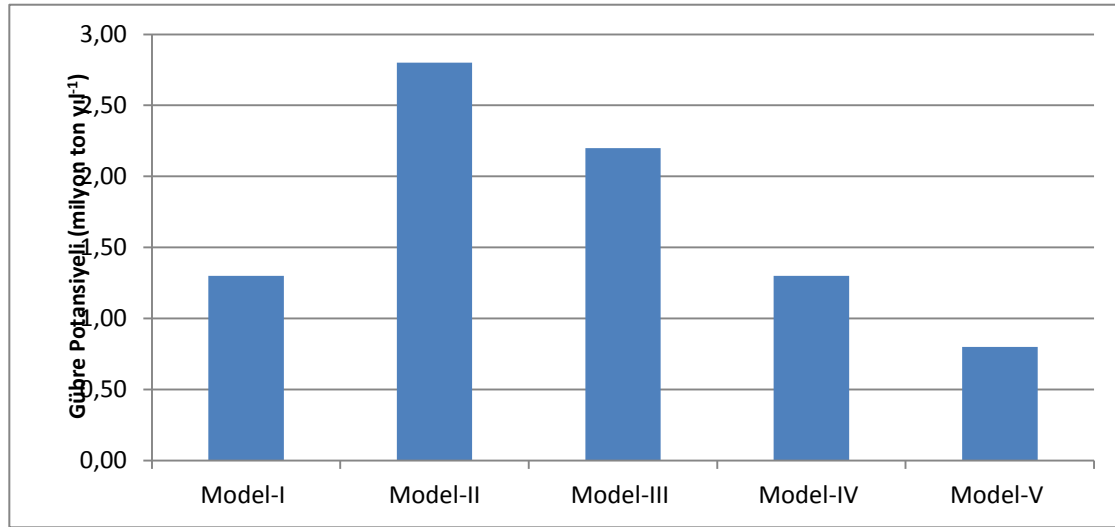
üretilen enerjinin tüketilen enerjiyi karşılama oranları hesaplanmış ve Çizelge 4, Çizelge 5, Çizelge 6 ve Çizelge 8'de verilmiştir.

Kahramanmaraş ilinin ilçelere göre beş farklı model ile hesaplanan yıllık teorik gübre potansiyeli Çizelge 4'de verilmiştir. Büyükbaş, küçükbaş ve kanatlı kümes hayvan varlıklarından faydalanılarak yapılan farklı hesaplamalar sonucunda teorik gübre potansiyelinin tüm modellerde en fazla Onikişubat ilçesinde, en az Nurhak ilçesinde olduğu görülmüştür. Model I ve Model IV'ün hesaplamalarında teorik gübre potansiyelleri eşit çıkmıştır (1 296 291.046 ton yıl⁻¹). Model II ve Model III 'ün hesaplamalarında teorik gübre potansiyel değerinin neredeyse birbirine eşit çıktığı görülmüştür. Model II 'de, hayvan başına yıllık gübre üretim miktarı, diğer modellere oranla yüksek olduğundan en fazla gübre potansiyeline (2 783 278.045 ton yıl⁻¹) sahip olduğu görülmüştür. Model V'de ise gübrelerin yaklaşık 3⁻¹'nin meralarda kaybolduğu kabulü yapıldığından en az teorik gübre potansiyel değerine (864 194.03 ton yıl⁻¹) sahip olduğu görülmüştür.

Çizelge 4. Literatürde verilen farklı modellere göre hesaplanan teorik gübrenin ilçelere göre dağılımı

İLÇELER	Model I (ton yıl ⁻¹)	Model II (ton yıl ⁻¹)	Model III (ton yıl ⁻¹)	Model IV (ton yıl ⁻¹)	Model V (ton yıl ⁻¹)
AFŞİN	163 489.044	385 148.073	309 502.70	163 489.044	108 992.7
ANDIRIN	113 667 .05	259 360.7875	206 776.11	113 667 .05	75 778.03
ÇAĞLAYANCERİT	30 827.816	51 086.422	36 643.54	30 827.816	20 551.9
DULKADİROĞLU	113 407.386	284 811.7995	232 610.06	113 407.386	75 604.86
EKİNÖZÜ	36 406.524	87 524.833	70 729.01	36 406.524	24 270.98
ELBİSTAN	189 198.192	446 093.364	358 425.67	189 198.192	126 252.07
GÖKSUN	112 957.926	245 741.1045	193 109.997	112 957.926	75 305.25
NURHAK	24 181.37	42 936.2275	31 619.98	24 181.37	16 120.88
ONİKİSUBAT	232 896.566	472 144.0345	363 729.54	232 896.566	155 264.38
PAZARCIK	169 740.122	283 406.1115	204 073.25	169 740.122	113 160.08
TÜRKOĞLU	109 338.852	225 024.909	173 876.69	109 338.852	72 892.568
TOPLAM	1 296 291.046	2 783 278.045	2 181 096.66	1 296 291.046	864 194.03

Hayvan varlıklarından üretilen yıllık toplam gübre potansiyelinin modellere göre değişimi Şekil 1'de gösterilmiştir. İl genelinde teorik gübre potansiyeli yılda yaklaşık 864 bin ton ile yaklaşık 2.8 milyon ton arasında değiştiği belirlenmiştir.



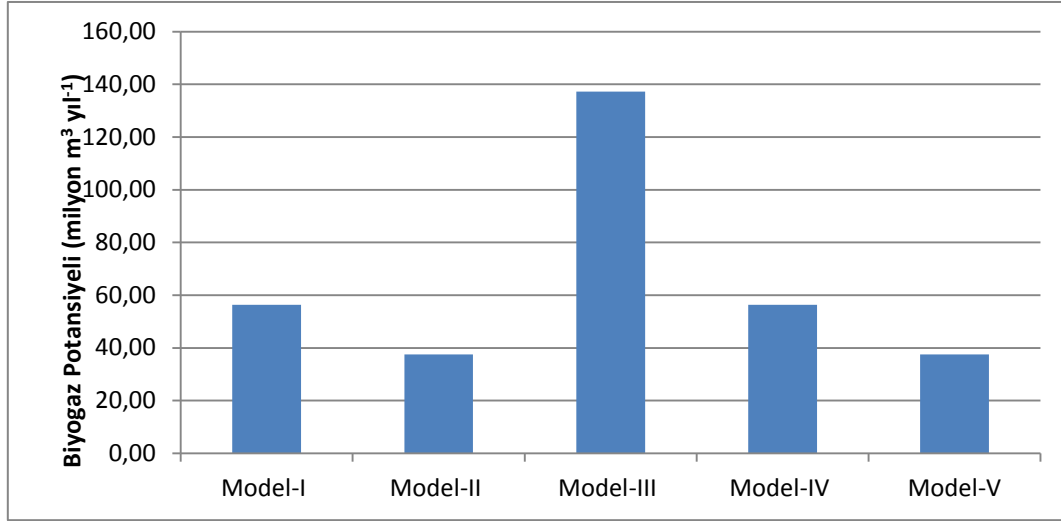
Şekil 1. Kahramanmaraş ili için literatürdeki farklı modellere göre toplam teorik gübre potansiyeli

Kahramanmaraş ilinin ilçeleri için beş farklı model ile hesaplanan yıllık teorik biyogaz potansiyel dağılımı Çizelge 5’de verilmiştir. Gübre potansiyeline bağlı olarak yapılan hesaplamalarda kullanılan beş farklı model sonucunda teorik biyogaz potansiyel değeri farklılıklar göstermiştir. Model I ve Model IV aynı denklem ve parametreleri kullandığından teorik biyogaz potansiyelleri eşit çıkmıştır ($56\,343\,117.59\text{ m}^3\text{ yıl}^{-1}$). Model II ve Model V ’nın teorik biyogaz potansiyel değerlerinin neredeyse birbirine eşit çıktığı görülmüştür. Model III ’de ise denklemlerde kullanılan katı gübre dönüşüm oranları (Çizelge 3) yüksek olduğundan en fazla değere ulaşılmıştır ($137\,286\,120.7\text{ m}^3\text{ yıl}^{-1}$). Model V ’de; 3^{-1} oranında gübre kaybı kabulü olduğu için en az ($37\,562\,078.34\text{ m}^3\text{ yıl}^{-1}$) teorik biyogaz potansiyel değerinin ortaya çıktığı görülmüştür. Model I, Model II ve Model V’e göre üretilen teorik biyogaz potansiyelinin en fazla Onikişubat ilçesinde, Model II ve Model III ’e göre ise teorik biyogaz potansiyelinin en fazla Elbistan ilçesinde olduğu görülmektedir.

Çizelge 5. Literatürde verilen farklı modellere göre hesaplanan teorik biyogazın ilçelere göre dağılımı

İLÇELER	Model-I ($\text{m}^3\text{ yıl}^{-1}$)	Model-II ($\text{m}^3\text{ yıl}^{-1}$)	Model-III ($\text{m}^3\text{ yıl}^{-1}$)	Model-IV ($\text{m}^3\text{ yıl}^{-1}$)	Model-V ($\text{m}^3\text{ yıl}^{-1}$)
AFŞİN	6 511 645.432	5 474 561.584	21 129 779.88	6 511 645.432	4 341 096.955
ANDIRIN	4 669 029.9	3 606 426.574	13 727 084.28	4 669 029.9	3 112 686.6
ÇAĞLAYANCERİT	1 602 369.648	564 604.6446	1 572 781.334	1 602 369.648	1 068 246.432
DULKADİROĞLU	4 202 776.108	4 153 636.705	16 599 148.78	4 202 776.108	2 801 850.672
EKİNÖZÜ	1 417 440.872	1 249 757.467	4 892 819.93	1 417 440.872	944 960.59
ELBİSTAN	7 546 098.976	6 349 916.125	24 482 487.64	7 546 098.976	5 030 732.58
GÖKSUN	4 864 718.228	3 383 092.542	12 372 074.18	4 864 718.228	3 243 145.452
NURHAK	1 207 746.86	507 471.0158	1 557 349.75	1 207 746.86	805 164.54
ONİKİSUBAT	10 607 696.15	6 141 287.166	21 538 278.53	10 607 696.15	7 071 797.432
PAZARCIK	8 775 729.516	3 117 150.527	8 850 428.5	8 775 729.516	5 850 486.344
TÜRKOĞLU	4 937 850.456	3 016 844.859	10 563 892.95	4 937 850.456	3 291 900.304
TOPLAM	56 343 117.59	37 564 771.97	137 286 120.7	56 343 117.59	37 562 078.34

Gübre potansiyeline bağlı olarak hesaplanan toplam biyogaz potansiyelinin modellere göre değişimi Şekil 2’de gösterilmiştir. İl genelinde yıllık teorik biyogaz potansiyeli yaklaşık 37.5 milyon m³ ile yaklaşık 137 milyon m³ arasında değiştiği belirlenmiştir.



Şekil 2. Kahramanmaraş ili için literatürdeki farklı modellere göre toplam teorik biyogaz potansiyeli

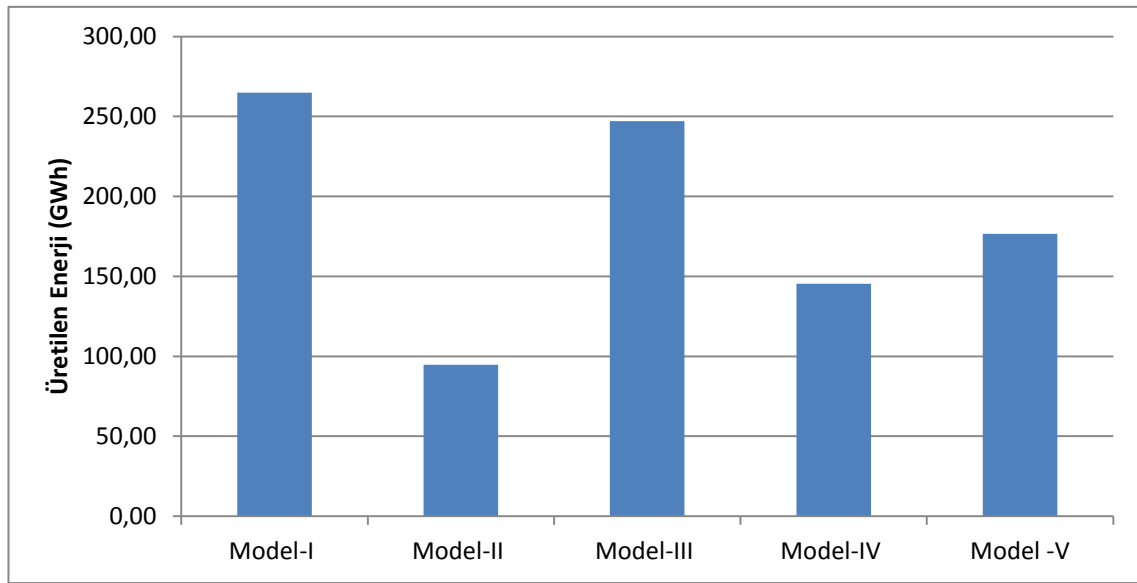
Kahramanmaraş ilinin ilçeleri için farklı modeller kullanılarak hesaplanan teorik üretilen enerji potansiyeli Çizelge 6’da verilmiştir. Biyogaz potansiyeline bağlı olarak yapılan hesaplamalarda, Model I, Model IV ve Model V’e göre üretilen enerjinin Onikişubat ilçesinde en fazla olduğu görülmektedir. Model II ve Model III’e göre ise üretilen enerjinin Elbistan ilçesinde en fazla olduğu görülmektedir. Model I ve Model IV’te biyogaz potansiyel miktarları eşit olmasına rağmen üretilen enerjinin farklı çıkmasının sebebi, biyogazın enerji eşdeğerinin farklı alınmasıdır (Model I için bu değer 4.7 kWh, Model IV için bu değer 2.58 alınmıştır). Kahramanmaraş ilinin biyogaz potansiyeline bağlı olarak hesaplanan teorik enerji üretim potansiyeli, farklı modellere göre hesaplanmış ve en fazla enerji üretiminin 264.8 GWh ile Model I’de, en az ise 94.8 GWh ile Model II’de olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 6. Literatürde verilen farklı modeller kullanılarak yapılan hesaplamalarda üretilen enerji potansiyeli

İLÇELER	Model-I (GWh)	Model-II (GWh)	Model-III (GWh)	Model-IV (GWh)	Model-V (GWh)
AFŞİN	30 .6	13. 8	38.03	16 .8	20 .4
ANDIRIN	22.0	9. 1	24.71	12. 1	14 .6
ÇAĞLAYANCERİT	7 .5	1. 4	2.83	4 .1	5 .0
DULKADİROĞLU	19 .8	10 .5	29.88	10 .8	13 .1
EKİNÖZÜ	6 .6	3 .1	8.81	3 .7	4 .5
ELBİSTAN	35 .5	16 .1	44.07	19 .5	23 .7
GÖKSUN	22 .9	8 .5	22.27	12 .6	15 .2
NURHAK	5 .6	1 .3	2.80	3 .1	3 .8
ONİKİSUBAT	49 .9	15 .5	38.77	27 .3	33 .2
PAZARCIK	41 .2	7 .9	15.93	22 .6	27 .5
TÜRKOĞLU	23 .2	7 .6	19.02	12 .7	15 .5
TOPLAM	264 .8	94 .8	247.12	145 .3	176 .5

Dört kişilik bir ailenin asgari yaşam standardına göre aylık elektrik tüketimi 230.4 kWh'tır (Seyhan ve Badem, 2018) . Bu değer yıllık yaklaşık 2 765 kWh'a tekabül etmektedir. Yapılan beş farklı model ile elde edilen veriler doğrultusunda Kahramanmaraş'ın yıllık biyogazdan elektrik üretim potansiyeli 94.8 GW ile 264.8 GW arasındadır. Bu durumda Kahramanmaraş ilinin biyogaz potansiyeli değerlendirildiği takdirde üretilecek enerji ile yaklaşık 34 286 ile 95 769 arası konutun elektrik ihtiyacının karşılanması mümkün olabilecektir.

Toplam üretilen biyogaz miktarına bağlı olan enerji üretim miktarının modellere göre değişimi Şekil 3'de gösterilmiştir. İl genelinde yıllık üretilen enerji potansiyeli 94.8 GWh ile 264.8 GWh arasında değiştiği belirlenmiştir.



Şekil 3. Kahramanmaraş ili için literatürdeki farklı modellere göre toplam teorik üretilen enerji

Beş farklı model ile hesaplanan elektrik enerjisi ile Kahramanmaraş'ta bulunan Afşin – Elbistan B Termik Santrali elektrik üretim miktarları Çizelge 7'de karşılaştırılmıştır. Afşin – Elbistan Termik Santrali B ünitesi 2016 verileri göz önüne alındığında burada üretilen enerjinin neredeyse yarıdan fazlasının Model I ve Model III'e göre elde edildiği görülmüştür. Model IV ve Model V'e göre ise Afşin – Elbistan B Termik Santrali elektrik üretiminin yaklaşık üçte birinden fazlasının, Model II'de ise neredeyse dörtte birinin üretileceği görülmüştür.

Çizelge 7. Literatürde verilen farklı modeller kullanılarak hesaplanan enerji potansiyelleri ile Afşin-Elbistan Termik santrali B ünitesinin 2016 yılı üretilen enerji potansiyelinin karşılaştırılması

	Model-I (GWh)	Model-II (GWh)	Model-III (GWh)	Model-IV (GWh)	Model-V (GWh)	Afşin-Elbistan-B (GWh) (URL-4)
Üretilen Enerji	264.8	94.8	247.12	145.3	176.5	428.1

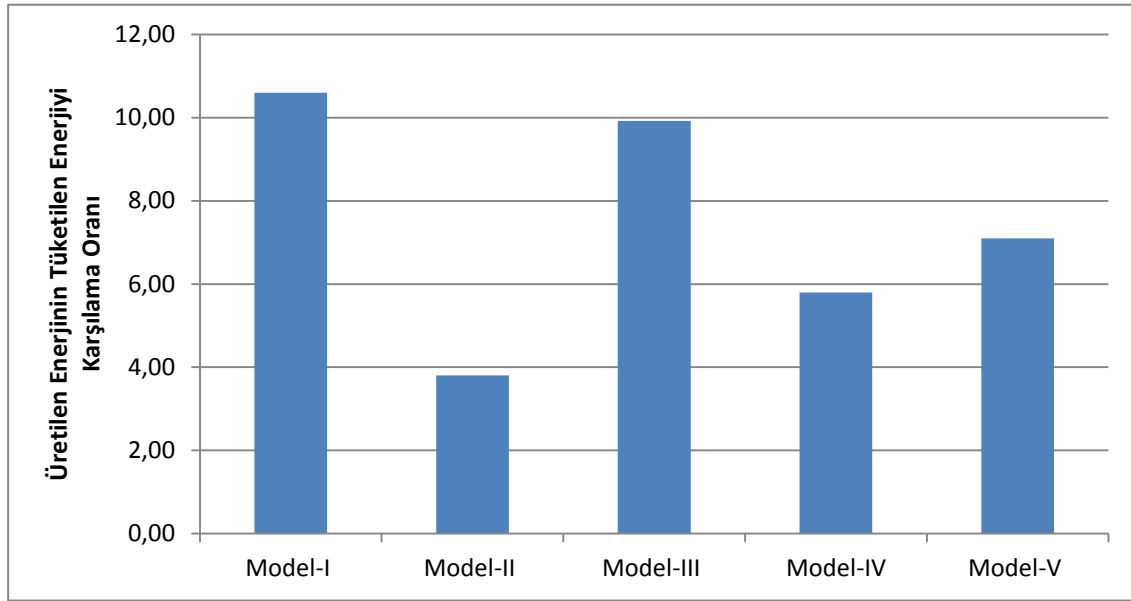
Kahramanmaraş Elektrik Dağıtım A.Ş. (Akedaş) 17 Nisan 2019 tarihinde ziyaret edilmiş ve çalışma kapsamında kullanılacak verilere ulaşılmıştır. Elde edilen verilere göre Kahramanmaraş ili 2018 yılı enerji tüketiminin ilçelere göre dağılımı ve Kahramanmaraş ili ilçeleri için farklı modeller sonucu üretilen enerjinin tüketilen enerjiyi karşılama oranları Çizelge 8’de gösterilmiştir. Model I’e göre Andırın, Çağlayancerit, Ekinözü, Göksun ve Nurhak ilçelerinde tüketilen enerjinin yarıdan fazlası; Afşin ve Pazarcık ilçelerinde dörtte birinden fazlası biyogaz ile karşılanabilmektedir. Model II’ye göre Andırın ve Ekinözü ilçelerinde tüketilen enerjinin dörtte birinden fazlası biyogaz ile karşılanabilmektedir. Model III’e göre Ekinözü ilçesinde tüketilen enerjinin tamamının, Andırın ilçesinin de tüketilen enerjinin ise neredeyse tamamının, Afşin ve Göksun ilçelerinde ise tüketilen enerjinin yarısının, Nurhak ilçesinde ise dörtte birinden fazlasının, Elbistan ilçesinin ise dörtte birinin biyogaz ile karşılanabileceği belirlenmiştir. Model IV’e göre Andırın, Ekinözü ve Nurhak ilçelerin de tüketilen enerjinin neredeyse yarısı, Çağlayancerit ve Göksun ilçelerinde ise tüketilen enerjinin dörtte birinden fazlası biyogaz ile karşılanabilmektedir. Model V’e göre ise Andırın, Ekinözü ve Nurhak ilçelerinde tüketilen enerjinin yarıdan fazlası, Afşin, Çağlayancerit ve Göksun ilçelerinin ise tüketilen enerjinin dörtte birinden fazlası biyogaz ile karşılanabilmektedir.

Çizelge 8. Kahramanmaraş İli ilçelerine göre yıllık tüketilen enerji miktarları ve üretilen enerjinin tüketilen enerjiyi karşılama oranı

İLÇELER	Tüketilen	Model-I	Model-II	Model-III	Model-IV	Model-V
	Enerji (GWh) (Akedaş, 2018*)					
AFŞİN	76.17	40.1	18.11	49.93	22	26.8
ANDIRIN	26.4	83	34.46	93.60	45.5	55.3
ÇAĞLAYANCERİT	13.17	57	10.63	21.49	31.1	38
DULKADİROĞLU	1 031.66	1.9	1.01	2.90	1.04	1.27
EKİNÖZÜ	8.34	79.1	37.17	105.63	44.36	54
ELBİSTAN	178.83	19.8	9.00	24.64	10.9	13.25
GÖKSUN	41.76	54.8	20.35	53.33	29.9	37
NURHAK	6.95	82	18.70	40.29	44.6	54.7
ONİKİSUBAT	615.6	8.1	2.51	6.30	4.5	5.4
PAZARCIK	154.39	26.7	5.11	10.32	14.7	17.8
TÜRKOĞLU	337.89	6.9	2.24	5.63	3.8	4.6
TOPLAM	2 491.10	10.6	3.80	9.92	5.8	7.1

(*Akedaş= Kahramanmaraş Elektrik Dağıtım A.Ş.)

Farklı modeller sonucu üretilen enerjinin tüketilen enerjiyi karşılama oranları Şekil 4’ de gösterilmiştir. Bu hesaplamalar sonucunda biyogaz ile Kahramanmaraş ilinin yıllık enerji tüketiminin yaklaşık %4 ile yaklaşık % 11 ’inin biyogaz ile karşılanabileceği belirlenmiştir.



Şekil 4. Literatürde verilen farklı modeller kullanılarak yapılan hesaplamalarda yıllık olarak üretilen enerjinin tüketilen enerjiyi karşılama oranı

Sonuç

Bu çalışmada Kahramanmaraş ilindeki hayvan (büyükbaş, küçükbaş ve kanatlı) atıkları kullanılarak, yıllık teorik biyogaz potansiyeli ve elektrik enerjisi literatürde beş farklı model kullanılarak incelenmiştir. Kahramanmaraş ili için yapılan bu çalışmada elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir;

- Teorik biyogaz potansiyelinin yılda, en az yaklaşık 37.5 milyon m³, en fazla ise yaklaşık 137 milyon m³ olduğu belirlenmiştir.
- Biyogaz potansiyel miktarından elde edilebilecek yıllık toplam elektrik enerjisi en az 94.8 GWh en fazla 264.8 GWh olarak hesaplanmıştır.
- Kahramanmaraş ilinin yıllık elektrik tüketimi (GWh) ile biyogazdan üretilebilen teorik enerji karşılaştırılmıştır. Üretilen enerji ile Kahramanmaraş'ın yıllık enerji ihtiyacının %3.8 ile % 10.6 arasında karşılanabildiği belirlenmiştir.
- Biyogazdan üretilen enerji ile, dört kişiden oluşan bir ailenin yaşadığı 34 286 ile 95 769 arasında değişen konutun yıllık elektrik ihtiyacının karşılanabildiği tespit edilmiştir.

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

- Abdeshahian, P., Lim, J.S., Ho, W.S., Hashim, H., Lee, C.T. (2016) Potential of biogas production from farm animal waste in Malaysia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 60(2016):714–723.
- Akbulut, A. ve Dikici, A. (2004) Elazığ ilinin biyogaz maliyet potansiyeli ve maliyet analizi. *Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları*, 2(2): 36-41.
- Aşçı, M.F., (2018), Hatay İli Biyogaz Enerji Potansiyelinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İskenderun Teknik Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay.
- Avan, H., (2014), Tokat İlindeki Hayvansal Atıkların Biyogaz Üretim Potansiyelinin Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Kullanılarak Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- Avcioğlu, A.O. ve Türker, U. (2012) Status and potential of biogas energy from animal wastes in Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(3) :1557-1561.
- Baran, M.F., Lüle, F., Gökdoğan, O. (2017) Adıyaman ilinin hayvansal atıklardan elde edilebilecek enerji potansiyeli. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 4(3): 245–249.
- Çağlayan G.H. ve Koçer N.N. 2014. Muş İlinde Hayvan Potansiyelinin Değerlendirilerek Biyogaz Üretimini Araştırılması. *Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 2(1) : 2147-7930
- Çevik, A., (2016), Çanakkale İli'ndeki Hayvansal Atıkların Biyogaz Potansiyelinin Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Çanakkale.
- Ersoy, A.E., (2017), Türkiye'nin Hayvansal Gübre Kaynaklı Sera Gazı Emisyonları Durumu ve Biyogaz Enerjisi Potansiyeli, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Güç, A., (2010), Büyükbaş Hayvan Atığından Biyogaz Üretimi ve Uşak İli İçin Çevresel Etkilerin Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Hammad, M., Badarneh, D., Tahboub, K.1999.Evaluating variable organic waste to produce methane. *Energy Conversion and Management*, vol. 40: 1463-1475.
- Kandemir, S.Y. ve Açıkkalp, E. (2019) Bilecik İli Hayvansal Atıklarının Biyogaz Potansiyelinin İncelenmesi. *BŞEÜ Fen Bilimleri Dergisi* 6 (1):104-108.
- Kocabay, S. (2019). Balıkesir İli İçin Hayvansal Atık Kaynaklı Biyogaz Potansiyelinin Belirlenmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (17): 234-243.
- Mandal, T. ve Mandal, N.K, (1997) Comparative study of biogas production from different waste materials. *Energy Conversion and Management*, vol.38: 679-683.
- Öçal, F., (2013), Biyogaz enerjisi üretimi ve Eskişehir İli için uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.

- Özbaşer, F.T. ve Erdem, E.(2013) Biyogaz Üretimi ve Kullanımı *Lalahan Hay. Araşt. Enst. Derg.*, 53(2) :115-124.
- Özsoy, G. Ve Alibas, I. (2015) GIS mapping of biogas potential from animal wastes in Bursa, Turkey. *Int J Agric & Biol Eng*, 8(1): 74–83.
- Öztuncay, M.K., (2009).Türkiye’de Biyogaz Enerjisinin Kullanılabilirliği ve Ekonomikliği , Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Park, Y. D., Lim, J. H., Park, N. J. (1981) Study On Biogas Generation From Animal Wastes. *Energy Resource and Management*, 21: 61-68.
- Seyhan, A.K. ,Badem, A. (2018) Erzincan İlindeki Hayvansal Atıkların Biyogaz Potansiyelinin Araştırılması. *A K SEYHAN/APJES*, 6(1): 25-35.
- Toprakçioğlu, G., (2016). Siirt ve Batman İllerinin Biyogazdan Elektrik Enerjisi Üretim Potansiyellerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Siirt Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Siirt.
- Ulusoy, Y., Arslan, R., Ulukardeşler, A., Kaplan, C., Kul, B., Arslan, R. (2015) Bursa İli Tarımsal Organik Atık Kaynaklı Biyogaz Potansiyeli ve Biyogazın Dizel Motorlarda Yakıt Olarak Kullanımının İncelenmesi, *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 29 (2): 39-45
- URL-1, Erişim Adresi: <http://www.eko-denge.com/biyogaz-tesisi-nasil-calisir/>, (ErişimTarihi:20.07.2020)
- URL-2, Erişim Adresi: <https://www.muhendisbeyinler.net/biyogaz-tesisleri-ile-isi-elektrik-uretimi>, (Erişim Tarihi:18.07.2020)
- URL-3, Batı Karadeniz Kalkınma Ajansı, 2019, Erişim Adresi: <http://bakkakutuphane.org/upload/dokumandosya/bartin-ili-biyogaz-ve-biyokutle-potansiyelinin-hesaplanmasina-yonelik-on.pdf> (Erişim Tarihi:23 Temmuz 2020)
- URL-4, Erişim Adresi: <https://www.enerjiatlası.com/komur/afsin-elbistan-b-termik-santrali.html> (Erişim Tarihi: 06.01.2020)
- Yeşilkaya, M.Ş., (2013). Hayvansal Atıklardan Biyogaz Üretimi ve Benzinli Motorlarda Kullanılabilirliğinin Deneysel Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Yılmaz, A., (2019) Türkiye’de Biyogaz Üretimi ve Kurulu Santrallerin Ürettiği Elektrik Enerjisi, *Ecological Life Sciences (NWSAELS)*, 14(1):12-28. DOI: 10.12739/NWSA.2019.14.1.5A0112.
- Yokuş, İ., (2011). Sivas İlindeki Hayvansal Atıkların Biyogaz Potansiyeli, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.



Evaluation of Nineteen Potato Cultivars for Salt Tolerance and Determination of Reliable Parameters in Tolerance^A

Cigdem AYDOGAN¹, Ece TURHAN^{1*}

Abstract: This investigation was aimed to explore the varietal differences in salinity tolerance of potato (*Solanum tuberosum* L.) plants by linking the overall salinity tolerance with changes in different morphological and physiological characteristics. Nineteen currently used potato cultivars were grown under controlled conditions in greenhouse at 25-18 (± 2) °C (day/night), 70% relative humidity under non-saline and 5dS m⁻¹ NaCl conditions for 90 days. For this purpose, tubers were planted in 14L pots, containing soil: peat: vermiculite (3:1:1). Salt treatment was started 1 week after all the seedlings where emerged. Salt stress tolerance of potato plants were determined with visual damage scale, cell membrane injury analysis and malondialdehyde (MDA) content, the indicator of lipid peroxidation. Leaf relative water content (RWC), loss of turgidity (LT) and total soluble protein (TSP) content were also examined. In addition, the protein profiles of leaf tissues of plants were evaluated by SDS-PAGE. In conclusion; among 19 potato cultivars evaluated cvs. Bettina, Challenger, Granola, Lady Claire, Musica and Orchestra were the most susceptible, cvs. Desiree and Russet Burbank were the most tolerant to salt stress. The data indicated that the low cell membrane injury and MDA content made cvs. Desiree and Russet Burbank relatively salt-tolerant cultivars. Besides, it is concluded that, visual damage scale and SDS-PAGE protein profiles also could be used as biomarkers in salt stress tolerance of potato cultivars.

Keywords: Ion leakage, lipid peroxidation, protein, salt injury, salt screening, *Solanum tuberosum* L.

^A This study is part of the Ph.D. thesis project of Cigdem Aydogan which is financially supported by Eskisehir Osmangazi University Research Foundation as project no. 201423A216.

* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** ¹Ece TURHAN, Department of Agricultural Biotechnology, Faculty of Agriculture, Eskisehir Osmangazi University, 26160, Eskisehir, Turkey, eturhan@ogu.edu.tr, [OrcID 0000-0003-0991-3802](https://orcid.org/0000-0003-0991-3802)

¹ Cigdem AYDOGAN, Department of Agricultural Biotechnology, Faculty of Agriculture, Eskisehir Osmangazi University, 26160, Eskisehir, Turkey, ciaydogan@ogu.edu.tr, [OrcID 0000-0003-4884-5304](https://orcid.org/0000-0003-4884-5304)

On Dokuz Patates Çeşidinin Tuza Toleranslarının Değerlendirilmesi ve Toleransta Güvenilir Parametrelerin Belirlenmesi

Öz: Bu çalışmada, genel tuzluluk toleransını farklı morfolojik ve fizyolojik özelliklerdeki değişiklikler ile ilişkilendirerek patates (*Solanum tuberosum* L.) bitkilerinin tuzluluk toleransındaki çeşit farklılıklarının araştırılması hedeflenmiştir. Ticari olarak kullanılan on dokuz patates çeşidi kontrollü serada 25-18 (± 2) ° C (gündüz/gece) sıcaklık, % 70 bağıl nem, tuz uygulanmayan ve 5 dS m⁻¹ NaCl koşulları altında 90 gün süre ile yetiştirilmiştir. Bu amaçla, yumrular toprak: torf: vermikülit (3:1:1) içeren 14L'lik saksılara dikilmiştir. Tuz uygulamalarına, tüm fidelerin çıkışından 1 hafta sonra başlanmıştır. Patates bitkilerinin tuz stresine toleransı, görsel zararlanma skalası, hücre membran zararlanma oranı ve lipid peroksidasyonunun göstergesi olan malondialdehit (MDA) içeriği ile belirlenmiştir. Yaprak oransal su kapsamı (YOSK), turgor kaybı (TK) ve toplam çözünür protein (TÇP) içeriği de incelenmiştir. Ayrıca bitkilerin yaprak dokularının protein profilleri SDS-PAGE ile değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, değerlendirilen 19 patates çeşidi içerisinde Bettina, Challenger, Granola, Lady Claire, Musica ve Orchestra çeşitlerinin tuz stresine en duyarlı, Desiree ve Russet Burbank çeşitlerinin ise tuz stresine en toleranslı çeşitler olduğu belirlenmiştir. Veriler, düşük hücre membran zararı ve MDA içeriğinin Desiree ve Russet Burbank çeşitlerini nispeten tuza toleranslı çeşitler yaptığını göstermiştir. Ayrıca, görsel zararlanma skalası ve SDS-PAGE protein profillerinin de patates çeşitlerinin tuz stresine toleransında biyobelirteç olarak kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: İyon sızıntısı, lipid peroksidasyonu, protein, *Solanum tuberosum* L., tuz taraması, tuz zararı.

Introduction

Stress is a sudden environmental change that disrupts an organism's homeostatic balance and outside of its optimal wishes (Bostock et al., 2014). Plants are subjected to many environmental (abiotic) stresses due to their sessile life. Salinity is one of the major abiotic stress factors that have serious effects on plant growth and development and affect agricultural production all over the world (Liang et al., 2018). Salt-affected areas are increasing rapidly, severely restricting agricultural production, especially in hot-arid and semi-arid regions (Belmecheri-Cherifi et al., 2019). Salinity is estimated to affect 7% of the world's agricultural areas, accounting for about one-third of irrigated agricultural land (Maršálová et al., 2016). On the other hand, the limited availability of good quality water resources has increased the use of saline water in irrigated agricultural systems in arid and semi-arid areas (Katerji et al., 2011).

A high concentration of intracellular NaCl leads to ionic and osmotic imbalance, which disrupts cellular ion homeostasis and water potential, resulting in metabolic degradation, growth retardation, and significant yield reduction (Singh et al., 2018). All major processes are affected, including photosynthesis, protein synthesis,

energy production, and lipid metabolism during the onset and development of salt stress (Parida and Das, 2005). In screening for salt stress, physiological criteria can provide more objective information than agronomic parameters or visual evaluation, especially when screening the characteristics of complex characters (Yeo, 1994). The main problem in this issue is the lack of well-defined plant indicators, which can practically be used by plant breeders to develop salinity tolerance in a number of important agricultural crops. This is partly due to the fact that salt tolerance mechanisms are so complex that the variation occurs not only among species, but also in many cases, between cultivars within a species (Ashraf et al., 2010).

There are many reports referring to screening for salt tolerance of cultivars, genotypes and lines of crops, such as chickpea (Arefian and Shafaroudi, 2015), potato (Zhang et al., 2005; Daneshmand et al., 2010), rice (Chunthaburee et al., 2016) and wheat (Jamali et al., 2015; Çiçek et al., 2018). Recent studies have shown that ion leakage, malondialdehyde (MDA), and leaf relative water content (RWC) can be used as direct indicators of salinity tolerance (Arefian and Shafaroudi, 2015; Singh et al., 2018). It has been determined that salt-sensitive plants tend to have more ion leakage than salt-tolerant plants (Ghoulam et al., 2002). For this reason, cell membrane damage is one of the most important parameters used for early detection and determination of tolerance between cultivars. In some species, it has been indicated that membrane permeability has changed before growth is reduced or severe chlorosis is observed (Mansour and Salama, 2004). Malondialdehyde is the decomposition product of polyunsaturated fatty acids of plant membranes under stress. Therefore, the ratio of lipid peroxidation level can be used as an indicator to assess the tolerance of plants to oxidative stress as well as the sensitivity of plants to salt stress (Jain et al., 2001). High salt concentrations in the soil reduce the plant's ability to absorb water, resulting in slower plant growth. Under stress conditions, plants are required to keep the internal water potential below water potential of the soil and maintain the turgor and water intake necessary for growth (Taibi et al., 2016). This requires an increase in osmosis through the uptake of soil solutes or the synthesis of metabolic (compatible) solutes. An approach to a better understanding of the mechanisms by which plants can respond to salt stress is to study proteins that specifically accumulate after plants are exposed to salinity (Sofy et al., 2017). Many studies have demonstrated that the accumulation of proteins is one of the changes induced by salinity in plants and involved in stress resistance mechanisms (Saleh et al., 2009; Sofy et al., 2017).

Besides its high nutritiousness, potato is one of the promising agricultural products to reduce hunger and poverty in the world with its high yield potential (more than 75% harvest index) (Thiele et al., 2010). For these reasons, researches on sustainable potato production play an important role for food safety and social continuity in the future under constantly changing environmental conditions (Aksoy et al., 2015). The growth and development of the potato plant, which is a temperate climate plant, is restricted due to drought, high-low temperature and salt stress (Kikuchi et al., 2015). According to Dajic (2006), potatoes with a soil salinity threshold of 1.7 dS m^{-1} are among the plants that are moderately sensitive to salinity. Changing climatic conditions combined with pressure on global food production due to population growth have increased the need for stress-tolerant plant cultivars (Newton et al., 2011). To increase the food supply, there is a need to produce salt-tolerant plants that can grow successfully in salt-affected soils. Hence, the aim of the current study was to

screen 19 potato cultivars in terms of salt stress and to define the salt tolerance levels of the cultivars and to which extent parameters are involved in functional salt stress response in potato based on the presence of variation, and to propose their use for rapid population/genotype/cultivar screening and salt tolerance breeding.

Material and Method

Plant materials and growth conditions: Nineteen potato cultivars were screened for salt tolerance during long-term (90 days) under non-saline and saline conditions. The information about the potato cultivars used in the experiment is given in Table 1.

Sterilization of potato tubers and pots used in the cultivation of plants in the experiment was done with sodium hypochlorite (NaOCl, 1%) solution. The sterilized tubers were pre-sprouted in a climate cabin (DAIHAN WGC-1000, South Korea) which was set to 25 °C temperature and 70% humidity. When the sprouts on the tubers reached ~0.5 cm (15 days later) they were taken to light environment and kept for 7 days at 18 °C and 70% humidity (Karakuş, 2008). Soil sterilization was done by autoclaving (ALP CLG 32L, South Korea) and plant growing medium was prepared with the sterilized soil.

The pre-sprouted potato tubers were planted into 14L pots containing a mixture of the soil, peat, vermiculite (3:1:1) (Celebi-Toprak et al., 2005) as two tubers in each pot. Some physical and chemical properties of the soil and growing medium used in the experiment are given in Table 2. The pots were placed in a controlled greenhouse [T max 25 (±2) °C; T min 18(±2) °C; RH70%]. Salinity application started one week after all the seedlings where emerged. Control plants were irrigated with tap water and salt stress conditions in the growing medium were provided with NaCl (5 dS m⁻¹). Fertilization (Root Star, AJE GMBH, Izmir, Turkey) was carried out with irrigation water when the potato plants had 3-5 leaves, in the period when plants were 25-30 cm height and every 15 days after this period. Oversupply (leaching fraction about 20%) ensured that the EC of the drain water (that was monitored) was practically the same as the EC of the salinity treatment.

Table 1. Characteristics of potato cultivars used in the experiment.

Cultivar	Country Origin	Maturity	Utilisation
Agata ¹	Netherlands	Early	Multi-purpose
Agria ¹	Germany	Intermediate to late	Multi-purpose
Banba ²	Ireland	Early	Multi-purpose
Bettina ¹	Germany	Intermediate	Multi-purpose
Challenger ²	Netherlands	Early	Multi-purpose
Desiree ¹	Netherlands	Intermediate to late	Multi-purpose
Granola ¹	Germany	Intermediate to late	Mealy and Multi-purpose
Hermes ¹	Austria	Early to intermediate	Multi-purpose
Innovator ²	Netherlands	Early to intermediate	Multi-purpose
Lady Claire ³	Netherlands	Early	Multi-purpose- Chips
Lady Olympia ³	Netherlands	Intermediate	Multi-purpose
Lady Rosetta ³	Netherlands	Early	Multi-purpose- Chips
Marfona ¹	Netherlands	Early to intermediate	Multi-purpose
Melody ³	Netherlands	Early	Mealy
Musica ³	Netherlands	Medium early	Mealy
Orchestra ³	Netherlands	Early	Mealy
Russet Burbank ¹	United States of America	Late to very late	Multi-purpose
Sultan Ecem ³	Turkey	Medium early	Mealy
Van Gogh ¹	Netherlands	Intermediate to late	Multi-purpose

¹ <https://www.europotato.org/countries>

² <http://varieties.ahdb.org.uk/varieties>

³ <http://www.inan-meijer.com/tr/cesitlerimiz>

Table 2. Some physical and chemical properties of the soil and growing medium used in the experiment

Properties	Soil	Growing medium
Saturation	46-48%	77%
Electrical Conductivity (EC) (Saturation)	1.71- 1.80 dS m ⁻¹	1.30
EC (Extract)	2,43-2.54 dS m ⁻¹	5.07
Physical Properties	13.47% clay, 40.58 %silt, 45.95% sand	7.67
Structure Class	loamy (L)	8.45
pH	-	7.67
Lime	-	8.45
Organic Matter	-	3.76
P(kg da ⁻¹)	-	3.95
K(kg da ⁻¹)	-	181
Field Capacity	26%	36%
Wilting Point	20%	27%

Sampling and measurements: Salt stress tolerance of potato cultivars was determined based on visual damage scale, cell membrane damage rate, MDA content, leaf RWC and loss of turgidity (LT), TSP amount and changes in protein profiles. Plants were scored for visible symptoms of salt injury at 15 days intervals 1 month after salt application started. The leaves, preferably from the third fully developed leaves from the top, were collected randomly from 3 plants of each cultivar 30-days, 60-days and 90-days after salt application started for

leaf cell membrane injury, MDA, leaf RWC and LT analyses. In addition, at the end of the experiment, one group leaf samples were frozen in liquid nitrogen and stored at -80°C until further protein analyses.

Cultivar tolerance according to salt stress visual damage scale: In order to determine salt-tolerant and sensitive cultivars, four pots were observed for each application from all cultivars and their averages were evaluated separately. For this purpose, the 0-5 scale for the potato plant developed by Celebi-Toprak et al. (2005) was used. According to this scale; 0 = No wilt in the plant, no damage to the leaf and stem, 1 = No wilt in the plant, minimal damage to the leaf and stem, 2 = No wilt in the plant, some damage to the leaf and stem, 3 = Wilt in the plant, damage in the leaf and stem, 4 = Lost of turgidity in plants, some damage to the leaf and stem, 5 = Completely lost of turgidity in plants, dead.

Cell membrane injury: Cell membrane damage was calculated as described previously by Arora et al. (1998) with minor modifications. Briefly, leaf discs of 1.5 cm diameter from each application were taken, after that the samples were washed in distil water, was lightly dried by towel and put into test tubes (a leaf disc was placed in each tube) containing 20 mL of distil water. The samples were incubated at 25 °C for 4 hours using an orbital shaker (Thermo Scientific MaxQ 4000, Massachusetts, USA) at 250 rpm before the electrical conductivity of each solution was determined by EC meter (Metler Toledo Seven Easy S30, Columbus, Ohio, USA) then immediately autoclaved (ALP CLG 32L, South Korea) at 121 °C for 20 minutes. After the samples were removed from the autoclave, they were incubated in the orbital shaker for 4 hours and then total conductivity was determined once more at room temperature with the EC meter. By this method, cell membrane injury was defined as the percentage of total ions present in the tissue.

Lipid peroxidation (MDA content): Lipid peroxidation in the leaf samples was evaluated according to Rajinder et al. (1981). Fresh leaf tissues (100 mg) were homogenized in trichloroacetic acid (TCA, 0.1%), so centrifuged (10 000 × g, 5 min, 4°C) (Beckman Coulter Allegra 64R, USA). Subsequently, supernatant was mixed with thiobarbituric acid (TBA, 0.5%) and incubated (30 min, 95°C). The reaction was terminated in an ice bath for then the aliquots were centrifuged (10 000 × g, 10 min, 25°C). The absorbance was recorded spectrophotometrically (Perkin Elmer Lambda 25, USA) at 532 nm and non-specific absorbance at 600 nm. The MDA concentration was determined using an extinction coefficient of 155 mM⁻¹ cm⁻¹.

Leaf relative water content (RWC) and loss of turgidity (LT): The analyses related to water status of the leaves (RWC, %; LT, %) were measured as described by Arefian and Shafaroudi (2015). Concisely, leaf discs (1 cm) were weighed and so put in a petri dish containing deionised water for 4 h, and then blotted and weighed, at room temperature for fresh weight (FW) and turgid weight (TW), respectively. For the dry weight (DW), leaf discs were oven-dried (48 h, 70 °C). Leaf RWC and LT were estimated as follows: $RWC = [(FW - DW) / (TW - DW)] \times 100$, $LT = (TW - FW) / TW \times 100$.

Total soluble protein (TSP) content and SDS-PAGE: The TSP content was determined by making some modifications in Shen et al. (2003)'s method. The TSP was extracted with a mortar and pestle from, 250 mg of leaf samples at 4°C with 1.0% polyvinylpyrrolidone (PVPP) and 1 mL of the extraction buffer containing 25 mM tris-base, 275 mM sucrose, 2mM ethylenediamine-tetraacetic acid (EDTA), 10 mM dithiothreitol (DTT),

0,5 mM phenylmethylsulfonyl fluoride (PMSF). The extract was centrifuged ($10\ 000 \times g$, 10 min, 4 °C) (Beckman Coulter Allegra 64R, USA) and so was used for the Bradford assay (Bradford, 1976). Discontinuous sodium dodecyl sulfate polyacrylamide gel electrophoresis (SDS-PAGE) was performed with a PROTEAN tetra vertical electrophoresis unit (Bio-Rad, Hercules, CA, USA) using “TGX™ FastCast™ premixed acrylamide solutions” kit (Bio-Rad, Hercules, CA, USA). An equal amount of total protein (7.5 µg) was loaded for each sample and gels were stained with Coomassie Brilliant Blue G-250. Protein bands were examined in the imaging system (Vilber, Quantum ST4 Gel Imaging System, France). The SDS-PAGE molecular weight standard (SERVA, Pretained Broad Range SDS-PAGE standard) was used during electrophoresis of the samples.

Statistical analyses: The experiment was arranged in a completely randomized design. The experimental groups were consisted of three replicates with six tubers at each replicate. The suitability of the data to normal distribution was tested with the Shapiro-Wilks test. In the case of normal distribution of the data, analyses were done with parametric tests, in other cases non-parametric tests. Variance analysis, paired t test, Friedman test and Wilcoxon test were used for repeated measurements in the comparison of dependent groups. In comparison of independent groups, Kruskal Wallis test and Mann Whitney U test were used. Statistical analyses were made with SPSS v.22 package program (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). Statistical significance level was taken as $\alpha = 0.05$.

Result and Discussion

Cultivar tolerance according to salt stress damage scale: The extent of damage (0-5 scale) determined by considering morphological changes in potato cultivars at 15 days intervals is given in Fig. 1A. According to the evaluations, it has been observed that cvs. Desiree, Hermes, Innovator, Lady Olympia, and Russet Burbank had a minimum average damage score both for each sampling period and at the end of the experiment. The Bettina, Granola, Lady Claire, Lady Rosetta and Orchestra cultivars were found to have the highest damage values. It was indicated that as the duration of exposure to salt stress increased, the damage occurring in the cultivars also increased, and statistically significant differences were found between the sampling times based on cultivars. Statistically significant differences were determined among the cultivars at each sampling time (30 and 45 days, $p \leq 0,001$; 60, 75, 90 days, $p = 0.001$).

It was determined that short- and medium-term salt stress ($5\ \text{dS m}^{-1}\ \text{NaCl}$) did not affect the vitality of potato plants very much, as the duration of salt exposure increased, it was observed some damages in the leaves and shoots of the plants, and even some plants completely lost their turgidity according to the sensitivity of the cultivar (Fig.1B). According to the evaluations made at the end of 30, 45, 60, 75 and 90 days in plants exposed to salt stress; It has been observed that cvs. Desiree, Hermes, Innovator, Lady Olympia, Russet Burbank had a minimum average damage scores at each sampling time and at the end of the experiment. However, cvs. Bettina, Granola, Lady Claire, Lady Rosetta and Orchestra varieties were found to have the highest damage value. Besides death of the plant, salt stress causes quality loss, necrosis and prevents growth and yield depends on the

tolerance situation (Dajic, 2006). In all cases, the first visible symptoms of salt are these kinds of necrosis. Similar results were obtained in potato (Celebi-Toprak et al., 2005), strawberry (Turhan and Eris, 2005) and rice (Chunthaburee et al., 2016). However, as screening for salt tolerance based on visible symptoms is suitable for susceptible crops (Dajic, 2006).

Cell membrane injury: The percentage of cell membrane injury from the leaves of nineteen potato cultivars is shown in Fig.2A. At the end of 30-days, when the percentage of damage from the leaves of the cultivars was evaluated; while cvs.Vangogh (6.60%), Orchestra (6.63%), Granola (6.77%), Agria (6.83%) and Lady Rosetta (6.97%) had the highest proportional injury, the cv. Desiree had the lowest damage value with a 0.42% cell membrane injury percentage. According to the data of the end of 60-days, when the average cell membrane damage values were evaluated; cvs. Agria (82.24%) and Musica (81.14%) had the highest injury values, while cvs. Russet Burbank (7.65%) and Desiree (8.50%) had the lowest damage values. When the leaf damage percentage of plants exposed to NaCl for 90-days was evaluated, it was determined that cvs. Granola (53.1%) and Bettina (51.65%) had the highest damage values and cvs. Desiree (6.56%), Russet Burbank (8.01%) and Innovator (11.22%) had the lowest damage values. Statistically significant differences were found between the cultivars at each sampling time ($p \leq 0.001$) and between sampling times for each cultivar (for Banba $p=0.039$; for Sultan Ecem and Van Gogh, $p=0.050$; for all other cultivars $p=0.018$).

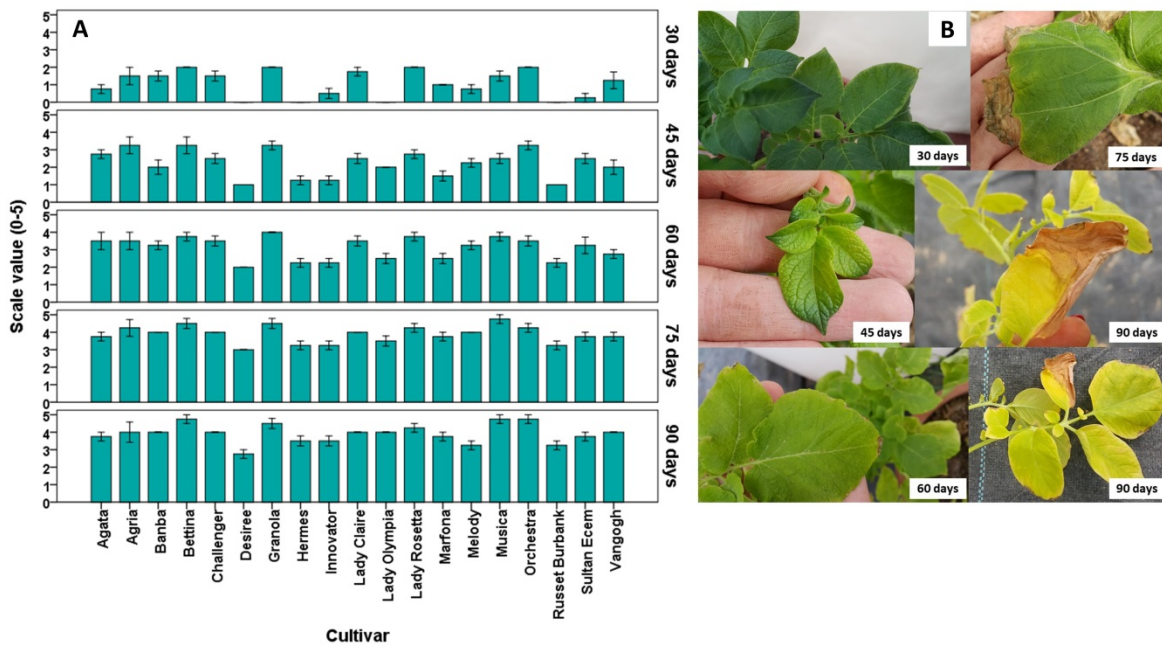


Figure 1. Distribution of the injured plants to injury degrees due to 5 dS m^{-1} NaCl application (Panel A). Error bars represent \pm SE of three replications. Morphological changes of potato plants' leaves at 15 days of interval due to NaCl application (Panel B)

The cell membrane damage rates and time-dependent changes in the leaves of the varieties are parallel with phenotypic damage scale values. At the end of the salt application, it was indicated that cvs. Bettina, Granola, Musica and Orchestra had the highest rate of cell membrane damage, whereas cvs. Desiree, Melody and Russet Burbank had the lowest cell membrane damage value. Plasma membrane is the first region affected by stress conditions (Hasegawa et al., 2000). Under environmental stresses, plant cell membranes undergo changes that result in a lack of integrity and therefore increase in permeability (Taibi et al., 2016). Hence, the ability of the cell membrane to control the speed of ion traffic inside and outside cells is used as a symptom of membrane damage (Hosseini-Boldaji et al., 2017). Al-Hussaini et al. (2015) indicated that significant differences were found among potato cultivars in injury % under salt stress, "Riviera" had the lowest injury % and considered as a salt tolerant genotype, while "Arnova" had the highest injury % and considered as a salt sensitive genotype. Similarly, Faried et al. (2016) showed that N-Y LARA potato cultivar with lower ion leakage amount and higher membrane stability index (MSI) was more tolerant than cv.720-110 NARC to salinity stress. It is thought that the tolerance of cultivars exposed to salt stress may be due to their sugar-accumulating capacities during stress as sucrose interacts with the cellular membranes to increase the stability of the lipid layers (Arefian et al., 2014).

Lipid peroxidation (MDA content): The changes in MDA content in the leaf tissues of potato cultivars are shown in Figure 2B. According to the average values at the end of 30-days applications, the maximum MDA content occurred in cv. Agria (151.50 nmol g FW⁻¹), whereas the minimum MDA content occurred in cvs. Lady Claire (46.29 nmol g FW⁻¹), Hermes (49.91 nmol g FW⁻¹) and Desiree (50.47 nmol g FW⁻¹). When the applications were compared, the MDA content of the control treatment was 56.80 nmol g FW⁻¹ while the MDA content of the 5 dS m⁻¹ NaCl treatment was 91.92 nmol g FW⁻¹.

When the average MDA contents were evaluated according to the values at the end of 60-days application, cvs. Agria (97.20 nmol g FW⁻¹) and Granola (92.70 nmol g FW⁻¹) had the highest average MDA content, while cv. Lady Claire had the lowest MDA content with 47.56 nmol g FW⁻¹. When the applications were compared, the content of MDA, which was 54.93 nmol g FW⁻¹ in the control, was 76.47 nmol g FW⁻¹ by NaCl application. Accordingly, the difference between cultivars and applications was found statistically significant. In addition, the interaction between cultivar and NaCl applications was found to be significant at the 5% level. When the average content of MDA in the leaves was evaluated on the 90th day after NaCl application was started; cv. Lady Claire had the highest MDA content with 75.95 nmol g FW⁻¹, while cv. Desiree had the lowest MDA content with 29.11 nmol g FW⁻¹. There were statistically significant differences between the sampling times in cvs. Agria and Granola (p≤0.001), Banba and Lady Rosetta (p=0.002), Bettina and Innovator (p=0.030), Desiree (p=0.001), Lady Claire (p=0.010), Lady Olympia and Musica (p=0.034). Statistically significant differences were determined between cultivars on the 30th and 60th days (p≤0.001).

Production of MDA due to damage to the cell membranes is a response of plants to environmental stress, especially salinity (Dehnavi et al., 2017). The accumulation of MDA, a lipid peroxidation product, is considered an appropriate biomarker used to assess free radical levels and membrane damage in living cells (Arefian et al., 2014; Dehnavi et al., 2017; Singh et al., 2018). It is thought that low lipid peroxidation in salt tolerant plants results from more effective antioxidant defence systems (enzymatic and non-enzymatic) that reduce membrane

damage against the effect of free radicals (Azevedo Neto et al., 2006). Salt tolerance mechanisms in potato are not adequately understood, but comparison of sensitive and tolerant cultivars has revealed many parameters associated with salt stress tolerance, such as accumulation of MDA in tolerant cultivars (Sobhanian et al., 2011). The MDA levels in potato micro tubers have been found to increase significantly under *in vitro* salt stress (Zhang et al., 2005). In a study in which responses of wild potato species to NaCl stress (0, 40, 80 and 120 mM NaCl) were investigated *in vitro*, it was determined that salinity increased the lipid peroxidation and the percentage of ion leakage in *S. stoloniferum* and *S. bulbosum* (Daneshmand et al., 2010). However, the same authors remarked that the content of lipid peroxidation and ion leakage was not affected by salinity in *S. acaule* (tolerant cultivar). Jbir-Koubaa et al. (2015) have also shown that potato hybrid lines limiting MDA accumulation after 8 days of NaCl application were more salt tolerant than BF15 parent line.

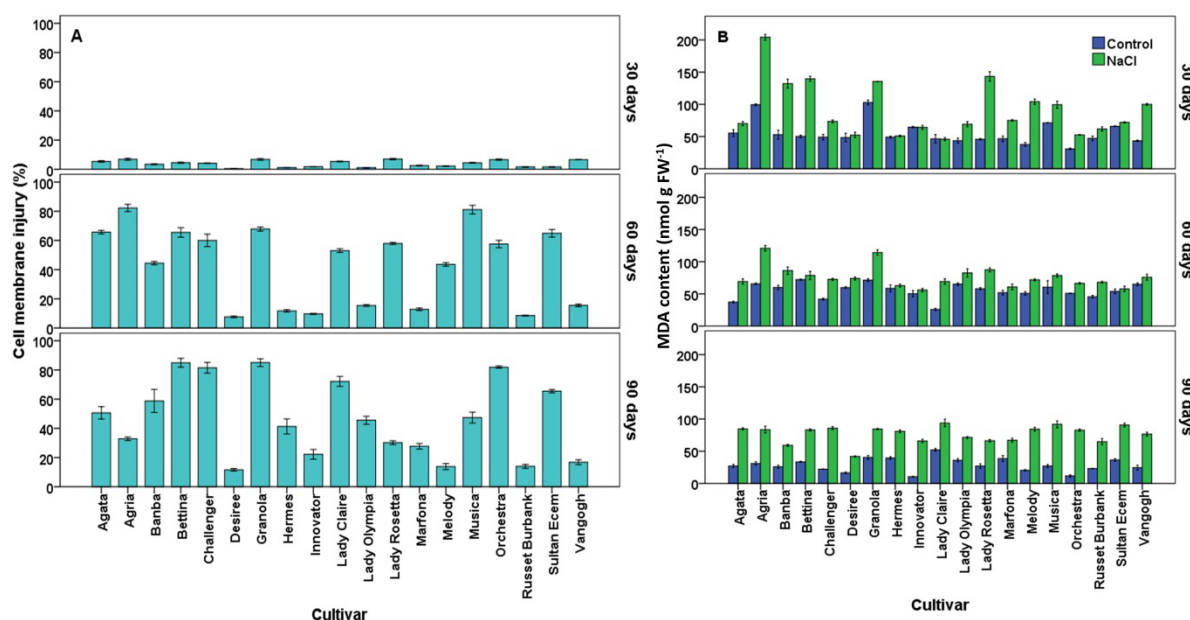


Figure 2. The percentage of cell membrane injury (Panel A) and malondialdehyde (MDA) content (Panel B) of nineteen potato cultivars. Error bars represent \pm SE of three replications

Leaf relative water content (RWC) and loss of turgidity (LT): The leaf RWC values of the cultivars are shown in Fig. 3A. When the average leaf RWC percentages were evaluated according to 30-days NaCl applications and cultivars, it was determined that the cv. Challenger had the highest leaf RWC value with 74.10%, while the cv. Van Gogh (63.70%) had the lowest leaf RWC value. When the applications were compared, the leaf RWC value of the control application was 69.25%, while the leaf RWC value of the NaCl application (5 dS m⁻¹) was 66.64%. The difference between cultivars was found statistically significant ($p = 0.022$). At the end of the 60-days NaCl application when the average leaf RWC values were evaluated, cv. Challenger had the highest leaf RWC (74.72%), while cv. Van Gogh had the lowest leaf RWC (62.12%). Based

on the average values of data from the applications, the average leaf RWC content in control plants (74.21%) was significantly higher ($p=0,009$) than that in the NaCl treatment plants (66.61%). When the average leaf RWC values were evaluated according to applications and cultivars, it was determined that cv.Lady Claire had the highest leaf RWC with 83.00%, while cvs. Orchestra and Granola cultivars had the lowest leaf RWC value with 5 dS m⁻¹ NaCl application for 90 days. When the applications were compared, the leaf RWC value of the control application was 79.74%, while the leaf RWC value of the NaCl application (5 dS m⁻¹) was 68.12%, so the difference between the cultivars was statistically significant ($p=0.009$).

The changes in LT values of potato cultivars are given in Figure 3B. When the average LT values were evaluated according to 30-days NaCl applications and cultivars, it was determined that the cv. Van Gogh had the highest LT value with 32.23%, while the cv. Challenger had the lowest LT value with 23.30%. When the applications were compared, the LT value was 28.06% in control treatment plants and 30.33% in NaCl treatment plants. The difference between the cultivars was statistically significant ($p=0.024$). At the end of the 60-days NaCl application the maximum LT value occurred in cv. Vangogh (33.16%), whereas the minimum LT value occurred in cv. Lady Claire (21.02%). When the applications were compared, the LT value of the control treatment plants was 24.86% while the LT value of the 5 dS m⁻¹ NaCl treatment plants was 30.24%. The difference between the cultivars was statistically significant ($p=0.001$). When the average LT values were evaluated according to the applications and cultivars; it was indicated that cv. Granola had the highest LT value (37.76%), while cv.Lady Claire had the lowest LT value (15.61%) with 5 dS m⁻¹ NaCl application for 90 days. When the applications were compared, LT value, which was 18.41% in control treatment plants, was 28.26% with NaCl treatment plants. The difference between cultivars was found statistically significant ($p = 0.004$).

Plant water relationships explain the way it follows in controlling water loss in plant cells, which are effective in physiological and metabolic processes that determine the amount and quality of growth (Passioura, 2010). In potato plants, leaf water potential and osmotic potential decreased with increasing NaCl concentrations (Heuer and Nadler, 1998). It was determined that a positive turgor was maintained during the growth period of potato plants (*Solanum tuberosum* L. cv. Desiree). It is thought that this is due to osmotic regulation of plants and is achieved under salinity, mainly by accumulation of chloride and proline, and under water deficiency, it is likely due to cell wall elasticity or change of cell size (Heuer and Nadler, 1998). A plant exposed to salinity balances the water potential with water loss, which leads to a decrease in osmotic potential and turgor. This creates chemical signals that can trigger adaptive responses (Hasegawa et al., 2000). Plants with salt stress tolerance have higher levels of leaf RWC under salt stress because they have a higher ability to absorb and hold water (Hu et al., 2013; Singh et al., 2018). At the same time, plants can control their growth under salt stress by reducing water loss due to reducing transpiration from above ground parts or by increasing water uptake by sending more assimilates into the root system (Nunes et al., 2008; Singh et al., 2018). Osmoprotectant compounds reduce the osmotic potential of the cell, allowing water potential to be recovered. This results in plants receiving more water from the root zone, which can immediately buffer the effect of water deficiency and enable them to perform their metabolic activities more efficiently during stress (Ashraf and Foolad, 2007; Singh et al., 2018).

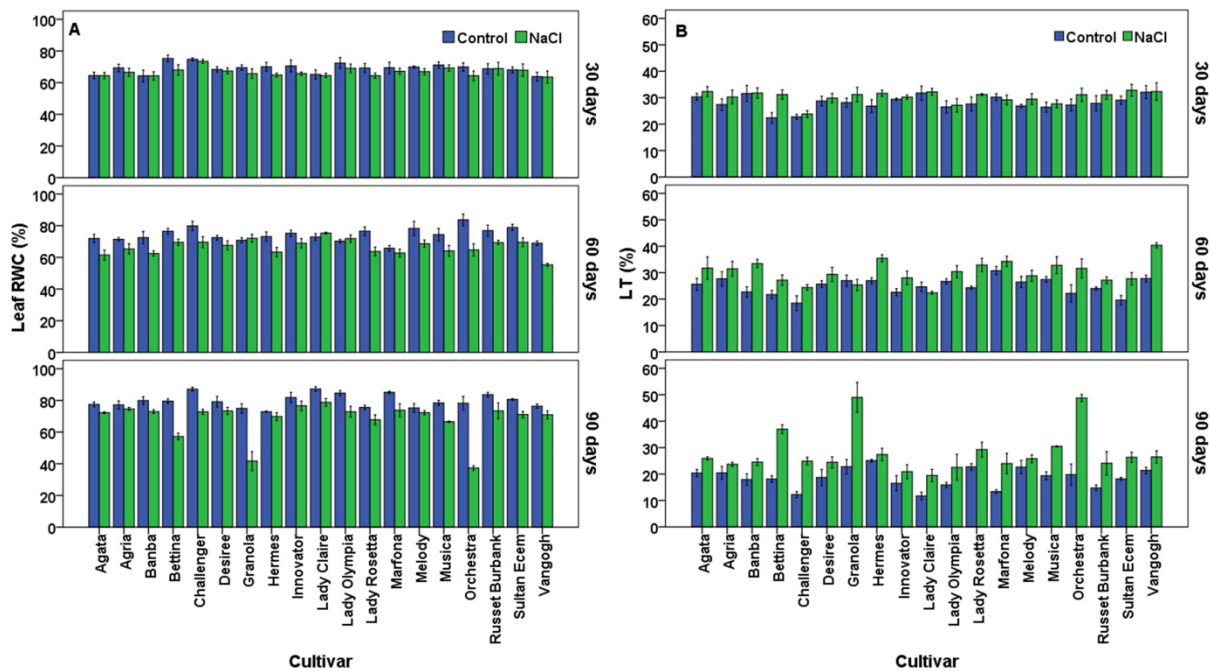


Figure 3. The effects of NaCl application on leaf RWC (Panel A) and LT (Panel B) of nineteen potato cultivars. Error bars represent \pm SE of three replications.

Total soluble protein (TSP) content and SDS-PAGE: The content of TSP in the leaf tissues of potato cultivars is given in Figure 4. When the content of TSP on the leaves according to the cultivars evaluated at the end of 90 days; cv. Agata had the highest ($21.64 \text{ mg protein g FW}^{-1}$) TSP content, cvs. Bettina ($18.42 \text{ mg protein g FW}^{-1}$), Banba ($17.15 \text{ mg protein g FW}^{-1}$), Agria ($15.36 \text{ mg protein g FW}^{-1}$) and Desiree ($14.85 \text{ mg protein g FW}^{-1}$) cultivars followed this cultivar, respectively. The Innovator ($6.97 \text{ mg protein g FW}^{-1}$), Lady Claire ($7.17 \text{ mg protein g FW}^{-1}$), Melody ($7.29 \text{ mg protein g FW}^{-1}$) and Lady Olympia ($8.00 \text{ mg protein g FW}^{-1}$) cultivars had the lowest leaf TSP content. The difference between cultivars was found statistically significant on the base of applications and was calculated as $p = 0.001$ in the control and $p \leq 0.001$ in the NaCl application.

One of the important mechanisms that plants use to deal with osmotic stress conditions is the synthesis of proteins by the task of osmotic regulation (Ashraf and Harris, 2004). The reason that salt stress at low concentrations increases the content of TSP in leaves is thought to be related to the synthesis of new stress proteins, while the decrease in TSP content at higher stress levels is associated with decrease in photosynthesis (Abdoli Nejad and Shekafandeh, 2014). It was found that the content of TSP in the leaf increased in severe salinity conditions, especially in tolerant species, and this provided better photosynthesis and plant growth by increasing water osmotic potential with water intake in olive (Brito et al., 2003), in corn (Azevedo Neto et al., 2006) and in almond (Zrig et al., 2015). Although TSPs of the potato plants have been reported to decrease in saline conditions (Zhang et al., 2009), the expression of defence-related proteins has been found to increase

under salt stress, and it has been suggested that these are involved in the salt stress tolerance mechanism in the potato plant (Aghaei et al., 2008).

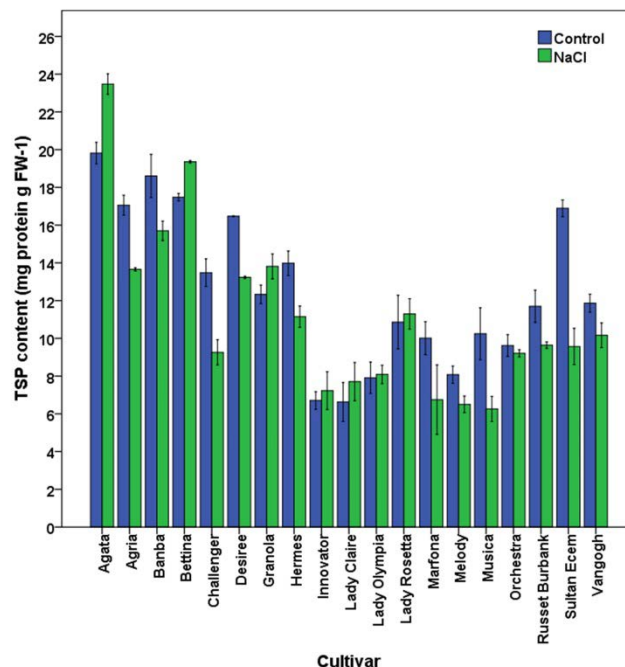


Figure 4. The effects of NaCl application on TSP content of nineteen potato cultivars. Error bars represent \pm SE of three replications.

Depending on NaCl application (5 dS m^{-1}) in leaf tissues of potato cultivars, many protein bands that have changed after 90 days have been identified (Figure 5). However, it was only focused on bands that change along with stress. According to this, the bands observed to be different between the cultivars, the bands that were not observed in the NaCl application when they were present in the control sample or were not found in the control application while appearing in the NaCl application, and the bands with increasing/decreasing intensity according to the applications were selected by association with salt stress.

Although their density was different in the leaf tissues of all cultivars, 9 protein bands (149 kDa, 139 kDa, 105 kDa, 69 kDa, 57 kDa, 45 kDa, 26 kDa, 19 kDa, 11 kDa), which were generally decreased and/or disappeared by salt stress, have been identified. In addition, a total of 8 protein bands (269 kDa, 205 kDa, 185 kDa, 127 kDa, 84 kDa, 62 kDa, 31 kDa, 22 kDa) specific to some cultivars, salt-induced or disappeared, were detected. It was determined that 269 kDa size protein band in cv. Desiree, and 205 kDa and 185 kDa sizes bands in cvs. Challenger and Sultan Ecem disappeared by salt stress. Five new protein bands formed under salt stress were identified in cvs. Marfona (127 kDa), Agata (84 kDa, 31 kDa), Bettina and Innovator (84 kDa, 62 kDa), Melody (84 kDa), Sultan Ecem (62 kDa), Lady Claire and Lady Rosetta (22 kDa) (Figure 5).

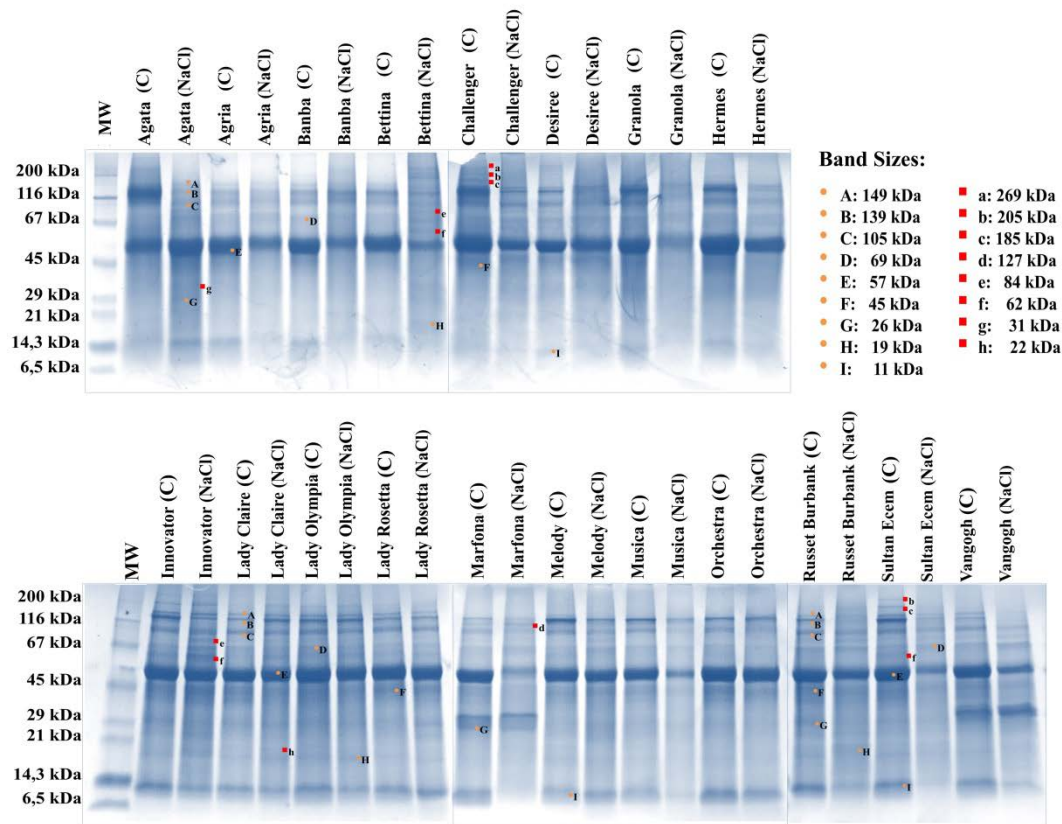


Figure 5. The effects of NaCl application on protein profile of nineteen potato cultivars. Bands common to all varieties are shown in capital letters, and bands specific to varieties are shown in lower case (C: Control, MA: Molecular weight standard)

Due to the importance of proteins as functional molecules in controlling cellular processes, it is important to investigate protein pattern changes between contrast genotypes by using SDS-PAGE at critical stress time points (Arefian et al., 2014). In the samples taken from shoots and roots of the potato plant under salt stress conditions, 47 differently expressed protein points with an increase in expression of 20 and a decrease in expression of 27 were identified (Aghaei et al., 2009). An increase in the expression of various defence-related proteins, including osmotin-like protein, various heat shock proteins, and calreticulin, has been detected in the salt-tolerant potato cultivar (Kennebec) (Aghaei et al., 2009). The increased amount of protein due to salt stress is also based on the increase in expression of proteins that exist as much as newly formed proteins (Dubey and Rani, 1989). In addition, the decrease in the amount of protein is based on the denaturation of enzymes involved in the synthesis of amino acids and proteins under salt stress conditions, the decrease in the utility of amino acids and the resulting decrease in protein synthesis (Popova et al., 1995). It was determined that the protein content decreased (Heuer and Nadler, 1998) in potato plants exposed to salt stress. In salt-tolerant cultivars, a higher concentration of protein is produced due to the higher efficiency of the osmotic regulation mechanism, which leads to a

decrease in sodium toxicity in the cytoplasm compared to sensitive varieties. As a result, protein degradation is prevented in tolerant cultivars under salt stress (Jamali et al., 2015).

Conclusions

The results of the screening studies revealed important information and differences in terms of tolerance among potato cultivars. At the end of the salt stress application, among 19 potato cultivars evaluated cvs. Bettina, Challenger, Granola, Lady Claire, Musica and Orchestra were the most susceptible, cvs. Agata, Agria, Banba, Lady Rosetta, Sultan Ecem, Hermes, Innovator, Lady Olympia moderately tolerant, cvs. Marfona, Melody, Van Gogh tolerant, cvs Desiree and Russet Burbank were the highly tolerant to salt stress, respectively. Leaf RWC and LT were not related to higher salt tolerance of the potato cultivars. Besides, it is concluded that, visual damage scale, cell membrane injury and MDA analysis could be used as biomarkers in salt stress tolerance of potato cultivars. The results also suggest that, although TSP content is not an effective parameter, SDS-PAGE protein profiles represent adaptive mechanisms to cope with excessive salt in potato cultivars. It is thought that these results will facilitate the choice of cultivars for both producers and breeders.

Acknowledgement

The authors would like to thank to Eskisehir Osmangazi University Research Foundation for financially supporting this research. All authors participated in the conception of the topic. All authors read and approved the final manuscript after critically revising it for important content. The authors declare that there is no conflict of interest regarding the publication of this article.

References

- Abdoli Nejad, R. and Shekafendeh, A. 2014. Salt stress-induced changes in leaf antioxidant activity, proline and protein content in Shah Anjir and Anjir Shiraz fig seedlings. *International Journal of Horticultural Science and Technology*, 1 (2): 121–129.
- Aghaei, K., Ehsanpour, A.A. and Komatsu, S. 2008. Proteome analysis of potato under salt stress. *Journal of Proteome Research*, 7: 4858–4868.
- Aghaei, K., Ehsanpour, A.A. and Komatsu, S. 2009. Potato responds to salt stress by increased activity of antioxidant enzymes. *Journal of Integrative Plant Biology*, 51: 1095–103.
- Aksoy, E., Demirel, U., Öztürk, Z.N., Çalışkan, S. and Çalışkan, M.E. 2015. Recent advances in potato genomics, transcriptomics, and transgenics under drought and heat stresses: A review. *Turkish Journal of Botany*, 39 (6): 920-940.

- Al-Hussaini, Z.A., Yousif, S.H.A., and Al-Ajeely, S.A. 2015. Effect of different medium on callus induction and regeneration in potato cultivars. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 4(5): 856-865.
- Arefian, M., Vessal, S. and Bagheri, A. 2014. Biochemical changes and SDS-PAGE analyses of chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes in response to salinity during the early stages of seedling growth. *Journal of Biological and Environmental Sciences*, 8 (23): 99-109.
- Arefian, M. and Shafaroudi, S.M. 2015. Physiological and gene expression analysis of extreme chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes in response to salinity stress. *Acta Physiologia Plantarum*, 37: 193.
- Arora, R., Pitchay, D.S. and Bearce, B.C. 1998. Water-stress-induced heat tolerance in geranium leaf tissues: A possible linkage through stress proteins? *Physiologia Plantarum*, 103 (1): 24-34.
- Ashraf, M. and Harris, P.J.C. 2004. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. *Plant Science*, 166: 3–16.
- Ashraf, M. and Foolad, M.A. 2007. Improving plant abiotic stress resistance by exogenous application of osmo protectants glycine betaine and proline. *Environmental and Experimental Botany*, 59: 206–216.
- Ashraf, M.A., Ashraf, M. and Ali, Q. 2010. Response of two genetically diverse wheat cultivars to salt stress at different growth stages: leaf lipid peroxidation and phenolic contents. *Pakistan Journal of Botany*, 42 (1): 559-565.
- Azevedo Neto, A.D., Prisco, J.T., Enéas-Filho, J., de Abreu, C.E.B., Gomes-Filho, E., 2006. Effect of salt stress on antioxidative enzymes and lipid peroxidation in leaves and roots of salt-tolerant and salt-sensitive maize genotypes. *Environmental and Experimental Botany*, 56 (1): 87-94.
- Belmecheri-Cherifi, H., Albacete, A., Martínez-Andújar, C., Pérez-Alfocea, F. and Abrous-Belbachir, O. 2019. The growth impairment of salinized fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) plants is associated to changes in the hormonal balance. *Journal of Plant Physiology*, 232: 311-319.
- Bostock, R. M., Pye, M. F., and Roubtsova, T. V. 2014. Predisposition in plant disease: exploiting the nexus in abiotic and biotic stress perception and response. *Annual Review of Phytopathology*, 52: 517-549.
- Bradford, M.M. 1976. A rapid and sensitive method for quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein dye binding. *Analytical Biochemistry*, 72: 248-254.
- Brito, G., Costa, A., Fonseca, H. M., and Santos, C. V. 2003. Response of *Olea europaea* ssp. maderensis in vitro shoots exposed to osmotic stress. *Scientia Horticulturae*, 97(3-4): 411-417.
- Celebi-Toprak, F., Behnam, B., Serrano, G., Kasuga, M., Yamaguchi-Shinozaki, K., Naka, H., Watanabe, J.A., Yamanaka, S. and Watanabe, K.N. 2005. Tolerance to salt stress of the transgenic tetrasomic tetraploid potato, *Solanum tuberosum* cv. Desiree appears to be induced by the DREB1A gene and rd29A promoter of *Arabidopsis thaliana*. *Breeding Science*, 55 (3): 311-319.

- Chunthaburee, S., Dongsansuk, A., Sanitchon, J., Pattanagul, W. and Theerakulpisut, P., 2016. Physiological and biochemical parameters for evaluation and clustering of rice cultivars differing in salt tolerance at seedling stage. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 23 (4): 467-477.
- Çiçek, S., Kilercioğlu, B., Doğan, R. and Budaklı Çarpıcı, E. 2018. Bazı ileri makarnalık buğday (*Triticum turgidum* var. *Durum* L.) genotiplerinin çimlenme döneminde tuz stresine tepkileri. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 32 (2): 19-29.
- Dajic, Z. 2006. Salt stress: Physiology and molecular biology of stress tolerance in plants, Ed: Madhava Rao, K.V., Raghavendra, A.S., Janardhan Reddy, K, Springer, Dordrecht, pp. 41-99.
- Daneshmand, F., Arvin, M.J. and Kalantari, K.M. 2010. Physiological responses to NaCl stress in three wild species of potato *in vitro*. *Acta Physiologiae Plantarum*, 32 (1), 91-101.
- Dubey, R.S. and Rani, M. 1989. Influence of NaCl salinity on growth and metabolic status of protein amino acids in rice seedling. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 162: 97-106.
- Dehnavi, M., Zarei, T., Khajeeyan, R., and Merajipoor, M. 2017. Drought and salinity impacts on bread wheat in a hydroponic culture: A physiological comparison. *Journal of Plant Physiology and Breeding*, 7(1), 61-74.
- Fariad, H. N., Ayyub, C. M., Amjad, M., and Ahmed, R. 2016. Salinity impairs ionic, physiological and biochemical attributes in potato. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 53(1).
- Ghoulam, C., Foursy, A., and Fares, K. 2002. Effects of salt stress on growth, inorganic ions and proline accumulation in relation to osmotic adjustment in five sugar beet cultivars. *Environmental and Experimental Botany*, 47 (1): 39-50.
- Hasegawa, P.M., Bressan, R.A., Zhu, J.K. and Bohnert, H.J. 2000. Plant cellular and molecular responses to high salinity. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 51, 463-499.
- Hosseini-Boldaji, S.A., Babakhani, B. and Hassan-Sajedi, R. 2017. The investigation of some biochemical and physiological responses of alfalfa (*Medicago sativa* L.) cultivars from Iran to NaCl salinity stress. *Iranian Journal of Plant Physiology*, 8 (1): 2269 -2276.
- Heuer, B. and Nadler, A. 1998. Physiological response of potato plants to soil salinity and water deficit. *Plant Science.*, 137: 43-51.
- Hu, T., Yi, H and Hu, L. 2013. Stomatal and metabolic limitations to photosynthesis resulting from NaCl stress in perennial ryegrass genotypes differing in salt tolerance. *Journal of American Society of Horticultural Science*, 38: 350-357.
- Jain, M., Mathur, G., Koul, S. and Sarin, N.B. 2001. Ameliorative effects of proline on salt stress-induced lipid peroxidation in cell lines of groundnut (*Arachis hypogea* L.), *Plant Cell Reports*, 20: 463-468.
- Jamali, S.S., Borzouei, A., Aghamirzaei, M., Khosronejad, H.R. and Fathi, M. 2015. Cell membrane stability and biochemical response of seven wheat cultivars under salinity stress. *Brazilian Journal of Botany*, 38 (1): 63-69.

- Jbir-Koubaa, R., Charfeddine, S., Ellouz, W., Saidi, M.N., Drira, N., Gargouri-Bouزيد, R. and Nouri-Ellouz, O. 2015. Investigation of the response to salinity and to oxidative stress of inter specific potato somatic hybrids grown in a greenhouse, *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*, 120 (3): 933-947.
- Karakuş, M. 2008. Farklı tuz (NaCl) stresi koşullarında prolin uygulamalarının patatesteki fizyolojik ve morfolojik özelliklere etkileri, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, 110 s.
- Katerji, N., Mastrorilli, M., Lahmer, F. Z., Maalouf, F., and Oweis, T. 2011. Faba bean productivity in saline–drought conditions. *European Journal of Agronomy*, 35(1): 2-12.
- Kikuchi, A., Huynh, H. D., Endo, T. and Watanabe, K.. 2015. Review of recent transgenic studies on abiotic stress tolerance and future molecular breeding in potato. *Breeding Science*, 65 (1): 85-102.
- Liang, W., Ma, X., Wan, P., and Liu, L. 2018. Plant salt-tolerance mechanism: a review. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 495(1): 286-291.
- Mansour, M.M.F. and Salama, K.H.A. 2004. Cellular basis of salinity tolerance in plants. *Environmental and Experimental Botany*, 52: 113-122.
- Maršalová, L., Vítámvás, P., Hynek, R., Prášil, I.T. and Kosová, K. 2016. Proteomic response of *Hordeum vulgare* cv. Tadmor and *Hordeum marinum* to salinity stress: similarities and differences between a glycophyte and a halophyte. *Frontiers in Plant Science*, 7:1154.
- Newton, A. C., Johnson, S. N., and Gregory, P. J. 2011. Implications of climate change for diseases, crop yields and food security. *Euphytica*, 179(1): 3-18.
- Nunes, C., de Sousa Araújo, S., da Silva, J.M., Fevereiro, M.P.S., and da Silva, A.B. 2008. Physiological responses of the legume model *Medicago truncatula* cv. Jemalong to water deficit. *Environmental and Experimental Botany*, 63 (1-3): 289-296.
- Parida A.K. and Das A.B. 2005. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 60: 324–49.
- Passioura, J.B. 2010. Scaling up: The essence of effective agricultural research. *Functional Plant Biology*, 37: 585–591.
- Popova, L.P., Stoinova, Z.G. and Maslenkova, L.T. 1995. Involvement of abscisic acid in photosynthetic process in *Hordeum vulgare* L. during salinity stress. *Plant Growth Regulation*, 14: 211–218.
- Rajinder, S.D., Dhindsa, R.S., Plumb-Dhindsa, P. and Thorpe, T.A. 1981. Leaf senescence: correlated with increased levels of membrane permeability and lipid peroxidation, and decreased levels of superoxide dismutase and catalase. *Journal of Experimental Botany*, 32(1): 93-101.
- Saleh, J., Maftoun, M., Safarzadeh, S., and Gholami, A. 2009. Growth, mineral composition, and biochemical changes of broad bean as affected by sodium chloride and zinc levels and sources. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 40(19-20): 3046-3060.

- Shen, S., Jing, Y. and Kuang, T. 2003. Proteomics approach to identify wound- response related proteins from rice leaf sheath. *Proteomics*, 3 (4): 527-535.
- Singh, J., Singh, V. and Sharma, P.C. 2018. Elucidating the role of osmotic, ionic and major salt responsive transcript components towards salinity tolerance in contrasting chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, 24(3): 441-453.
- Sobhanian, H., Aghaei, K. and Komatsu, S. 2011. Changes in the plant proteome resulting from salt stress: toward the creation of salt-tolerant crops. *Journal of Proteomics*, 74 (8): 1323-1337.
- Sofy, M.R., Sharaf, A.E.M., Osman, M.S. and Sofy, A.R. 2017. Physiological changes, antioxidant activity, lipid peroxidation and yield characters of salt stressed barely plant in response to treatment with *Sargassum* extract. *International Journal of Advanced Research in Biological Sciences*, 4: 90-109.
- Taibi, K., Taïbi, F., Abderrahim, L A., Ennajah, A., Belkhdja, M. and Mulet, J. M. 2016. Effect of salt stress on growth, chlorophyll content, lipid peroxidation and antioxidant defence systems in *Phaseolus vulgaris* L.. *South African Journal of Botany*, 105: 306-312.
- Thiele, G., Theisen, K., Bonierbale, M. and Walker, T. 2010. Targeting the poor and hungry with potato science. *Potato Journal*, 37: 75–86.
- Turhan, E., and Eris, A. 2005. Effects of sodium chloride applications and different growth media on ionic composition in strawberry plant. *Journal of Plant Nutrition*, 27(9): 1653-1665.
- Yeo, A.R. 1994. Physiological criteria in screening and breeding, In *Soil Mineral Stresses*, Springer, Berlin, Heidelberg pp. 37-59.
- Zhang, X., Hu, L., and He, M.X. 2009. Scattering by pure seawater: effect of salinity. *Optics Express*, 17(7): 5698-5710.
- Zhang, Z., Mao, B., Li, H., Zhou, W., Takeuchi, Y. and Yoneyama, K. 2005. Effect of salinity on physiological characteristics, yield and quality of microtubers *in vitro* in potato. *Acta Physiologiae Plantarum*, 27 (4): 481-489.
- Zrig, A., Mohamed, H. B., Tounekti, T., Ahmed, S. O., and Khemira, H. 2015. Differential responses of antioxidant enzymes in salt-stressed almond tree grown under sun and shade conditions. *Journal of Plant Sciences and Research*, 2:117-119.



Toplu Beslenme Sistemlerinde Farklı Bir Yaklaşım: Engeller Teknolojisi^A

Fatma GÜL*

Öz: Besin kaynaklı oluşan biyolojik, kimyasal ve fiziksel tehlikeler hem tüketici sağlığını hem de üretici ekonomisini olumsuz yönde etkilemektedir. Besinlerde oluşan bu tehlikeleri ortadan kaldırmak ve besin güvenliğini sağlamak için çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Pişir-soğut, pişir-dondur, vakumlu paketleme ve engeller teknolojisi kullanılan yöntemlerden bazılarıdır. Son zamanlarda kullanımı yaygın hale gelen engeller teknolojisinde besinlerin mikrobiyolojik, duyuşal ve besleyici kalitesi korunarak raf ömrünün uzatılması ve güvenilir besin elde edilmesi amaçlanmaktadır. Yaygın olarak kullanılan engel teknolojileri arasında ısıl işlem, su aktivitesi (aw), asitlik, redoks potansiyeli, koruyucular (nitrit, sülfite, sorbat vb.) gibi uygulamalar yer almaktadır. Engeller teknolojisi kapsamında kullanılan uygulamalar ikili veya daha fazla sayıda kombine edilerek de kullanılabilir. Diğer bir deyişle, engeller teknolojisi aslında besin koruma yöntemlerinin bir birleşimidir ve toplu beslenme sistemleri için de oldukça önemli bir uygulama alanıdır.

Anahtar Kelimeler: Engeller teknolojisi, Yeni üretim sistemleri, Besin güvenliği, Toplu beslenme sistemleri.

^A Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir.

* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** Fatma GÜL, Erciyes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, 38220, Kayseri/TÜRKİYE, fgul@erciyes.edu.tr, **OrcID:** 0000-0003-2776-808X.

A Different Approach in Foodservice Systems: Hurdle Technology

Abstract: Food-borne occurring biological, chemical and physical hazards adversely affect both consumer health and producer economies. Various methods are used to eliminate these dangers in food and ensure food safety. Cook-chill, cook-freeze, sous-vide, and hurdle technology are some of the methods used. In the hurdle technology, which has become widespread recently, it is aimed to extend the shelf life and maintain reliable food by preserving the microbiological, sensory and nutritive quality of the nutrients. Commonly used hurdles technologies include such as temperature, water activity (aw), acidity, redox potential, preservatives (nitrite, sulfide, sorbate, etc.). Methods used within the scope of the hurdle technology can also be used in combination with two or more. In other words, hurdle technology is a combination of food protection methods and is a very important method for foodservice systems.

Keywords: Hurdle technology, New production systems, Food safety, Foodservice systems.

Giriş

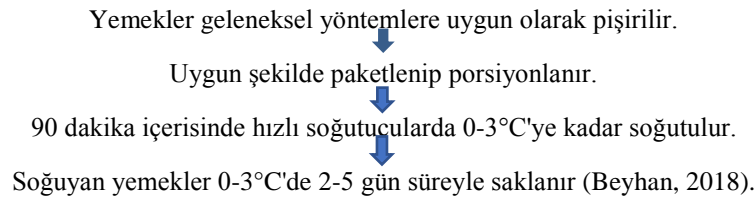
Sanayileşme, teknolojik gelişmeler, çalışan birey sayısının artması, kentleşmenin hızlanması, yaşam standartları ve sosyo-kültürel yapıdaki değişimden dolayı toplu beslenme sistemlerine (TBS) olan gereksinim ve buna bağlı olarak verilen hizmetin kapasitesi giderek artmaktadır (Köse ve Bilici, 2016). TBS'nin hizmet kapsamı şu şekilde özetlenebilir: Standart tarife geliştirme, satın alma, depolama, hazırlama ve pişirme, servis, hijyen ve besin güvenliğinin sağlanması, artıkların uzaklaştırılması, bulaşıkların yıkanması, TBS yönetim ve organizasyonu (Khan ve ark., 2016). Besinlerle taşınan fiziksel, kimyasal ve biyolojik ajanların dünya çapında 250'den fazla hastalığa neden olduğu, bu ajanlardan biyolojik kökenli olanların en önemli hastalık nedeni olmakla birlikte besin kaynaklı patojenlerin de temelini oluşturduğu belirtilmiştir (Moreira ve ark., 2019).

TBS'de yer alan çiğ (ısıtılmış uygulanmamış) besinler ve karkaslar uygun koşullarda sterilize edilmezse patojenlerin temel kaynağı haline geldiği, bu patojenlerin hem kendisi hem de toksinlerinin besinlerin organoleptik kalitesinin yanı sıra insan sağlığını da olumsuz yönde etkilediği bildirilmiştir. Gelişmiş ülkeler başta olmak üzere her yıl besin zehirlenmelerinin görülme sıklığı yaklaşık %30'dur. Besin zehirlenmelerinin önüne geçmek ve besin güvenliğini sağlamak amacıyla kimyasal maddelerin yanı sıra doğal kaynaklı ve insan metabolizmasını olumsuz etkilemeyen maddelerin tercih edildiği belirtilmiştir (Barbosa-Cánovas ve ark., 2005). Bu nedenle, mikrobiyal yoldan besin güvenliğinin sağlanması, tüketici sağlığı ve besin endüstrisi açısından oldukça önemlidir (Pattanayaiying ve ark., 2015). Geleneksel pişirme yöntemlerinde kullanılan yüksek sıcaklıklar besinlerin bileşiminde, lezzetinde ve renginde önemli kayıplara yol açtığı için TBS'de yeni üretim sistemlerine ihtiyaç duyulmuştur. Yüksek sıcaklık sorununu ortadan kaldırmak, besinlerin raf ömrünü uzatmak, duyu kaliteyi korumak ve besin güvenliğini sağlamak amacıyla düşük sıcaklıkların kullanıldığı çeşitli yöntemler geliştirilmiştir (Iborra ve ark., 2013). Bu amaçla geliştirilen yöntemlerden bazıları: Pişir-soğut (cook-

chill), pişir-dondur (cook-freeze), vakumlu paketleme (sous-vide) ve engeller (hurdle) teknolojisidir (Moreira ve ark., 2019).

Piştir-Soğut

Piştir-soğut sistemi oldukça yüksek sıcaklıklarda (yaklaşık 100 °C) hazırlanan besinlerin hızlı bir şekilde soğutulmuş soğuk depolarda muhafaza edilmesidir (Moreira ve ark., 2019). Et, tavuk, balık gibi potansiyel riskli besinler başta olmak üzere hemen hemen bütün besin gruplarına uygulanabilen bu yöntem toplu beslenme hizmeti sunan işletmelerin ihtiyacına göre ayarlanabildiği için her kapasiteye uygun olabilmektedir. Ayrıca kimyasal koruyucular kullanmadan kaliteli besin üretilmesi piştir-soğut sisteminin en önemli avantajıdır (Daelman ve ark., 2013). Bu yöntemle hazırlanan besinlerde şu aşamalar izlenmektedir:



Piştir-Dondur

TBS'de hazırlanan yemeklerin daha uzun süre saklanmasını sağlamak amacıyla geliştirilen piştir-dondur sistemi birçok alanda kullanılabilir. Üretim ve tüketimin aynı anda yapılmaması piştir-dondur yönteminin en önemli avantajlarından birisidir. Bu yöntem aynı zamanda endüstriyel üretim yapan yerlerde planlamayı daha pratik hale getirmektedir. Planlamanın pratikleşmesi hem artık hem de kurumun maliyet yönetimini oldukça kolaylaştırmaktadır (Gül ve Ergün, 2010). Piştir-soğut sistemi ile benzer aşamalardan geçen yemekler uygun şekilde hazırlandıktan sonra -18°C'de depolanmaktadır. Et ve et ürünleri, su ürünleri, soslar ve çorbalar bu sisteme uygunken sebze ve meyveler, yumurtalı yemekler uygun değildir. -18°C'ye soğutulan besinler için ideal depolama süresi 4 hafta olup, 3 ayı geçmeyecek şekilde depolanmalıdır (Beyhan, 2018).

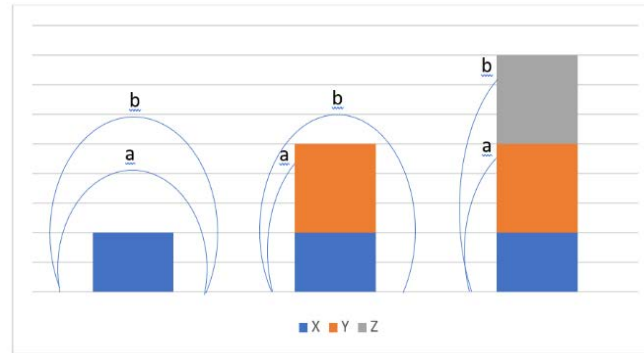
Vakumlu Paketleme (Sous-Vide)

Sous-vide kelimesi, Fransızca'da "vakum altında" anlamına gelmektedir. Isıya dayanıklı vakumlu kaplarda hazırlanan yiyecekler düşük sıcaklıkta depolanmaktadır. Bu yöntem piştir-soğut sisteminin bir başka formudur. Sous-vide hemen hemen bütün besinlere uygulanabilir. Her besinin üretiminde kullanılan sıcaklık derecesi farklıdır fakat mikrobiyal gelişimi inhibe etmek için besinlerin iç sıcaklığı en az 70 °C olacak şekilde pişirilmelidir. Protein hasarı ve lipid oksidasyonunu önlemesi, ısıya duyarlı bileşiklerin oluşumunu inhibe etmesi vakumlu paketlemenin en önemli avantajıdır (Rinaldi ve ark., 2013). Bu yöntem ile hazırlanan besinlerde şu aşamalar izlenir:

Yemekler uygun şekilde hazırlanıp pişirilir.
↓
Hazırlanan yemekler özel plastik poşetlere koyulur.
↓
Bu ürünler özel bir vakumlu paketleme makinesinde vakumlanır.
↓
Vakumlanan besinler 0-3 °C'ye soğutulur.
↓
Servis edilecek olan besinler su içinde veya buharlı fırınlarda besinin iç sıcaklığı en az 70°C olacak şekilde ısıtılır ve servis edilir (Beyhan, 2018).

Engeller Teknolojisi

Günümüzde tüketiciler taze, doğal, sağlıklı ve uygun, yapay katkı maddesi içermeyen minimum düzeyde işlenmiş besinleri daha sık tercih etmektedir. Bu kapsamda ortaya çıkan engeller teknolojisi birden fazla yöntemin eş zamanlı kullanılması ile karakterizedir. Bu yöntemlerde kullanılan uygulamalara ise “engel” denir (Negi, 2012). Isıl işlem, su aktivitesi (aw), asitlik, redoks potansiyeli, koruyucular (nitrit, sülfid, sorbat vb.) gibi uygulamalar besin güvenliğini sağlamak ve besinlerin raf ömrünü arttırmak amacıyla yüzyıllardır geleneksel olarak kullanılmaktadır. Geleneksel üretimde kullanılan bu yöntemlerde besin üzerinde gözle görülür düzeyde duyuşal değişikliklere neden olan tek bir koruma yöntemi kullanılırken engeller teknolojisinde, iki veya daha fazla koruma faktörü düşük seviyelerde bir arada kullanılmaktadır (Singh ve Shalini, 2016). Faktörlerin birlikte kullanılması veya engel kavramının hangi mekanizma ile işlediği Şekil 1’de yer alan diyagram ile açıklanabilir (Ray ve Bhunia, 2014).



Şekil 1. Farklı koruma tekniklerinin (X, Y, Z) birlikte kullanılmasının çeşitli mikrobiyal gruplar (a, b) üzerine etkinliği (Ray ve Bhunia, 2014)

Engeller teknolojisi kavramı ilk olarak 1978 yılında Leistner tarafından orta ve yüksek düzeyde su içeriğine sahip olan besinlerin korunması amacıyla geliştirilmiştir (Leistner, 1978). Besin maddelerine yönelik olarak 60 farklı potansiyel engel bulunduğu bildirilmiştir. Engeller teknolojisi genel olarak fiziksel, fizikokimyasal ve mikrobiyal olmak üzere 3 ayrı alana ayrılır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Besin teknolojisinde kullanılan bazı uygulamalar (Ohlsson ve Bengtsson, 2002)

Engel çeşidi	Örnek uygulamalar
Fiziksel engeller	<ul style="list-style-type: none">• Aseptik paketlenme• Elektromanyetik enerji-Mikrodalga, radyo frekansı, vurgulu manyetik alanlar, yüksek elektrik alanları.• Yüksek sıcaklıklar-Ağartma, pastörizasyon, sterilizasyon, buharlaşma, ekstrüzyon, pişirme, kızartma.• İyonik radyasyon• Düşük sıcaklık-Dondurma işlemi• Modifiye atmosferler• Paketlenme filmleri-Aktif paketlenme, yenilebilir kaplamalar dâhil• Fotodinamik etkisizleştirme• Ultra yüksek basınçlar• Ultrasonlama• Ultraviyole ışınımı
Fiziko-kimyasal engeller	<ul style="list-style-type: none">• Karbondioksit• Etanol• Laktik asit• Laktoperoksidaz• Düşük pH• Düşük redoks potansiyeli• Düşük su aktivitesi• Maillard reaksiyon ürünleri• Organik asitler• Oksijen• Ozon• Fenol• Fosfat• Tuz• Tütsüleme• Sodyum nitrit / nitrat• Sodyum veya potasyum sülfid• Baharat ve otlar• Yüzey aktif ajanlar
Mikrobiyal engeller	<ul style="list-style-type: none">• Antibiyotikler• Bakteriyosinler• Kompetitif flora• Koruyucu kültürler

TBS’de hem maliyet artışı hem de uygun personelin bulunmamasından dolayı çizelge 1’de yer alan yöntemlerin hepsi kullanılamamaktadır. Bunun yerine TBS’de genellikle geleneksel besin işleme tekniklerinden dondurma, soğutma, besin kısıtlaması, su aktivitesinin düşürülmesi, asitlendirme, pastörizasyon, fermentasyon ve kimyasal/biyolojik antimikrobiyal maddelerden yararlanılmaktadır (Tango ve ark., 2016).

Isıl işlem, besinlerin bozulmasını önlemek ve besinleri patojen mikroorganizmalardan arındırmak için kullanılan basit ama etkili bir koruma yöntemidir. Uygulanan ısıl işlemin yoğunluğu ve ısıya dayanıklı mikroorganizmaların ısıl direnci önemli faktörlerdir. Fakat bu yöntem ısıya dayanıklı olmayan besinlerin (meyve

suyu, taze sebzeler ve meyveler vb.) hem duyuşsal hem görsel kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir (Gabriel, 2015). Isıl işlemin ürün kalitesi üzerindeki olumsuz etkisi nedeniyle, bazı işletmeciler ürünlerini ısı pastörizasyonuna maruz bırakmamaktadır. Bu durum, besinlerdeki patojen mikroorganizma saldırılarının artmasına neden olmaktadır (Da Silva ve ark., 2015). Isıl işlem ve saklama koşullarının, bal şarabı üzerindeki etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada 40 °C-100 °C arasında değişen 7 farklı sıcaklıkta, 60 dakika boyunca 10 °C'lik artışlarla ısı işlem deneyleri gerçekleştirilmiştir. Daha sonra bu ürünler, 1, 2, 4 ve 12 hafta boyunca 4 °C'lik buzdolabında ve aydınlık bir ortamda oda sıcaklığında (20-25 °C) muhafaza edilmiştir. Besinlerin fenolik bileşik, 5-hidroksimetilfurfural içeriği ve antioksidan kapasitesi değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonuçlarına bakıldığında ısı işlem ve depolama koşulları besinlerin fenolik bileşik içeriğini etkilemiştir. 90 °C/60 dakikalık ısı işlemde bal şarabında 5-Hidroksimetilfurfural oluşmaya başlamıştır. Hatta oda sıcaklığında depolama sırasında da 5-hidroksimetilfurfural oluşumu gözlenmiştir. Bununla birlikte, antioksidan kapasitenin, ısı işlemlerden veya oda sıcaklığında depolamadan etkilenmediği rapor edilmiştir (Kahoun ve ark., 2017).

Besinlerde, istenmeyen mikroorganizmaların gelişebilmesi için gerekli olan faktörlerden birisi de sudur. Besinlerin bünyesinde bulunan su bağı ve serbest olmak üzere iki formda bulunur ve besinler için önemli olan bağı sudur. Besinlerde bulunan bağı suyun en önemli göstergesi su aktivitesidir (a_w) (Zhang ve ark., 2011). Mikrobiyal gelişimi önlemek için besinlerdeki a_w düşürülmelidir. Dondurarak a_w düşürülmesinde besinin yapısındaki su kristal forma dönüşür. Kurutma yönteminde ise besinlerin yapısında bulunan su besinin bünyesinden uzaklaştırılır. Mikroorganizmalar sıvı ve gaz formdaki suyu kullanabilirken, buz formundaki suyu kullanamamaktadır. Hem kurutma hem dondurma işlemi ile mikroorganizma faaliyetleri için elverişsiz bir ortam oluşturulmaktadır (Mannaa ve ark., 2017).

Besinleri su içeriğine göre sınıflandırdığımızda yüksek 0.90-1.00 a_w yüksek, 0.60-0.90 a_w orta ve düşük nemli $a_w < 0.60$ düşük nemli olmak üzere üçe ayrılır. a_w değeri 0.60'ın altına düştüğünde mikrobiyal gelişim durmaktadır. Kuru meyvelerin a_w 'si genellikle 0.60 ile 0.75 aralığındayken kuru sebzelerin a_w 'si ise 0.30 ile 0.40 arasındadır. Kuru meyvelerdeki a_w değeri küf ve mayaların gelişmesi için elverişlidir ama bu küflerin aflatoxin oluşturabilmesi için a_w değerlerinin daha fazla olması gerekmektedir. Dolayısıyla 'orta nemli besinler' yüksek nemli besinlerden daha güvenilir kabul edilmektedir (Uysal ve Taşeri, 2015). Engeller teknolojisinde besinlerin a_w 'si çok hafif azaltıldığı için engel teknolojisiyle üretilen besinler genelde yüksek nemlidir. Engel teknolojisiinde besinlerin a_w 'sini azaltmak için ürün hiper-konsantre bir çözeltiliye daldırılmaktadır. Daldırma işlemi ile ortaya çıkan ozmotik basınç, su kaybını uyararak besinin a_w 'sini bir miktar azaltmaktadır (Azeredo ve ark., 2005).

Garcia ve ark. (2011) yaptığı bir çalışmada, İspanya'da bulunan üzümlelerinden elde edilmiş 30 tane *A.carbonarius* izolatu kullanılmıştır. Bu izolatların 25°C/0,98 a_w , 25°C/0,90 a_w ve 37°C/0,98 a_w olmak üzere üç farklı sıcaklık/ a_w değerinde gelişme hızı incelenmiştir. 25°C sıcaklık ve 0,90 a_w 'deki küf gelişmesinin 37°C sıcaklık ve 0,98 a_w 'den daha az olduğu saptanmıştır. Lag fazları incelendiğinde en uzun fazın 25°C sıcaklık ve 0,90 a_w 'de olup; 0,98 a_w 'de 37°C sıcaklıktaki faz süresinin 25°C sıcaklıktaki faz derecesinden daha kısa olduğu saptanmıştır. Optimum koşullarda (25°C sıcaklık ve 0,98 a_w) küf izolatlarının daha hızlı geliştiği görülmüştür fakat bu değerler ile diğer iki değer arasında anlamlı bir farklılık saptanmamıştır ($p > 0,05$).

Ultraviyole ışınlama (UV), elektromanyetik spektrumun 100–400 nm aralığında bulunan küçük bir bölümünü oluşturmaktadır. İnsan vücudunda bronzlaştırma etkisi olan UV-A (320–400 nm), cilt yanığı ve cilt kanserine neden olan UV-B (280–320 nm), germisidal etki yapan UV-C (200–280 nm), vakum altında yayılabilen vakum UV (100–200 nm) olarak alt sınıflara ayrılmaktadır. UV-C; bakteri, virüs, protozoa, maya, küf ve alg gibi mikroorganizmalara karşı öldürücü etkiye sahiptir. Mikrobiyal gelişimin inhibisyonu için, besinin en az 0,04 J/cm² enerjiye maruz kalması gerekmektedir. UV mikroorganizmaların DNA'sını parçalayarak DNA replikasyonunu ve transkripsiyonunu bozmaktadır. Temel hücresel işlevleri bozulan patojen mikroorganizmalar etkisiz hale gelmektedir. Mikroorganizmaların radyasyondan etkilenmelerinde birçok faktör etkili olmaktadır. Bunlar arasında mikroorganizmanın türü, suşu, kültürü, büyümesi vb. bulunmaktadır. Ayrıca, besinin çeşidi ve yapısı da mikroorganizmanın radyasyondan etkilenmesinde etkili olmaktadır. UV yöntemi, sıvı sterilizasyon, hava ile dezenfeksiyon ve yüzeyde mikroorganizma inhibisyonu olmak üzere 3 farklı şekilde mikroorganizmalar üzerinde öldürücü etkiye sahiptir. Özellikle akışkan besinlerin işlenmesinde ısıl işleme (pastörizasyon, sterilizasyon) alternatif olarak UV uygulamalarının ticari potansiyeli daha fazladır (Yangılar ve Kabil, 2013).

Geleneksel besin işleme tekniklerinden biri de nitrit ve nitrat bileşiklerinin kullanılmasıdır. Özellikle et ve et ürünlerinde (salam, sucuk, sosis vb.) bu bileşikler başta kolorektal kanser olmak üzere çoğu kanser türünün oluşma riskini arttırmaktadır. Bu sebeple bu bileşiklerin kullanımı yasal düzenlemeler ile kontrol altında tutulmaktadır (Majou ve Christieans, 2018). Hem Avrupa'da hem de Türkiye'deki yasal düzenlemelere göre besinlere eklenecek nitrat ve nitritin maksimum miktarı 150 mg/kg, nitrit içermeyen uzun olgunlaşma süresine sahip ürünlerde ise nitratın maksimum miktarı 250 mg/kg olarak belirlenmiştir (TGK, 2017). Kurutulmuş sosislerde *Salmonella typhimurium* ve *Listeria monocytogenes* üremesi olmadan nitrat ve nitrit miktarını azaltmak amacıyla yapılan bir çalışmada, sosislere farklı konsantrasyonlarda nitrat ve nitrat/nitrit (250/0 ppm, 200/0 ppm, 150/0 ppm, 120/120 ppm ve 80/80 ppm) bileşimi ilave edilmiştir. Sonuçlara bakıldığında 120 ve 80 ppm konsantrasyonunda eklenen nitritin patojen mikroorganizmaların gelişimi için önemli bir engel olduğu belirtilmiştir (Christieans ve ark., 2018).

Engeller teknolojisinde doğru kombinasyonların kullanımı sayesinde besinlerin mikrobiyal güvenliği, raf ömrü stabilitesi ve depolama kalitesi olumlu yönde etkilenmektedir. Fakat bu uygulamalar yanlış kullanıldığında olumsuz etkilere neden olabilmektedir. Örneğin: antimikrobiyal özelliğinden dolayı kullanılan engeller, besinlerin güvenliğini sağlarken besinin tadı üzerine olumsuz etkide bulunabilmektedir veya halk sağlığı açısından zararlı olabilecek metabolitlerin oluşmasına sebep olabilmektedir. Besinleri uygun olmayan düşük sıcaklık derecelerine kadar soğutma işlemi, bazı bitkisel kökenli besinlerin (soğutma zararı) kalitesine zarar verirken, orta düzeyde bir soğutma işlemi besinlerin raf ömrünü korumada oldukça etkili olabilmektedir. Başka bir örnekte fermente sucuklarda patojen mikroorganizmaların üremesini elimine etmek amacıyla pH'nın düşürülmesi işlemi duyuşsal anlamda bir takım olumsuzluklara neden olabilmektedir (Sankhla ve ark., 2012). Engeller teknolojisinde temel hedef, besinin toplam kalitesini sağlamak olduğundan dolayı uygulanacak olan engellerin optimum aralıkta tutulması oldukça önemlidir. Bunu sağlayabilmek için, besinde belli bir engel yoğunluğu oluşturulmalı, bu yoğunluk çok düşükse güçlendirilmeli ancak besinin toplam kalitesi üzerine zararlı etkilere sahip engelin yoğunluğu düşürülmelidir (Rostami ve ark., 2016)

Ngnitcho ve ark. (Ngnitcho ve ark., 2017) tarafından yapılan çalışmada patojen bakteriler (*L. monocytogenes*, *S. aureus*, *E. coli* O157:H7, *Salmonella enterica serovars*) ile inoküle edilmiş marul, brüksel lahanası ve ıspanağın güçlü asidik elektrolize su (SAEW), % 0,5'lik fumarik asit (FA) ve % 0,2'lik kalsiyum oksite (CaO) ayrı ayrı daldırıldıktan sonra 23°C'de 3 dakika süreyle ultrasonikasyon (US), mikro-kabarcık (MB) ve 10 dakika süreyle UV'ye tabi tutulduğu, sonuç olarak CaO+SAEW+FA+US kombinasyonunun, taze besinlerdeki patojen bakteriler üzerine en etkili ($p<0.05$) inhibisyon yöntemi olduğu rapor edilmiştir.

Yapılan başka bir çalışmada hindistan cevizi suyunda «*Salmonella typhimurium*» üremesinin engel teknolojisi (UV-C ışık tedavisi, vanilin veya sinnamealdehit ve depolama sıcaklığı) ile inhibisyonu araştırılmıştır. Farklı zamanlarda (3,5, 7 ve 10,5 dakika) UV-C ışığı ile muamele edilen hindistan cevizi sularına doğal antimikrobiyaller (vanilin ve sinnamealdehit) sabit konsantrasyonlarda ($1000 \mu\text{g mL}^{-1}$) ilave edilmiş ve örnekler 30 gün boyunca 5 °C ve 22 °C sıcaklıkta muhafaza edilmiştir. Sonuçlara bakıldığında, 7 dakika UV-C ışığına maruz kalan ve 5 °C'de 30 gün boyunca depolanan örneklerde *S. Typhimurium* büyümesinin en az düzeyde olduğu görülmüştür ($p<0,05$) (Beristaín-Bauza ve ark., 2018).

Incedayı ve ark.'nın (2014) agraria patateslerinin engeller teknolojisi kapsamında raf ömrünü arttırmak amacıyla yaptığı çalışmada kimyasal madde (ilk grup %1.5 sitrik asit, diğer grup %1sitrik asit + %0.5 L-sistein çözeltisi kullanımı) ile birlikte, vakum paketlenme ve soğukta depolama (4-6 °C'de 14 gün) yöntemi kullanılmıştır. Çalışmanın sonuçlara bakıldığında ağırlık kaybının yalnızca azot ortamında paketlenen patateslerde olduğu, L-sisteinin metabolik aktiviteyi bastırarak ağırlık kaybını sınırladığı tespit edilmiştir. Genel olarak L-sistein ve sitrik asit kombinasyonu ile muamele edilip azot ve karbondioksit içeren ortamda paketlenen patateslerin kalitesinin daha iyi korunduğu fakat besinlerin esmerleşmesinin sadece iki haftaya kadar önlenebildiği görülmüştür. Buna rağmen, yalnızca sitrik asit uygulamasının besinleri mikrobiyolojik yönden daha fazla güvence altına aldığı bildirilmiştir. Ayrıca L-sistein uygulaması yapılan patateslerin koku yönünden red edildiği ($p \leq 0.05$), renk ve görünüş yönünden tercih edildiği rapor edilmiştir.

Sonuç ve Öneriler

Besinlerde mikrobiyal yolla oluşan kayıpların azaltılması insan sağlığının yanı sıra ekonomik açıdan da önem taşımaktadır. Bu nedenle besinlerin raf ömrünün uzaması, bozulmaların önlenmesi ve ayrıca sağlık açısından tehdit oluşturmayacak biçimde korunması gerekmektedir. Besinleri korumada kullanılan birçok yöntem bulunmaktadır. Bu yöntemlerden birisi olan engel teknolojisi toplam besin kalitesini arttırmak ve ileri düzeyde işleme yoğunluğunu azaltmak amacıyla hem besinlerin besleyici değerini koruyan hem de duyu kalite kayıplarını minimize eden umut verici bir teknoloji olarak görülmektedir. Bu teknoloji, patojen mikroorganizmaların inhibisyonu veya inaktivasyonu için çeşitli mekanizmaların sinerjik etkisi sayesinde besin güvenliğini sağlayabilmektedir. TBS'de temel hedef besin güvenliğini sağlayarak tüketici sağlığını en üst düzeyde korumaktır. Bu bağlamda, engeller teknolojisinin kullanım alanları daha da genişletilerek daha etkili ve ekonomik besin muhafaza yöntemleri üzerinde çalışmalar sürdürülmelidir.

Teşekkür Bilgi Notu

Makalenin yazılması sırasında desteğini esirgemeyen Sayın Hocam Sümeyra Sultan TİSKE İNAN'a çok teşekkür ederim. Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir. Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır.

Kaynakça

- Azaredo, H.M.C.D., Garruti, D.D.S., Queiroz, A.A.M. ve Pinto, G.A.S. 2005. Stability of mango cubes preserved by hurdle technology. *Ciência e Agrotecnologia*, 29(2): 377-381.
- Barbosa-Cánovas, G., Góngora-Nieto, M., Rodriguez, J. ve Swanson, B. 2005. Nonthermal processing of foods and emerging technologies. *Food engineering: encyclopedia of life support sciences*. EOLSS Publishers/UNESCO, Paris, 575-593.
- Beristáin-Bauza, S., Martínez-Niño, A., Ramírez-González, A., Ávila-Sosa, R., Ruíz-Espinosa, H., Ruiz-López, I. ve Ochoa-Velasco, C. 2018. Inhibition of Salmonella Typhimurium growth in coconut (*Cocos nucifera* L.) water by hurdle technology. *Food control*, 92: 312-318.
- Beyhan, Y. (2018). *Toplu Beslenme Sistemlerinin Yönetim ve Organizasyonu*. Ankara: Ankara Nobel Tıp Kitabevi.
- Christieans, S., Picgirard, L., Parafita, E., Lebert, A. ve Gregori, T. 2018. Impact of reducing nitrate/nitrite levels on the behavior of Salmonella Typhimurium and Listeria monocytogenes in French dry fermented sausages. *Meat Science*, 137: 160-167.
- Da Silva, P.M., Gauche, C., Gonzaga, L.V., Costa, A.C. ve Fett, R. (2016). Honey: Chemical composition, stability and authenticity. *Food Chemistry*, 196: 309–323.
- Daelman, J., Jaxsens, L., Lahou, E., Devlieghere, F. ve Uyttendaele, M. 2013. Assessment of the microbial safety and quality of cooked chilled foods and their production process. *International Journal of Food Microbiology*, 160(3): 193-200.
- Gabriel, A.A. 2015. Combinations of selected physical and chemical hurdles to inactivate Escherichia coli O157: H7 in apple and orange juices. *Food Control*, 50: 722-728.
- Garcia, D., Ramos, A.J., Sanchis, V. ve Marin, S. 2011. Is intraspecific variability of growth and mycotoxin production dependent on environmental conditions? A study with *Aspergillus carbonarius* isolates. *International Journal of Food Microbiology*, 144: 432-439.
- Gül, K. ve Ergün, H. 2010. Endüstriyel yiyecek işletmelerinde maliyet azaltıcı yeni yöntemler ve bir uygulama. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, (45): 127-145.
- Iborra-Bernad, C., Philippon, D., García-Segovia, P. ve Martínez-Monzó, J. (2013). Optimizing the texture and color of sous-vide and cook-vide green bean pods. *LWT-Food Science and Technology*, 51(2): 507-513.

- İncedayı, B., Tamer, C. E., Suna, S. ve Çopur, Ö.U. 2014. Hurdle technology for shelf stable minimally processed potato cv. agria. *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg*, 28(1): 29-42.
- Kahoun, D., Řezková, S. ve Královský, J. 2017. Effect of heat treatment and storage conditions on mead composition. *Food Chemistry*, 219: 357-363.
- Khan, I., Miskeen, S., Khalil, A.T., Phull, A-R., Kim, S.J. ve Oh, D.-H. 2016. Foodborne pathogens: Staphylococcus aureus and Listeria monocytogenes an unsolved problem of the food industry. *Pakistan Journal of Nutrition*, 15(6): 505.
- Köse, S. ve Bilici, S. 2016. Mutfak ve yemekhane çalışanlarında iş sağlığı ve güvenliği risklerinin değerlendirilmesi. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 44(3): 239-247.
- Leistner, L. (1978). Hurdle effect and energy saving. In (Vol. 553): Applied Science Publishers London.
- Mannaa, M. ve Kim, K.D. 2017. Influence of temperature and water activity on deleterious fungi and mycotoxin production during grain storage. *Mycobiology*, 45(4): 240-254.
- Majou, D. ve Christieans, S. 2018. Mechanisms of the bactericidal effects of nitrate and nitrite in cured meats. *Meat Science*, 145: 273-284.
- Moreira, M.J., Oliveira, I., Silva, J.A. ve Saraiva, C. 2019. Safety and quality assessment of roasted pork loin obtained BY COOK-CHILL system and packed in modified atmosphere. *LWT*, 101: 711-722.
- Negi, P.S. 2012. Plant extracts for the control of bacterial growth: Efficacy, stability and safety issues for food application. *International Journal of Food Microbiology*, 156(1): 7-17.
- Ngnitcho, P.-F.K., Khan, I., Tango, C.N., Hussain, M.S. ve Oh, D.H. 2017. Inactivation of bacterial pathogens on lettuce, sprouts, and spinach using hurdle technology. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 43: 68-76.
- Ohlsson, T. ve Bengtsson, N. (Eds.). (2002). *Minimal processing technologies in the food industries*. Woodhead Publishing Limited, England, 189p.
- Pattanayaiying, R., Aran, H. ve Cutter, C.N. 2015. Incorporation of nisin Z and lauric arginate into pullulan films to inhibit foodborne pathogens associated with fresh and ready-to-eat muscle foods. *International Journal of Food Microbiology*, 207: 77-82.
- Ray, B. and Bhunia, A. (2014). *Fundamental food microbiology*. CRC Press. Boca Raton, Florida pp, 66p.
- Rinaldi, M., Dall'Asta, C., Meli, F., Morini, E., Pellegrini, N., Gatti, M. ve Chiavaro, E. 2013. Physicochemical and microbiological quality of sous-vide-processed carrots and brussels sprouts. *Food and Bioprocess Technology*, 6(11): 3076-3087.
- Rostami, Z., Ahmad, M.A., Khan, M.U., Mishra, A. P., Rashidzadeh, S. ve Shariati, M.A. 2016. Food preservation by hurdle technology: a review of different hurdle and interaction with focus on foodstuffs. *Journal of Pure and Applied Microbiology*, 10: 2633-2639.
- Sankhla, S., Chaturvedi, A., Kuna, A. ve Dhanlakshmi, K. 2012. Preservation of sugarcane juice using hurdle technology. *Sugar Tech*, 14(1): 26-39.

- Singh, S. ve Shalini, R. 2016. Effect of hurdle technology in food preservation: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(4): 641-649.
- Tango, C.N., Khan, I., Park, Y.S. ve Oh, D.H. 2016. Growth of *Staphylococcus aureus* in cooked ready-to-eat ground fish as affected by inoculum size and potassium sorbate as food preservative. *LWT-Food Science and Technology*, 71: 400-408.
- TGK. 2017. Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği. *Resmi Gazete Tarihi* (28693).
- Uysal Seçkin, G. ve Taşeri, L. 2015. Yarı-Kurutulmuş Meyve ve Sebzeler. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 21(9): 414-420.
- Yangılar, F. ve Kabil, E. 2013. Süt ve süt ürünlerinde bazı ısıl olmayan mikrobiyal inaktivasyon yöntemleri. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27(1): 97-108.
- Zhang, L., Sun, D.W. ve Zhang, Z. 2017. Methods for measuring water activity (aw) of foods and its applications to moisture sorption isotherm studies. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(5): 1052-1058.



Fenolik Bileşiklerin Lipit Oksidasyonunu Önleme Aktiviteleri ve Timokinonun Terapötik Özellikleri^A

Şeyma YILDIZ^{1*}, Semra TURAN²

Öz: Canlı yaşamında önemli yeri olan yağların farklı etkenler ile oksidasyona uğraması besin ve kalite kaybına yol açmaktadır. Oksidatif reaksiyonlarla mücadele etmek için antioksidanlar kullanılmaktadır. Antioksidatif etki fenolik bileşiklerin en önemli biyolojik aktivitelerinden biri olarak bilinmektedir. Koruyucu ve tedavi edici etkileri bulunan ve çörekotu esansiyel yağının ana aktif bileşeni olan timokinon da sahip olduğu terapötik özelliklerden dolayı birçok çalışmada araştırma konusu olmuştur. Bu derlemede serbest radikaller, antioksidanlar, lipit oksidasyonu, lipit oksidasyonu ölçüm yöntemleri, fenolik bileşikler ve lipit oksidasyonunu önleme aktiviteleri ile timokinonun yapısı, koruyucu ve tedavi edici özellikleri, antioksidan, antifungal, antiviral ve antibakteriyel etkileri üzerine yapılan çalışmalar değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Antioksidan aktivite, fenolik bileşikler, lipit oksidasyonu, serbest radikaller, timokinon.

^A Timokinonun Rafine Ayçiçek ve Mısırozü Yağlarının Oksidatif Stabiliteleri Üzerine Etkileri tezinden yayın yapılmıştır.

* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** ¹ Şeyma YILDIZ (Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Gölköy Kampüsü, Bolu, Türkiye, seyma.yildiz@tarimorman.gov.tr, [OrcID 0000-0002-7323-7741](https://orcid.org/0000-0002-7323-7741))

² Semra TURAN (Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Gölköy Kampüsü, Bolu, Türkiye, turan_s@ibu.edu.tr, [OrcID 0000-0002-1005-3590](https://orcid.org/0000-0002-1005-3590))

Lipid Peroxidation Inhibition Activities of Phenolic Compounds and Therapeutic Potential of Thymoquinone

Abstract: The oxidation of fats which have an important place in living life with different factors leads to loss of food and quality. Antioxidants are used to inhibit oxidative reactions. The antioxidative effect is known as one of the most important biological activities of phenolic compounds. Thymoquinone, the main active component of black cumin essential oil, has protective and therapeutic effects and has been the subject of research in many studies due to its therapeutic properties. In this review, free radicals, antioxidants, lipid oxidation, measuring methods for lipid oxidation, phenolic compounds and their potential to prevent lipid oxidation, thymoquinone and its therapeutic potential, antioxidant, antifungal, antiviral and antibacterial activity were evaluated.

Keywords: Antioxidant activity, phenolic compounds, lipid oxidation, free radicals, thymoquinone.

Giriş

2016 yılında, 203 milyon ton dünya ham yağ üretiminin %92.1'i yağlı tohumlardan, %7.9'u ise hayvansal kaynaklardan sağlanmıştır (Onat ve ark., 2017). 2019/2020 hasat sezonu dünya bitkisel yağ üretimi 203.91 milyon ton olmuştur (Statista, 2020). Yağ elde etmek amaçlı endüstriyel sanayide tohumları işlenen bitkiler; soya, ayçiçeği, çığit (pamuk), kolza, yerfıstığı, susam, aspir, hintyağı, haşhaş, keten, kenevir, zeytin, mısır, palm ve hindistan cevizidir. Çığit, haşhaş, keten, kenevir ve mısır bitkilerinin yağları ise yan ürün olarak tohumlarından elde edilmektedir (Onat ve ark., 2017). Soya, palm, kolza ve ayçiçeği tohumları dünya çapında bitkisel yağ üretiminin %87'sini oluşturmaktadır. (UFOP, 2019).

Mısırözü ve ayçiçek yağı, özellikle başta elzem yağ asitlerinden linoleik asit (18:2) olmak üzere yüksek oranda çoklu doymamış yağ asitlerini içerirler; bu nedenle besleyici değerleri yüksektir. Buna karşın yüksek oranda doymamış yağ asitlerini içerdikleri için oksidatif bozulmalara karşı daha duyarlıdırlar (Baştürk ve ark., 2018; Mezza ve ark., 2018). Lipit oksidasyonu, gıdaların besin kalitesini düşürürken tat ve kokusunu da değiştirebilen, gıdayı tüketilemez hale getiren toksik reaktif karbonil bileşiklerin oluşmasına neden olan kritik bozulma tepkimesidir (Xu ve ark., 2019).

Soğuk pres yağlar genellikle rafine yağlardan oksidatif olarak daha kararlıdırlar (Kıralan ve ark., 2017). Antioksidanlar ve biyoaktif özellikteki bileşenler (tokoferoller, fenolik maddeler, steroller, skualen vb.) rafinasyon işlemi sırasında, ham yağdan uzaklaştırılmakta ya da parçalanarak kayba uğramaktadır (Yemişçiöğlü ve ark., 2016; Durmaz ve Gökmen, 2019). Bu kaybolan direnci tekrar kazandırabilmek için antioksidan kullanılması gerekmektedir (Kıralan ve Bayrak, 2005). Gıda endüstrisinde besinleri oksidatif bozulmadan korumak ve raf ömürlerini artırmak için esas olarak bütil hidroksitoluen (BHT), bütil hidroksianisol (BHA), tersiyer bütil hidroksikinin (TBHQ) ve propil gallat (PG) gibi sentetik antioksidanlar kullanılmaktadır. Bu sentetik antioksidanlar oldukça etkin, stabil ve ucuz olmalarına karşın, canlı organizmalarda karsinojenik ve

teratojenik etki gösterdiğine dikkat çekilmektedir. Bu sebeple de doğal antioksidanlara olan ilgi giderek artmaktadır (Deveci ve ark., 2016).

Doğal antioksidanlar enzimatik antioksidanlar (glutasyon peroksidaz, katalaz, süperoksit dismutaz) ve enzimatik olmayan antioksidanlar (mineraller, vitaminler, polifenoller, fenolik asitler, flavonoidler, karotenoidler, kurkumin, gingerol) ve diğer antioksidanlar (proteinler ve bilirubin, ürik asit gibi protein olmayanlar) olarak genel iki gruba ayrılabilir. Doğal antioksidanlar, meyveler, sebzeler, kuruyemişler, tohumlar, yapraklar, kökler ve kabuklar gibi bitkilerin tüm kısımlarında oluşabilen fenoliklerdir (Anwar ve ark., 2018).

Polifenolik bileşikler, bitkilerden elde edilen antioksidanların aktif bileşenleri olup, indirgen ve serbest radikalleri yok edici olarak görev yaparlar. En etkili antioksidanların yapısında iki veya daha fazla grup halinde polifenolik bileşikler bulunmaktadır (Baladura ve Şimşek, 2014).

Literatürde fenolik bileşiklerin yağların oksidatif stabiliteyi üzerindeki etkisini inceleyen birçok çalışma bulunmaktadır. İnanç ve Maskan, (2014) çalışmalarında çeşitli fenolik bileşiklerin palm yağındaki, Horuz ve Maskan, (2015) mısırözü ve palm yağındaki, Saoudi ve ark., (2017) soya yağındaki, Farhoosh ve Nyström, (2018) ayçiçek yağındaki, Gursul ve ark., (2019) ceviz yağındaki, Tohma ve Turan (2015) ise fındık yağındaki antioksidan özelliklerini araştırmışlardır.

Çörekotu yağı, hem sabit yağında hem de uçucu yağında bulunan fenolik bileşikler nedeniyle oksidatif stabilitesi yüksek bir yağdır. En aktif fenolik bileşeni ise timokinondur. Literatürde çörekotu yağının lipit oksidasyonunu önleyici etkisini içeren birçok çalışma bulunmaktadır. Kiralan ve ark., (2017) ve Ammari ve ark., (2012a) çalışmalarında çörekotu yağının ayçiçek yağı üzerindeki etkilerini, Ramadan ve Wahdan, (2012) ve Ammari ve ark., (2012b) mısırözü yağı üzerindeki etkilerini, Hamed ve Abo-Elwafa, (2012) keten tohumu yağı üzerindeki etkilerini incelemişler ve oksidatif stabiliteyi artırıcı özelliklerini araştırmışlardır.

Canlı organizması için gerekli olan karbonhidrat, protein ve yağlar aynı zamanda enerji kaynaklarıdır. Dengeli beslenmede her birinin rolü büyüktür. Yağlar, beslenmenin yanı sıra sağlık açısından da büyük önem taşımaktadır. Yağlarda hidrojen atomu oranı fazladır, bu nedenle de yüksek enerji kaynağıdır (9 kcal/g enerji). Proteinlerle birleşip lipoproteinleri oluştururlar, kan lipit düzeylerinde rol oynarlar. İnsan vücudunda A, D, E, K gibi yağda çözünen vitaminlerin taşınmasını sağlar, hücre yapısı için gerekli olan esansiyel yağ asitlerini içerirler. Gıdaların lezzetini artırmaları, deri altında depolanarak soğuğa karşı koruma sağlamaları, organları dış etkilerden korumaları, midede kalma süreleri ile tokluk hissi sağlamaları da yağların diğer bazı özellikleridir (Gündüz ve Esengün, 2010; Kaya ve ark., 2004; Karaca ve Aytaç, 2007; Mol, 2008; Chowdhury ve ark., 2007; Küçük ve Gürbüz, 1999).

Yağların oksidatif stabiliteyi tokoferoller, hidrokarbonlar, steroller, polifenoller, renk bileşenleri, metal iyonları, fosfor ve başlangıç hidroperoksit düzeyi gibi yağda bulunan minör bileşenlerinin varlığına ve yağın yağ asidi kompozisyonuna bağlıdır (Ramadan ve Morsel, 2004; Rossi ve ark., 2007).

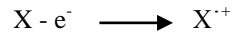
Bu çalışmada; oksidatif reaksiyonlardan sorumlu olan serbest radikaller ile bu reaksiyonları sonlandırma, önleme ve geciktirme özelliğine sahip antioksidanlar, lipit oksidasyonu ile lipit oksidasyonu ölçüm yöntemleri,

fenolik bileşiklerin lipit oksidasyonunu önleme aktiviteleri ve antioksidan özelliği yanında birçok tedavi edici etkisi bulunan, timokinonun özellikleri incelenecektir.

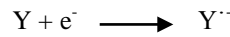
Serbest Radikaller ve Antioksidanlar

Oksidatif reaksiyonlardan sorumlu olan serbest radikaller, tek bir eşleşmemiş elektron içeren moleküller veya molekül fragmanlarıdır (Slater, 1988). Genellikle kararsız olup çok reaktiftirler (Cheeseman ve Slater, 1993; Lobo ve ark., 2010).

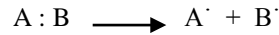
Serbest radikaller; radikal olmayan bir molekülün bir elektron kaybetmesi sonucu eşleşmemiş bir elektron ve pozitif bir yük bırakması ile,



veya radikal olmayan bir molekülün tek bir elektron kazanması ile,



veya kovalent bağ taşıyan bir molekülün homolitik yıkımı sonucu bağ çiftindeki her bir atomda elektron bırakması ile oluşurlar (Halliwell ve Gutteridge, 2015).



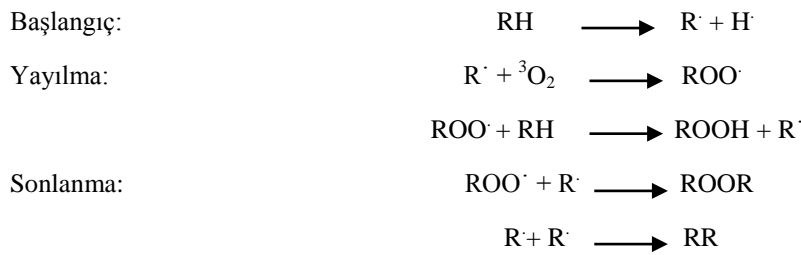
Serbest radikaller, oksijen kaynaklı reaktif oksijen türleri (ROS) ve azot kaynaklı reaktif azot türleri (RNS) olabilirler. Süperoksit ($O_2^{\cdot-}$), hidroksil (OH^{\cdot}), peroksil (ROO^{\cdot}), lipit peroksil (LOO^{\cdot}), hidroperoksil (HO_2^{\cdot}) ve alkoksil (RO^{\cdot}) radikalleri reaktif oksijen türleridirler. Nitrik oksit (NO^{\cdot}) ve azot dioksit (NO_2^{\cdot}) ise reaktif azot türlerini oluşturur. Serbest radikaller reaktif olmayan formlara kolayca dönüşebilir. Hidrojen peroksit (H_2O_2), ozon (O_3), singlet oksijen (1O_2), hipokloröz asit ($HOCl$), nitrik asit (HNO_2), peroksinitrit ($ONOO^{\cdot}$), dinitrojen trioksit (N_2O_3) ve lipit peroksit ($LOOH$) patolojik veya fizyolojik şartlarda canlı tarafından üretilerek organizmada kolaylıkla serbest radikal reaksiyonlarına yol açabilen güçlü oksidan ajanlardır (Karabulut ve Gülay, 2016; Darley-Usmar ve Halliwell, 1996).

Antioksidanlar, serbest radikalleri nötrleştirerek oksidatif reaksiyonlarla mücadele etme yeteneğine sahip bileşiklerdir (Sahurkar ve Karadbhajne, 2018). Genellikle düşük konsantrasyonlarda oksidasyonu önlerler (Sulekha ve ark., 2009). Antioksidanların etkinliği, antioksidanın kimyasal yapısı, konsantrasyonu, ortam sıcaklığı, oksidasyon substratının tipi ve sistemin fiziksel durumu ile prooksidanların ve sinerjistlerin varlığı gibi birçok faktörden etkilenmektedir. Antioksidanlar, serbest radikallerin ara ürünlerini toplayarak oksidasyonun zincir reaksiyonlarını kıran primer antioksidanlar ve oksidasyonun başlatıcılarını veya hızlandırıcılarını baskılayarak veya primer antioksidanları rejenere ederek oksidasyonu önleyen veya geciktiren sekonder antioksidanlar şeklinde sınıflandırılabilir (Shahidi ve Zhong, 2010). Antioksidanlar, hedef lipitleri başlatıcılardan ($O_2^{\cdot-}$, 1O_2) koruyan ya da yayılma aşamasını durduran “koruyucu antioksidanlar” ve radikal oksidasyon çoğaltıcılarını (LOO^{\cdot}) durduran ve dolaylı olarak radikal zincir yayılımını durduran “zincir kırıcı antioksidanlar” olarak da sınıflandırılabilirler. Mevcut çeşitli oksidasyon başlatıcıları nedeni ile birçok farklı “koruyucu

antioksidan” yolları vardır. Bunlar; geçiş metallerinin şelatasyonu, singlet oksijen deaktivasyonu, enzimatik ROS detoksifikasyonu, UV filtrasyonu, prooksidan enzimlerin inhibisyonu, antioksidan enzim kofaktörleri vb. dir. Zincir kırıcı antioksidanlar ise bir veya birkaç aromatik halka üzerinde farklı substitüentlere sahip mono- veya poli-hidroksillenmiş fenol bileşiklerini (tokoferoller, tokotrienoller, flavonoidler, fenolik asitler, alkoller ve stilbenler vb.) içerir. Bilinen en güçlü zincir kırıcı antioksidan tokoferollerdir (Laguerre ve ark., 2007).

Lipit Oksidasyonu

Lipitler iki tür oksijenle reaksiyona girebilir. Bunlardan biri atmosferik triplet oksijen ($^3\text{O}_2$), diğeri ise singlet oksijendir ($^1\text{O}_2$). Bu sebeple yağların oksidasyonu, oksijen türlerine bağlı olarak, otoksidasyon ve foto-oksidadasyon olmak üzere iki şekilde gerçekleşebilmektedir. Otoksidasyon, triplet oksijenin ($^3\text{O}_2$) lipit radikalleriyle reaksiyona girmesi ve serbest radikal zincir reaksiyonunu başlatması ile gerçekleşmektedir (Choe ve Min, 2006).



RH: lipit molekülü, R^\cdot : lipit alkil radikali, ROO^\cdot : lipit peroksil radikali, ROOH: lipit peroksit (Choe ve Min, 2006).

Serbest radikal zincir reaksiyonlarının ‘başlangıç’ aşaması, bu aşamada lipit radikalinin oluşması nedeni ile çok önemlidir (Porter ve ark., 1995). Isı, ışık ve metal iyonları etkisiyle RH'den hidrojen atomunun ayrılması ile lipit alkil radikali (R^\cdot) oluşur. ‘Yayılma’ basamağında, lipit radikali triplet oksijen ile reaksiyona girerek, lipit peroksil radikalini (ROO^\cdot) oluşturur (Choe ve Min, 2006). Oluşan peroksil radikali, lipit hidroperoksitlerini oluşturmak üzere başka lipit moleküllerine saldırarak, H atomlarını alır ve yeni lipit radikallerini oluşturur. Bu nedenle, tek bir ‘başlangıç’ basamağı altında birçok lipit molekülü, lipit hidroperoksitlerine dönüşebilir. ‘Yayılma’ aşaması, serbest radikallerin imhasıyla sonuçlanan ‘sonlanma’ reaksiyonları ile kırılır. Serbest radikallerin bimoleküler etkileşimleri genellikle radikal olmayan, stabil ürünler verir (Niki, 1987).

Yağların foto-oksidadasyonu ise, ışık, ışığa duyarlı maddeler ve singlet oksijen ($^1\text{O}_2$) varlığında indüklenebilmektedir (Choe ve Min, 2006).

Birincil oksidasyon ürünleri olan lipit hidroperoksitleri, oda sıcaklığında ve metallerin yokluğunda nispeten karardır. Ancak metallerin varlığında veya yüksek sıcaklıkta alkoksi radikallerine dönüşürler ve daha sonra aldehitler, ketonlar, asitler, esterler, alkoller ve kısa zincirli hidrokarbonları oluştururlar. Birincil oksidasyon ürünlerinden ikincil ürünlerin oluşum süresi, yağ çeşidine göre farklılık gösterir. İkincil oksidasyon ürünleri,

zeytin ve kolza yağlarında hidroperoksit oluşumundan hemen sonra oluşurken, ayçiçek ve aspir yağlarında, hidroperoksitlerin konsantrasyonu dikkate değer seviyeye ulaştığında meydana gelmektedirler (Choe ve Min, 2006).

Lipit kompozisyonu, lipit oksidasyonunu etkileyen başlıca faktörlerden biridir. Lipit oksidasyon reaksiyonları esas olarak yağ asitlerinde meydana gelir. Oksidasyon, doymamış grupların (çift bağ) artmasıyla önemli ölçüde artar. Çoklu doymamış yağ asitleri, tekli doymamış yağ asitlerinden daha hızlı oksitlenir. Linoleik asit (C18:2) oksidasyonu, oleik asitten (18:1) on kat daha hızlı gerçekleşirken, oleik asit oksidasyonu linolenik asitten (C18:3) 20 ile 30 kat daha yavaş gerçekleşir. Bu durum, çift bağlı karbon atomundan hidrojenin ayrılması için gerekli olan enerjinin, metil karbonundan hidrojenin uzaklaştırılması için gerekli olan enerjiden daha az olmasından kaynaklanır. Lipit peroksitlerin oluşumu, yağ asidi zincirinin uzunluğundan etkilenmez ancak lipit peroksidasyonu, bis-allilik pozisyonların sayısı ile katlanarak artar (Amaral ve ark., 2018).

Lipit oksidasyonunu etkileyen bir diğer etmen olan ışık ile gerçekleşen lipit oksidasyonu, foto-oksidasyon veya ışığa duyarlı oksidasyondan kaynaklanabilir. Foto-oksidasyon, lipitler ultraviyole radyasyona maruz kaldığında ortaya çıkar ve sonucunda serbest radikaller üretilir. Işığa duyarlaştırıcı maddeler ve görünür ışık varlığında, doymamış yağ asitleri foto-oksidasyona maruz kalır. Klorofil ve riboflovin gibi gıdalarda bulunan doğal pigmentler konjuge çift bağları nedeniyle ışığa duyarlı maddelerdir (Gorji ve ark., 2016).

Metal iyonlarının varlığı da lipit oksidasyonunu başlatan veya hızlandıran etmenlerdendir (Gümüş ve Gümüş, 2019). İz metaller hidroperoksitlerin ayrışmasında önemli rol oynar (Ahmed ve ark., 2016). Demir ve bakır gibi geçiş metalleri lipit oksidasyonunda oldukça etkili katalizörlerdir (Domínguez ve ark., 2019). Metal iyonlarının aktivitesi ise pH, ligandlar ve çözücüler gibi çeşitli değişkenlerden etkilenir. Hidroperoksitlerin metal iyonları yoluyla parçalanması, otokatalitik reaksiyonlardan daha hızlıdır. Metal iyonları tarafından gerçekleştirilen yüksek oksidasyon prosesleri peroksil radikalleri üretirken, düşük oksidasyon proseslerinde metal iyonları alkoksi radikalleri üretir (Ahmed ve ark., 2016). Metallerin otoksidasyonda oksidasyon hızını artırmaları da başlangıç aşaması için gerekli aktivasyon enerjisini düşürmelerinden kaynaklanmaktadır (Choe ve Min, 2006).

Pro-oksidan ve antioksidan aktiviteye sahip enzimler de lipit oksidasyonuna etki ederler. Lipoksigenaz doymamış yağ asitlerini oksidasyona uğratarak hidroperoksit oluşumuna neden olan enzim grubudur (Coşkun ve Ercan, 2003). Süperoksit dismutaz, katalaz ve glutatyon ise antioksidan aktiviteye sahip endojen enzimlerdendir (Domínguez ve ark., 2019).

Çoklu kimyasal reaksiyonlardan oluşan lipit oksidasyonu, diğer kimyasal reaksiyonlarda da olduğu gibi zaman ve sıcaklık değişiminden etkilenir. Hidroperoksitlerin ayrışması sıcaklık artışı ile hızlanır. Sıcaklık dalgalanmaları da hücre dışı buz kristallerinin oluşumuna yol açar, böylece hücre bozulması artar, pro-oksidan bileşikler salınır ve oksidasyon hızlanır. Depolama sürecinde radikallerin lipitlere zarar verme olasılığının zamanla artması sebebi ile depolama süresi de oksidasyon sürecini etkilemektedir (Domínguez ve ark., 2019).

Su aktivitesi (a_w), enzimatik, enzimatik olmayan esmerleşme, mikrobiyal büyüme gibi birçok reaksiyonun yanında lipit oksidasyonunu da güçlü bir şekilde etkiler. Mikrobiyal büyüme genellikle a_w arttıkça artar. Diğer birçok kimyasal reaksiyon için, a_w 'nin 1.0'ın altına düşüşü, başlangıçta substratlar ve reaktantların daha

konsantre hale gelmesi sebebiyle reaksiyon hızında bir artışa neden olabilir. Ancak a_w 'de devam eden azalma reaksiyon hızını önemli ölçüde azaltır, çünkü reaksiyonların çoğu difüzyonla sınırlı hale gelir (Barden ve Decker, 2016). Lipit oksidasyonu da $a_w=0.1-0.2$ aralığında iken yüksektir, su aktivitesi minimum seviyeye yaklaştıkça ise azalır. $0.2-0.4 a_w$ aralığında (tek katmanlı değer) oksidasyon en düşük seviyede olur. Sonra tekrar $0.4 a_w$ üzerinde oksidasyon artarak $0.6-0.8$ aralığında maksimum seviyeye ulaşır (Frankel, 2014). Su, lipit oksidasyonunda hem koruyucu hem de pro-oksidatif rol oynayabilmektedir. Tek tabakalı nem içeriğine yakın düşük su aktiviteli (a_w) bazı gıdalarda suyun lipit ve oksijen arasında bir bariyer sağlaması nedeni ile koruyucudur (Barden ve Decker, 2016).

Lipit Oksidasyonu Ölçüm Yöntemleri

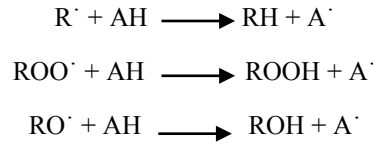
Lipit oksidasyon yöntemleri, birincil ve ikincil oksidasyon ürünlerinin ölçümüne dayanmaktadır. Birincil ürünleri esas alan yöntemler, doymamış yağ asitleri veya oksijen gibi reaktiflerin kaybını veya hidroperoksitler ve konjuge dienler gibi birincil lipit oksidasyon ürünlerinin oluşumunu ölçerler. Peroksit konsantrasyonunun belirlenmesi lipit oksidasyon ölçümlerinde ortak bir yöntemdir. Ancak peroksitlerin ikincil ürünlere nispeten hızlı bir şekilde parçalanması nedeniyle oksidasyon derecesinin saptanmasında peroksit değeri tek başına yeterli olmamaktadır. Birincil oksidasyon ürünlerini esas alan yöntemlerin, düşük sıcaklıkta depolanmış pişmemiş ürünlerdeki düşük oksidasyon seviyelerini ölçmek için uygun olduğu düşünülmektedir. Soğukta depolanan pişmiş etler gibi oksidasyonun hızlandırılmış şekilde gerçekleştiği durumlarda, ikincil oksidasyon ürünlerinin birikimi gerçekleşmektedir. Bu koşullarda ikincil ürünlerin ölçümü ile lipit oksidasyonu daha iyi değerlendirilebilir (Ross ve Smith, 2006). İkincil değişiklikler için endüstriyel koşullarda ve araştırma uygulamalarında sıklıkla uygulanan üç yöntem: karbonillerin, hidrokarbonların ve malonaldehit gibi aldehitlerin oluşumunu içeren tiyobarbitürik asit (TBA) testi, para- anisidin testi ve uçucu bileşiklerin kromatografik ölçümüdür (Laguerre ve ark., 2007).

Lipit oksidasyon ölçümlerini; Ponnampalam ve ark., (2017), Grotta ve ark., (2017) et ürünlerinde TBA testi ile yaparken, Clarke ve ark., (2019) süt ürünlerinde, Difonzo ve ark., (2018) ise pişmiş atıştırmalıklarda lipit oksidasyon bileşikleri ölçümünü gaz kromatografisi/kütle spektrometrisi cihazı ile yapmışlardır. Ghos ve ark., (2019) yağlarda ransimat metodunu kullanırken, Solaesa ve ark., (2017) peroksit değeri ve anisidin değerleri ile sardalya yağında, Kiralan ve ark., (2019), peroksit değeri ve konjuge dien değerleri ile soğuk sıkım yağlarda lipit oksidasyonunu izlemişlerdir.

Fenolik Bileşiklerin Lipit Oksidasyonunu Önleme Aktiviteleri

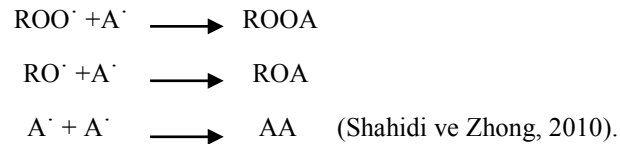
Lipitlerin oksidatif bozulmasını geciktirerek gıdaların kalitesini ve besin değerini artıran, antioksidan aktivite dahil olmak üzere birçok biyolojik etkiye sahip olan fenolik bileşikler, bitkilerde yaygın olarak bulunur (Kähkönen ve ark., 1999). Fenolik bileşikler benzen halkası içeren organik maddelerdir. Fenol adı ile bilinen hidroksibenzen, bir adet hidroksil grubu içerir ve tüm fenolik bileşikler hidroksibenzenden türemiştir. Fenolik bileşikler, fenolik asitler ve flavonoidler olmak üzere iki gruba ayrılır. Fenolik asitler ise benzoik asitler ve sinnamik asitler olmak üzere temel iki grupta incelenir (Söylemezoğlu, 2003; Ho, 1992).

Fenolik bileşikler aşağıdaki reaksiyonda görüldüğü gibi hidrojen atomu vererek serbest radikalleri nötralize eden primer antioksidanlar olarak görev yaparlar.



AH: antioksidan, A[·]: antioksidan radikali (Shahidi ve Zhong, 2010).

Elde edilen antioksidan radikalleri, düşük reaktiviteye sahiptir ve genellikle yeni radikallerin oluşumunu başlatmazlar. Bu nedenle de zincir reaksiyonunda serbest radikal yayılımını engellerler. Bu şekilde oluşan antioksidan radikalleri diğer antioksidan radikalleri ile reaksiyona girerek oksidasyonun sonlanmasını sağlarlar. Birincil antioksidanlar bu şekilde, radikal olmayan kararlı ürünler oluşturmak için bir radikale hidrojen atomu vererek ve başka bir radikalden bir elektron alarak iki lipit radikalini inaktif hale getirirler (Shahidi ve Zhong, 2010).



Passos ve ark., (2019) yapmış oldukları çalışmada, antioksidan etkisi büyük ölçüde timol ve karvakrol gibi fenolik bileşiklerden kaynaklanan kekik esansiyel yağını mayoneze ekleyerek fırın testine (8 gün 63°C'de) tabi tutmuşlar ve elde edilen sonuçları BHT ile karşılaştırmışlardır. Peroksit değeri ve tiyobarbiturik asit reaktif madde sonuçlarına göre mayonezde lipit oksidasyonunun önlenmesinde kekik esansiyel yağının BHT ile benzer etki gösterdiği bildirilmiştir.

Zhang ve ark., (2010) biberiye yapraklarında bulunan ve diterpen yapısında olan karnosik asidi rafine ayçiçek yağına ilave ederek, 60°C'de 21 gün hızlandırılmış oksidasyon testine maruz bırakmışlardır. Karnosik asit katkılı örneklerin, hızlandırılmış oksidasyon testinde peroksit ve *p*-anisidin değerlerinin kontrolden hatta BHA ve BHT'den daha düşük olduğunu, bu fenolik bileşiğin BHA ve BHT'den daha etkili olduğunu ve ayçiçek yağında lipit oksidasyonuna karşı koruyucu etki gösterdiğini belirtmişlerdir.

Gallik asit, metil gallat ve TBHQ varlığında 120°C’de ayçiçek yağı trigliseritlerinde lipit peroksidasyonun incelenmesi ve polar bileşik oluşumunun gözlemlenmesi amacıyla yapılan bir çalışmada, oksidasyonun inhibe edilmesinde gallik asit ve metil gallatın TBHQ’dan daha yüksek antioksidan etkinliğine sahip oldukları bildirilmiştir. Ayrıca gallik asitin düşük sıcaklıklardaki antioksidan veriminin az, yüksek sıcaklıklarda (120°C) oldukça fazla olduğu da belirtilmiştir (Farhoosh ve Nyström, 2018).

Khatib ve ark., (2018) majör fenolik asitleri sırasıyla kaftarik asit (%2.9), kafeik asit (%4.3), kikorik asit (%5.5) ve rosmarinik asit (%87.3) olarak tespit edilen fesleğen fenolik ekstraktının, ayçiçek yağının stabilizasyonunda ve dana ile hindi etinin lipit oksidasyonuna karşı korunmasındaki etkisini araştırmışlardır. Fenolik ekstraktın 4°C’de depolanan hindi ve sığır etinde malonaldehit düzeyini önemli ölçüde düşürdüğü; buna ilaveten ayçiçek yağının bakır kaynaklı oksidasyondan korunmasında pozitif etki sergilediği belirtilmiştir. 37°C’de 60 gün depolanarak gerçekleştirilen oksidasyon testinde ise %0.02 düzeyinde ekstrakt katılması kontrole kıyasla peroksit değerini %53 ($p<0.001$) oranında düşürmesine rağmen, bu değer BHA ile muameleye kıyasla daha az olduğu (%61’lik azalma) tespit edilmiştir. 370°C’de 5 saat depolanarak gerçekleştirilen oksidasyon testinde ise BHA’nın peroksit sayısını kontrole kıyasla %57 azalttığı, fesleğen fenolik ekstraktının ise yakın bir performansla peroksit sayısında %49’luk bir düşüş sağladığı bulgusuna ulaşılmıştır. Araştırmacılar fesleğen fenolik ekstraktının gıda muhafazasında yararlanılabilecek iyi bir doğal antioksidan kaynağı olabileceğini önermektedir.

Benzer şekilde Horuz ve ark., (2015) mısırozü yağı ile yapılan 150 ve 180°C aralığındaki kızartma deneyinde karvakrolün antioksidan etkinliğini doğrulamışlardır. Kızartma işlemi sırasında artan serbest yağ asidi miktarı, peroksit değeri, *p*-anisidin değeri ve toplam polar madde miktarlarını (%) karvakrolün, BHT ve antioksidan içermeyen yağa kıyasla önemli oranda düşürdüğünü bildirmişlerdir. Ayrıca, karvakrolün kızartma yağı olarak kullanılan palm yağı ve mısırozü yağının indüksiyon periyodunu (PetroOXY cihazı ile 700 kPa basınç ve 144-186°C sıcaklık aralığında) artırmada sinmaldehit ve kurkuminden daha etkili olduğunu; timolün palm yağında antioksidan etkinliğinin fazla olduğunu saptamışlardır.

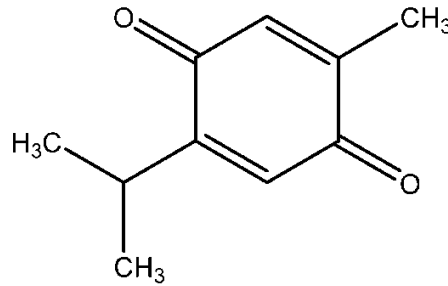
Saoudi ve ark., (2017) yapılan bir çalışmada karnosol, rosmarinik asit ve timolün 60°C’de 20 gün hızlandırılmış oksidasyona bırakılan soya yağının oksidatif stabilitesini artırmada etkili oldukları rapor edilmiştir.

Süperkritik sıvı ekstraksiyonu ile elde edilen tara tohumu yağına karnosik asit, BHA, BHT ve TBHQ eklenmesi ile gerçekleştirilen hızlandırılmış oksidasyon testinde, karnosik asitin yağın oksidasyonunu azaltan etkili bir antioksidan olduğu ve sentetik antioksidanlarla kıyaslandığında; etki düzeyinin BHA ve BHT’den daha yüksek, TBHQ’dan ise daha düşük olduğu bildirilmiştir (Li ve ark., 2018).

Timokinonun Kimyasal Yapısı, Antioksidan, Antimikrobiyel ve Tedavi Edici Özellikleri

Timokinonun Kimyasal Yapısı

Timokinon (2-izopropil-5-metilbenzo-1,4-kinon) benzokinon yapısındadır ve *Nigella sativa* L. uçucu yağının ana aktif bileşenidir (Ballout ve ark., 2018; Glamoçlija ve ark., 2018). Yabani bergamot (*Monarda fistulosa* L.) da potansiyel bir timokinon kaynağıdır (Greaves ve ark., 2018). Birçok bitki türünde timokinon, dimerik ve indirgenmiş formları olan ditimokinon ve timohidrokinon ile birlikte ortaya çıkar (Taborsky ve ark., 2012).



Şekil 1: Timokinonun kimyasal yapısı (Zheng ve ark., 2016).

Timokinon doğada enol, keto veya karışımlarını içeren formlarda bulunur. Keto formu majör fraksiyondur (~% 90) ve bu bileşiğin farmakolojik özelliklerinden sorumludur (Darakhshan ve ark., 2015). Çörekotunun uçucu yağında %18.4-24.0 oranında bulunan önemli bir bioaktif bileşen olan timokinonun, nörodejeneratif hastalıklar, koroner arter hastalıkları, solunum yetersizlikleri ve üriner sistem yetersizlikleri gibi çeşitli hastalıkların tedavisinde etkili olduğu, terapötik bir ajan olduğu; antioksidan, iltihap sökücü, anti-kanser, antimikrobiyel, anti-mutajenik ve anti-genotoksik aktivite sergilediği birçok çalışmada ortaya koyulmuştur (Sanati ve ark., 2018).

Timokinonun Koruyucu ve Tedavi Edici Özellikleri

Timokinon, kanseri önleyici ve kanseri tedavi edici anti tümör etkiye sahiptir. Hayvan modellerinde ve kültür tümörlerinde kanser hücrelerinin büyümesini inhibe ettiği gözlenmiştir (H El-Far, 2015). Timokinon, özellikle seçici antioksidan aktivite göstererek, DNA yapısına müdahale ederek, kanser moleküllerinin sinyallerinin yollarını değiştirerek ve bağışıklık sisteminin gücünü artırma veya azaltma yoluyla immün yanıtını değiştirerek, anti-kanser aktivite sergiler (Khan ve ark., 2017). Fakhoury ve ark., (2016) timokinonun meme kanserini önleme ve tedavisi üzerinde etkisi olabileceğini araştırırken, Khan ve ark., (2017) kalınbağırsak kanserinde, prostat kanserinde, akciğer kanserinde, rahim ağzı kanserinde, pankreas kanserinde, mesane kanserinde, mide kanserinde, ağız kanserinde, akut lenfoblastik lösemide, timokinonun tedavi edici özelliklerini bildirmişlerdir.

Ullah ve ark., (2017) artan konsantrasyonda timokinon muamelesinin *Fasciola gigantica* kurtçuğunun aktivitesini azalttığını, hücre zarını bozduğunu, istilacı yeteneklerini de önemli ölçüde baskıladığını belirterek, timokinonun konakçı parazitler olan helmintlerin öldürülmesinde kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Badr ve ark., (2011), hamilelik ve emzirme dönemlerinde timokinon katkılı yemle beslenmenin, farelerde diyabetik komplikasyonları iyileştirdiğini ve doğan yavruların etkili bir T hücresi (immün sistemini düzenleyen hücre) bağışıklık tepkisi göstererek, sonraki yaşamlarında da bu koruyucu etkinin devam ettiğini bildirmişlerdir. Bu çalışma ile timokinonun immün sistem üzerindeki olumlu etkisi kanıtlanmıştır.

Tabeshpour ve ark., (2019) timokinonun, akrilamidin neden olduğu nörotoksisiteyi önemli ölçüde azalttığını belirterek, sinir sistemi üzerinde de olumlu etkisinin olduğunu göstermişlerdir.

Ulu ve ark., (2012) timokinonun farelerde kanser tedavisinde kullanılan bir kemoterapi ilacı olan sisplatin kaynaklı akut böbrek hasarını engellediğini ve böylece boşaltım sistemini koruyucu etkiye sahip olduğunu ifade etmişlerdir.

Sangi ve ark., (2015) timokinonun diyabetik sıçanlarda yüksek olan serum glikoz seviyesini düşürdüğünü ve diyabet üzerinde de etkili bir bileşen olduğunu bildirirken; Atta ve ark., (2017) timokinonun diyabetin yol açtığı enflamatuvar ve oksidatif hasara karşı mükemmel bir doğal koruyucu ilaç olarak kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Işık ve ark., (2005) akut solunum sendromu ve akut akciğer hasarı tedavisinde timokinon ve steroid kullanımının solunum sistemi üzerinde olumlu etkisinin bulunduğunu bildirmişlerdir.

Ojha ve ark., (2015) timokinonun oksidatif stresi hafifleterek, endojen antioksidanları artırarak ve yapısal bütünlüğü koruyarak kalp koruyucu etki gösterdiğini, miyokard hasarının başlamasını ve ilerlemesini önlemek için timokinonun tek başına mükemmel bir ajan olarak kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Bu şekilde timokinonun dolaşım sistemi üzerindeki olumlu etkileri olduğunu göstermişlerdir.

Meydan ve ark., (2019) timokinonun, toluen kaynaklı karaciğer hasarı üzerinde bazı antitoksik ve karaciğeri koruyucu etkiler gösterdiğini belirtmişlerdir. Başka bir çalışmada, Meral ve ark., (2018) katı tümör modeli ile indüklenen farelerde, timokinon uygulamasının oksidatif stresi azalttığını, doku ölümünü önlediğini, rejenerasyonu arttırdığını ve karaciğer dokusunda koruyucu etki gösterdiğini ifade etmişlerdir.

Kara ve ark., (2012) ortodontistler tarafından kullanılan üst çene darlığı tedavisinde timokinonun, yeni kemik oluşumunu hızlandırmada olumlu etkisi olduğunu bildirmişlerdir.

Timokinonun Antibakteriyel Etkisi

Timokinon gram pozitif ve gram negatif bakterilere karşı antibakteriyel aktivite gösterir (Goel ve Mishra, 2018). Halawani, (2009) yapılan çalışmada sırasıyla 3 ve 6 µg/mL timokinonun *S. aureus*'u inhibe etmek ve öldürmek için yeterli olduğunu göstermiştir. Chaieb ve ark., (2011) timokinonun test edilen bakterilerin çoğuna karşı özellikle de gram pozitif koklara (*Staphylococcus aureus* ATCC 25923 ve *Staphylococcus epidermidis* CIP

106510) karşı önemli bir bakterisidal aktivite (Minimum inhibisyon konsantrasyonu (MİK) değerleri 8 ile 32 µg/mL arasında değişmiştir) sergilediğini ve biyofilm oluşumunu inhibe ettiğini belirtmişlerdir.

Timokinonun Antifungal Etkisi

Taha ve ark., (2010) timol, timokinon ve timohidrokinonun 1 mg/mL konsantrasyonda, hastalardan izole edilen dermatofit maya ve küften oluşan otuz patojene karşı %100 inhibisyon gösterdiğini ve timokinonun test edilen tüm dermatofitlere ve mayalara karşı iyi bir antifungal bileşik olduğunu bildirmişlerdir. Almshawit ve Macreadie, (2017) timokinonun farklı *Candida* türleri üzerinde fungusit etkiye sahip olduğunu araştırmalarında belirtmişlerdir. Al-Thobity ve ark., (2017)'da, timokinonun *Candida albicans* üzerinde inhibe edici etkisi olduğunu bildirmişlerdir.

Timokinonun Antiviral Etkisi

Umar ve ark., (2016) *H9N2 avian* influenza virüsüne sahip hindileri timokinon ve kurkumin katkılı yemlerle beslediklerinde virüs kaynaklı belirtilerde azalma olduğunu ve virüs replikasyonunun engellendiğini bildirmişlerdir.

Fröhlich ve ark., (2017) artemisinin ve timokinon ürünlerinden sentezledikleri hibrit bileşiklerin, insan *sitomegalo* virüsüne karşı antiviral ilaç olan gansiklovirden beş kat daha fazla ve artesunik asitten sekiz kat daha fazla aktif olduklarını, düşük toksisite/yüksek seçicilik profili ile antiviral özellik gösterdiklerini bildirmişlerdir.

Khan ve ark., (2018) Newcastle hastalığı virüsü ile aşılınmış embriyo yumurtalarında *Nigella sativa* etanol ekstraktı kullanarak, *Nigella sativa*'nın virüse karşı güçlü etki gösterdiğini doğrulamışlar, bu yüksek aktivitenin de virüse karşı dikkate değer etkiler üreten timokinon varlığından kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Timokinonun Antioksidan Aktivitesi

Timokinonun süperoksit radikal anyonu ve hidroksil radikallerini içeren birçok reaktif oksijen türlerinin süpürücüsü olduğu (Güllü ve Avcı, 2013), farklı radikal türleri süpürücüsü olmasının güçlü antioksidan etkiye sahip olmasından kaynaklandığı bildirilmiştir (Badary ve ark., 2003).

Hamed ve ark., (2012) keten tohumu yağının oksidatif stabilitesini artırmak amaçlı keten tohumu yağını, soğuk preslenmiş *Nigella sativa* yağı ve susam yağları ile karıştırmışlardır. Elde edilen *Nigella sativa* yağı içeren karışımın stabilitesinin, tüm depolama boyunca susam yağı içeren paçaldan daha yüksek olduğu, bunun da özellikle timokinon kaynaklı antioksidan aktiviteden kaynaklandığı bildirilmiştir.

Jrah Harzallah ve ark., (2012) 1,2-dimetilhidrazin-(DMH)'e maruz kalan sıçanlarda, malondialdehit ve konjuge dien seviyelerinde artış olduğunu ve katalaz, glutatyon peroksidaz ve süperoksit dismutaz aktiviteleri

gibi enzim aktivitelerinin arttığını gözlemlemişlerdir. Timokinon ile ön muamelenin ise belirtilen parametreleri normal değerlere geri döndürdüğünü, timokinonun lipit peroksidasyonunu önleyici etkiye ve antioksidan aktiviteye sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Özdemir ve ark., (2018) mayonezin oksidatif stabilitesini artırmak amaçlı soğuk preslenmiş çörekotu yağını ayçiçek yağı ile karıştırarak artan çörekotu yağı oranında mayoneze eklemişlerdir. Mayonezlerin timokinon içeriklerinin artan çörekotu yağı oranına paralel olarak arttığını belirtmişlerdir. 20°C'de 4 hafta depolama sonucunda peroksit değeri, konjuge dien ve konjuge trien değerlerinin kontrol grubundan düşük olduğunu bildirmişlerdir. Benzer şekilde Kiralan ve ark., (2017) Kiralan, (2014) ve Gad ve El-Ahmady, (2018) çörekotu yağının oksidatif stabilitesinin yüksek olmasından bileşimindeki timokinonun sorumlu olduğunu bildirmişlerdir.

Sonuç

Fenolik bileşikler lipit oksidasyonunu önlemede sentetik antioksidanlar kadar etkili olabilmektedir. Yağların indüksiyon periyodunu artırmaları, lipit oksidasyonuna karşı koruyucu etki göstermeleri nedeni ile gıda muhafazasında yararlanılabilecek doğal antioksidan kaynakları oldukları yapılan çalışmalarda bildirilmektedir. Çörekotu uçucu yağında bulunan ve aktif fenolik bileşik olan timokinon antikanser, antitümör, bağışıklık sistemi, boşaltım sistemi, solunum sistemi, dolaşım sistemi, sinir sistemi, immün sistemi, iskelet kas sistemi üzerinde farmakolojik etkileri bulunur ve antioksidan, antiviral, antibakteriyel, antifungal etkilere sahiptir. Timokinonun oksidatif stresi baskılaması, oksidatif stresin etkilerini hafifletmesi, oksidatif hasara karşı koruyucu etkilere sahip olması nedeni ile antioksidan madde olarak kullanımı birçok araştırmada yer almaktadır.

Teşekkür

Çalışma Abant İzzet Baysal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 2018.09.04.1288 nolu proje ile desteklenmiştir.

Kaynakça

- Ahmed, M., Pickova, J., Ahmad, T., Liaquat, M., Farid, A. and Jahangir, M. 2016. Oxidation of lipids in foods. *Sarhad Journal of Agriculture*, 32 (3), 230-238.
- Almshawit, H. and Macreadie, I. 2017. Fungicidal effect of thymoquinone involves generation of oxidative stress in *Candida glabrata*. *Microbiological Research*, 195, 81-88.
- Al-Thobity, A., Al-Khalifa, K., Gad, M., Al-Hariri, M., Ali, A. and Alnassar, T. 2017. In vitro evaluation of the inhibitory activity of thymoquinone in combatting *Candida albicans* in denture stomatitis prevention. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14 (7), 743, 1-9.

- Amaral, A.B., Silva, M.V.D. and Lannes, S.C.D.S. 2018. Lipid oxidation in meat: Mechanisms and protective factors–A review. *Food Science and Technology*, 38, 1-15.
- Ammari, F., Cordella, C.B., Boughanmi, N. and Rutledge, D.N. 2012a. The increase in oxidative stability of sunflower oil enriched with *Nigella sativa* L. seed extracts. *Journal of Food Measurement & Characterization*, 6 (1-4), 12-20.
- Ammari, F., Cordella, C.B., Boughanmi, N. and Rutledge, D.N. 2012b. Independent components analysis applied to 3d-front-face fluorescence spectra of edible oils to study the antioxidant effect of *Nigella sativa* L. extract on the thermal stability of heated oils. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, 113, 32-42.
- Anwar, H., Hussain, G. and Mustafa, I. 2018. Antioxidants from natural sources. *Antioxidants in Foods and its Applications*, 3-28.
- Atta, M., Almadaly, E., El-Far, A., Saleh, R., Assar, D., Al Jaouni, S. and Mousa, S. 2017. Thymoquinone defeats diabetes-induced testicular damage in rats targeting antioxidant, inflammatory and aromatase expression. *International Journal of Molecular Sciences*, 18 (5), 919, 1-15.
- Badary, O.A., Taha, R.A., Gamal El-Din, A.M. and Abdel-Wahab, M.H. 2003. Thymoquinone is a potent superoxide anion scavenger. *Drug and Chemical Toxicology*, 26 (2), 87-98.
- Badr, G., Alwasel, S., Ebaid, H., Mohany, M. and Alhazza, I. 2011. Perinatal supplementation with thymoquinone improves diabetic complications and T cell immune responses in rat offspring. *Cellular Immunology*, 267 (2), 133-140.
- Baladura, E. ve Şimşek, B. 2014. Doğal antioksidanlar ve süt ve süt ürünlerinde kullanımı. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27 (2), 155-162.
- Ballout, F., Habli, Z., Rahal, O.N., Fatfat, M. and Gali-Muhtasib, H. 2018. Thymoquinone-based nanotechnology for cancer therapy: Promises and challenges. *Drug Discovery Today*, 23 (5), 1089-1098.
- Barden, L. and Decker, E. A. 2016. Lipid oxidation in low-moisture food: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56 (15), 2467-2482.
- Baştürk, A., Ceylan, M.M., Çavuş, M., Boran, G. and Javidipour, I. 2018. Effects of some herbal extracts on oxidative stability of corn oil under accelerated oxidation conditions in comparison with some commonly used antioxidants. *LWT-Food Science and Technology*, 89, 358-364.
- Chaieb, K., Kouidhi, B., Jrah, H., Mahdouani, K. and Bakhrouf, A. 2011. Antibacterial activity of thymoquinone, an active principle of *Nigella sativa* and its potency to prevent bacterial biofilm formation. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 11 (1), 29, 1-6.
- Cheeseman, K.H. and Slater, T.F. 1993. An introduction to free radical biochemistry. *British Medical Bulletin*, 49 (3), 481-493.
- Choe, E. and Min, D.B. 2006. Mechanisms and factors for edible oil oxidation. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 5 (4), 169-186.

- Chowdhury, K., Banu, L.A., Khan, S. and Latif, A. 2007. Studies on the fatty acid composition of edible oil. *Bangladesh Journal of Scientific and Industrial Research*, 42 (3), 311-316.
- Clarke, H.J., Mannion, D.T., O'Sullivan, M.G., Kerry, J.P. and Kilcawley, K.N. 2019. Development of a headspace solid-phase microextraction gas chromatography mass spectrometry method for the quantification of volatiles associated with lipid oxidation in whole milk powder using response surface methodology. *Food Chemistry*, 292, 75-80.
- Coşkun, E. ve Ercan, R. 2003. Makarnalık buğdaylarda lipoksigenaz enzim aktivitesinin belirlenmesi. *Gıda*, 28 (3), 221-226.
- Darakhshan, S., Pour, A.B., Colagar, A.H. and Sisakhtnezhad, S. 2015. Thymoquinone and its therapeutic potentials. *Pharmacological Research*, 95, 138-158.
- Darley-Usmar, V. and Halliwell, B. 1996. Blood radicals: Reactive nitrogen species, reactive oxygen species, transition metal ions, and the vascular system. *Pharmaceutical Research*, 13 (5), 649-662.
- Deveci, H.A., Nur, G., Kırpık, M., Harmankaya, A. ve Yıldız, Y. 2016. Fenolik bileşik içeren bitkisel antioksidanlar. *Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9 (1), 26-32.
- Difonzo, G., Pasqualone, A., Silletti, R., Cosmai, L., Summo, C., Paradiso, V. M. and Caponio, F. 2018. Use of olive leaf extract to reduce lipid oxidation of baked snacks. *Food Research International*, 108, 48-56.
- Domínguez, R., Pateiro, M., Gagaoua, M., Barba, F.J., Zhang, W. and Lorenzo, J.M. 2019. A comprehensive review on lipid oxidation in meat and meat products. *Antioxidants*, 8 (10), 429, 1-31.
- Durmaz, G. and Gökmen, V. 2019. Effect of refining on bioactive composition and oxidative stability of hazelnut oil. *Food Research International*, 116, 586-591.
- Fakhoury, I., Saad, W., Hadir, K.B., Schneider-Stock, R. and Gali-Muhtasib, H. 2016. Effects of thymoquinone encapsulation on its uptake, delivery and anticancer activity in breast cancer cells. *Cancer Research*, 76 (14), Abstract nr 2053.
- Farhoosh, R. and Nyström, L. 2018. Antioxidant potency of gallic acid, methyl gallate and their combinations in sunflower oil triacylglycerols at high temperature. *Food Chemistry*, 244, 29-35.
- Frankel, E.N. 2012. Chapter 11. Foods: Lipid oxidation, Woodhead Publishing in Food Science, Technology and Nutrition, USA, pp:299-350.
- Fröhlich, T., Reiter, C., Saeed, M.E., Hutterer, C., Hahn, F., Leidenberger, M. and Tsogoeva, S.B. 2017. Synthesis of thymoquinone–artemisinin hybrids: New potent antileukemia, antiviral, and antimalarial agents. *ACS Medicinal Chemistry Letters*, 9 (6), 534-539.
- Gad, H.A. and El-Ahmady, S.H. 2018. Prediction of thymoquinone content in black seed oil using multivariate analysis: An efficient model for its quality assessment. *Industrial Crops and Products*, 124, 626-632.
- Ghosh, M., Upadhyay, R., Mahato, D.K. and Mishra, H.N. 2019. Kinetics of lipid oxidation in omega fatty acids rich blends of sunflower and sesame oils using Rancimat. *Food Chemistry*, 272, 471-477.

- Glamočlija, U., Padhye, S., Špirtović-Halilović, S., Osmanović, A., Veljović, E., Roca, S. and Trifunović, S. 2018. Synthesis, biological evaluation and docking studies of benzoxazoles derived from thymoquinone. *Molecules*, 23 (12), 3297, 1-17.
- Goel, S., Mishra, P. 2018. Thymoquinone inhibits biofilm formation and has selective antibacterial activity due to ros generation. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 102 (4), 1955-1967.
- Gorji, S.G., Smyth, H.E., Sharma, M. and Fitzgerald, M. 2016. Lipid oxidation in mayonnaise and the role of natural antioxidants: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 56, 88-102.
- Greaves, J.A., Narasimhamoorthy, B., Srivastava, V., Cloud, N. and Clark, D. 2018. Method for production of thymoquinone. *U.S. Patent Application* No. 10/138,194.
- Grotta, L., Castellani, F., Palazzo, F., Haouet, M.N. and Martino, G. 2017. Treatment optimisation and sample preparation for the evaluation of lipid oxidation in various meats through TBARs assays before analysis. *Food Analytical Methods*, 10 (6), 1870-1880.
- Gursul, S., Karabulut, I. and Durmaz, G. 2019. Antioxidant efficacy of thymol and carvacrol in microencapsulated walnut oil triacylglycerols. *Food Chemistry*, 278, 805-810.
- Güllü, E.B. ve Avcı, G. 2013. Timokinon: *Nigella sativa*'nın biyoaktif komponenti. *Kocatepe Veteriner Dergisi*, 6 (1), 51-61.
- Gümüş, B. ve Gümüş, E. 2019. Gıdalarda deniz kaynaklı makroalg özütü kullanımı ve lipit oksidasyonunu önlemede antioksidan etkisi. *Akademik Gıda*, 17 (3), 389-400.
- Gündüz, O. ve Esengün, K. 2010. Ailelerin bitkisel yağ tüketimleri üzerine bir araştırma. *Karamanoğlu Mehmet Bey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 2010 (2), 67-72.
- H El-Far, A. 2015. Thymoquinone anticancer discovery: Possible mechanisms. *Current Drug Discovery Technologies*, 12 (2), 80-89.
- Halawani, E. 2009. Antibacterial activity of thymoquinone and thymohydroquinone of *Nigella Sativa* L. and their interaction with some antibiotics. *Advances in Biological Research*, 3 (5-6), 148-152.
- Halliwell, B. and Gutteridge, J.M. 2015. *Free Radicals in Biology and Medicine*. Oxford University Press, USA. 311p.
- Hamed, S.F. and Abo-Elwafa, G.A. 2012. Enhancement of oxidation stability of flax seed oil by blending with stable vegetable oils. *Journal of Applied Sciences Research*, 8 (10), 5039-5048.
- Ho, C.T. 1992. Phenolic Compounds in Food. *Phenolic Compounds in Food and Their Effects on Health I. Analysis, Occurrence and Chemistry*. Eds. Ho, C., Lee, C.Y. and Huang, M, 1-7.
- Horuz, T.İ. and Maskan, M. 2015. Effect of the phytochemicals curcumin, cinnamaldehyde, thymol and carvacrol on the oxidative stability of corn and palm oils at frying temperatures. *Journal of Food Science and Technology*, 52 (12), 8041-8049.
- Inanc, T. and Maskan, M. 2014. Effect of carvacrol on the oxidative stability of palm oil during frying. *Grasas Y Aceites*, 65 (4), e042.

- Isik, A.F., Kati, I., Bayram, I. and Ozbek, H. 2005. A new agent for treatment of acute respiratory distress syndrome: Thymoquinone. A experimental study in a rat model. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*, 28 (2), 301-305.
- Jrah Harzallah, H., Grayaa, R., Kharoubi, W., Maaloul, A., Hammami, M. and Mahjoub, T. 2012. Thymoquinone, the *Nigella sativa* bioactive compound, prevents circulatory oxidative stress caused by 1, 2-dimethylhydrazine in erythrocyte during colon postinitiation carcinogenesis. *Oxidative Medicine And Cellular Longevity*, 2012.
- Kähkönen, M.P., Hopia, A.I., Vuorela, H.J., Rauha, J.P., Pihlaja, K., Kujala, T.S. and Heinonen, M. 1999. Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47 (10), 3954-3962.
- Kara, M.I., Erciyas, K., Altan, A.B., Ozkut, M., Ay, S. and Inan, S. 2012. Thymoquinone accelerates new bone formation in the rapid maxillary expansion procedure. *Archives of Oral Biology*, 57 (4), 357-363.
- Karabulut, H. ve Gülay, M.Ş. 2016. Serbest radikaller. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 4 (1), 50-59.
- Karaca, E. ve Aytaç, S. 2007. Yağ bitkilerinde yağ asitleri kompozisyonu üzerine etki eden faktörler. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 22 (1), 123-131.
- Kaya, Y., Duyar, H.A. ve Erdem, M.E. 2004. Balık yağ asitlerinin insan sağlığı için önemi. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 21 (3-4), 365-370.
- Khan, M. A., Tania, M., Fu, S., Fu, J. 2017. Thymoquinone, as an anticancer molecule: from basic research to clinical investigation. *Oncotarget*, 8 (31), 51907-51919.
- Khan, A.U., Tipu, M.Y., Shafee, M., Khan, N.U., Tariq, M.M., Kiani, M.R. and Shah, S.I.A. 2018. In-ovo antiviral effect of *Nigella sativa* extract against Newcastle Disease Virus in experimentally infected chicken embryonated eggs. *Pakistan Veterinary Journal*, 38, 434-437.
- Khatib, S., Harnafi, M., Touiss, I., Bekkouch, O., Amrani, S. and Harnafi, H. 2018. Phenolic extract of basil prevents lipid oxidation in sunflower oil, beef and turkey meat: A comparison with synthetic antioxidant BHA. *American Journal of Food Science and Nutrition*, 5 (3), 66-75.
- Kiralan, M. ve Bayrak, A. 2005. Bitkisel yağların stabilizasyonunda doğal antioksidanların rolü. *Gıda/The Journal of Food*, 30, 247-254.
- Kiralan, M. 2014. Changes in volatile compounds of black cumin (*Nigella Sativa* L.) seed oil during thermal oxidation. *International Journal of Food Properties*, 17, 1482-1489.
- Kiralan, M., Özdemir, N., Özkan, G., Bayrak, A. and Ramadan, M.F. 2017. Blends of cold pressed black cumin oil and sunflower oil with improved stability: A study based on changes in the levels of volatiles, tocopherols and thymoquinone during accelerated oxidation conditions. *Journal of Food Biochemistry*, 41, e12272, 1-10.

- Kıralan, M., Çalılık, G., Kıralan, S., Özyaydın, A., Özkan, G. and Ramadan, M.F. 2019. Stability and volatile oxidation compounds of grape seed, flax seed and black cumin seed cold-pressed oils as affected by thermal oxidation. *Grasas y Aceites*, 70 (1), e295.
- Küçük, M. ve Gürbüz, B. 1999. Bazı çemen (*Trigonella foenum-graecum*) hatlarında yağ ve yağ asitleri bileşenlerinin araştırılması. *Gıda/The Journal of Food*, 24 (2), 99-101.
- Laguerre, M., Lecomte, J. and Villeneuve, P. 2007. Evaluation of the ability of antioxidants to counteract lipid oxidation: Existing methods, new trends and challenges. *Progress in Lipid Research*, 46 (5), 244-282.
- Li, Z.J., Yang, F.J., Yang, L. and Zu, Y.G. 2018. Comparison of the antioxidant effects of carnosic acid and synthetic antioxidants on tara seed oil. *Chemistry Central Journal*, 12 (1), 37.
- Lobo, V., Patil, A., Phatak, A. and Chandra, N. 2010. Free radicals, antioxidants and functional foods: Impact on human health. *Pharmacognosy Reviews*, 4 (8), 118-126.
- Meral, I., Pala, M., Akbas, F., Ustunova, S., Yildiz, C. and Demirel, M.H. 2018. Effects of thymoquinone on liver mirnas and oxidative stress in Ehrlich acid mouse solid tumor model. *Biotechnic & Histochemistry*, 93 (4), 301-308.
- Meydan, S., Esrefoglu, M., Selek, S., Akbas Tosunoglu, E., Ozturk, O., Kurbetli, N. and Meral, I. 2019. Protective effects of caffeic acid phenethyl ester and thymoquinone on toluene induced liver toxicity. *Biotechnic & Histochemistry*, 94(4), 277-282.
- Mezza, G.N., Borgarello, A.V., Grosso, N.R., Fernandez, H., Pramparo, M.C. and Gayol, M.F. 2018. Antioxidant activity of rosemary essential oil fractions obtained by molecular distillation and their effect on oxidative stability of sunflower oil. *Food Chemistry*, 242, 9-15.
- Mol, S. 2008. Balık yağı tüketimi ve insan sağlığı üzerine etkileri. *Journal of Fisheries Sciences.com*, 2 (4), 601-607.
- Niki, E. 1987. Antioxidants in relation to lipid peroxidation. *Chemistry and Physics of Lipids*, 44 (2-4), 227-253.
- Ojha, S., Azimullah, S., Mohanraj, R., Sharma, C., Yasin, J., Arya, D.S. and Adem, A. 2015. Thymoquinone protects against myocardial ischemic injury by mitigating oxidative stress and inflammation. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2015, 1-12.
- Onat, B., Arıoğlu, H., Güllüoğlu, L., Kurt C. and Bakal, H. 2017. Dünya ve Türkiye’de yağlı tohum ve ham yağ üretimine bir bakış. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 20, 149-153.
- Özdemir, N., Kantekin-Erdogan, M.N., Tat, T. and Tekin, A. 2018. Effect of black cumin oil on the oxidative stability and sensory characteristics of mayonnaise. *Journal of Food Science and Technology*, 55 (4), 1562-1568.
- Passos, R.B.D., Bazzo, G.C., Almeida, A.D.R. and Noronha, C.M. 2019. Evaluation of oxidative stability of mayonnaise containing poly ε-caprolactone nanoparticles loaded with thyme essential oil. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 55, e18177, 1-6.

- Ponnampalam, E.N., Plozza, T., Kerr, M.G., Linden, N., Mitchell, M., Bekhit, A.E.D.A. And Hopkins, D.L. 2017. Interaction of diet and long ageing period on lipid oxidation and colour stability of lamb meat. *Meat Science*, 129, 43-49.
- Porter, N.A., Caldwell, S.E. and Mills, K.A. 1995. Mechanisms of free radical oxidation of unsaturated lipids. *Lipids*, 30 (4), 277-290.
- Ramadan, M.F. and Mörsel, J.T. 2004. Oxidative stability of black cumin (*Nigella sativa* L.), coriander (*Coriandrum sativum* L.) and niger (*Guizotia abyssinica* Cass.) crude seed oils upon stripping. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 106 (1), 35-43.
- Ramadan, M.F. and Wahdan, K.M.M. 2012. Blending of corn oil with black cumin (*Nigella sativa*) and coriander (*Coriandrum sativum*) seed oils: Impact on functionality, stability and radical scavenging activity. *Food Chemistry*, 132 (2), 873-879.
- Ross, C.F. and Smith, D.M. 2006. Use of volatiles as indicators of lipid oxidation in muscle foods. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 5 (1), 18-25.
- Rossi, M., Alamprese, C. and Ratti, S. 2007. Tocopherols and tocotrienols as free radical-scavengers in refined vegetable oils and their stability during deep-fat frying. *Food Chemistry*, 102 (3), 812-817.
- Sahurkar, M.R. and Karadbhajne, S.V. 2018. Antioxidants: Extraction and application in food industry. *International Journal of Food Science and Nutrition*, 3 (6), 272-281.
- Sanati, A.R., Farkhondeh, T. and Samarghandian, S. 2018. Antidotal effects of thymoquinone against neurotoxic agents. *Interdisciplinary Toxicology*, 11 (2), 122-128.
- Sangi, S.M.A., Sulaiman, M.I., El-Wahab, M.F.A., Ahmedani, E.I. and Ali, S.S. 2015. Antihyperglycemic effect of thymoquinone and oleuropein, on streptozotocin-induced diabetes mellitus in experimental animals. *Pharmacognosy Magazine*, 11 (Suppl 2), S251-257.
- Saoudi, S., Chammem, N., Sifaoui, I., Jiménez, I.A., Lorenzo-Morales, J., Piñero, J.E. and L Bazzocchi, I. 2017. Combined effect of carnosol, rosmarinic acid and thymol on the oxidative stability of soybean oil using a simplex centroid mixture design. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97 (10), 3300-3311.
- Shahidi, F. and Zhong, Y. 2010. Lipid oxidation and improving the oxidative stability. *Chemical Society Reviews*, 39 (11), 4067-4079.
- Slater, T.F. 1988. Free radical mechanisms in tissue injury: In Cell Function and Disease, Canedo, L.E., Todd, L.E., Packer L., Jaz, J. Springer, Boston, MA, (209-218).
- Solaesa, Á. G., Sanz, M.T., Melgosa, R. and Beltrán, S. 2017. Substrates emulsification process to improve lipase-catalyzed sardine oil glycerolysis in different systems. Evaluation of lipid oxidation of the reaction products. *Food Research International*, 100, 572-578.
- Söylemezoğlu, G. 2003. Üzümde fenolik bileşikler. *Gıda/The Journal of Food*, 28(3), 277-285.
- Statista (2020). "<https://www.statista.com/statistics/263978/global-vegetable-oil-production>, Erişim Tarihi: 25.10.2020.

- Sulekha, M., Satish, Y., Sunita, Y. and Nema, R.K. 2009. Antioxidants: A review. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 1 (1), 102-104.
- Tabeshpour, J., Mehri, S., Abnous, K. and Hosseinzadeh, H. 2019. Neuroprotective effects of thymoquinone in acrylamide-induced peripheral nervous system toxicity through map kinase and apoptosis pathways in rat. *Neurochemical Research*, 44 (5), 1101-1112.
- Taborsky, J., Kunt, M., Kloucek, P., Lachman, J., Zeleny, V. and Kokoska, L. 2012. Identification of potential sources of thymoquinone and related compounds in *Asteraceae*, *Cupressaceae*, *Lamiaceae*, and *Ranunculaceae* Families. *Central European Journal of Chemistry*, 10, 1899-1906.
- Taha, M., Azeiz, A.Z. and Saudi, W. 2010. Antifungal effect of thymol, thymoquinone and thymohydroquinone against yeasts, dermatophytes and non-dermatophyte molds isolated from skin and nails fungal infections. *Egyptian Journal of Biochemistry & Molecular Biology*, 28 (2), 109-126.
- Tohma, S. and Turan, S. 2015. Rosemary plant (*Rosmarinus officinalis* L.), solvent extract and essential oil can be used to extend the usage life of hazelnut oil during deep frying. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 117(12), 1978-1990.
- UFOP, 2019. Union Zur Förderung Von Oel – Und Proteinpflanzen EV, Global Vegetable Oil Production Set to Reach New Peak. Türkiye Veri Servisi. <https://www.ufop.de/english/news/chart-week/>, Erişim Tarihi: 16.10.2019.
- Ullah, R., Rehman, A., Zafeer, M.F., Rehman, L., Khan, Y.A., Khan, M.H. and Abidi, S.M.A. 2017. Anthelmintic potential of thymoquinone and curcumin on *Fasciola gigantica*. *PloS One*, 12 (2), e0171267.
- Ulu, R., Dogukan, A., Tuzcu, M., Gencoglu, H., Ulas, M., İlhan, N. and Sahin, K. 2012. Regulation of renal organic anion and cation transporters by thymoquinone in cisplatin induced kidney injury. *Food and Chemical Toxicology*, 50 (5), 1675-1679.
- Umar, S., Shah, M.A.A., Munir, M.T., Yaqoob, M., Fiaz, M., Anjum, S. and Iqbal, M. 2016. Synergistic effects of thymoquinone and curcumin on immune response and anti-viral activity against avian influenza virus (H9N2) in turkeys. *Poultry Science*, 95 (7), 1513-1520.
- Xu, L., Luo, Y., Fu, X., Luo, F., Xu, Y. and Sun, S. 2019. Effect of *Saccharomyces uvarum* on lipid oxidation and carbonyl compounds in silver carp mince during cold storage. *Food Science & Nutrition*. 7 (7), 2404-2411.
- Yemişçioğlu, F., Özdikicierler, O. ve Gümüşkesen, A.S. 2016. Bitkisel yağ rafinasyonunda yeni bir yaklaşım: Minimal rafinasyon. *Academic Food Journal/Akademik GIDA*, 14 (2), 172-179.
- Zhang, Y., Yang, L., Zu, Y., Chen, X., Wang, F. and Liu, F. 2010. Oxidative stability of sunflower oil supplemented with carnosic acid compared with synthetic antioxidants during accelerated storage. *Food Chemistry*, 118 (3), 656-662.
- Zheng, J., Zhou, Y., Li, Y., Xu, D.P., Li, S. and Li, H.B. 2016. Spices for prevention and treatment of cancers. *Nutrients*, 8 (8), 495, 1-35.



Çevre ve İnsan Sağlığı Açısından Çim Bitkilerinin Faydaları^A

Sinem ZERE TAŞKIN^{1*}, Uğur BİLGİLİ²

Öz: Çim bitkileri; sık büyüyen, iç içe geçen saplar ve yapraklardan oluşan bir zemin örtüsü olarak tanımlanmaktadır. Kırsal alanlarda ve kentlerdeki ev, park-bahçeler ve spor alanlarında yeşil bir örtü oluşturmaktadır. Ayrıca derin biçime dayanıklılığı ile işlevsel, yoğun ve sağlıklı bir zemin örtüsü temin edebilme kabiliyeti ile diğer bitkilerden ayrılmaktadır. Çim bitkileri, fonksiyonel, rekreasyonel ve estetik gibi birçok önemli işleve sahiptir. Bunların yanı sıra; hava kalitesini arttırma, kirli havayı filtre etme, karbon depolama, yağmursuyu yönetimi ile su dengesini sağlama, havayı serinletme, insan sağlığı ve stres üzerine olumlu etki etme, konutların değerlerini artırma, toprak erozyonu önleme ve toz stabilizasyonu sağlama, pestisit kullanımını azaltma, gürültüyü ve parlamayı engelleme, zararlıları ve alerjik polenleri azaltma, biyolojik çeşitliliği koruma gibi bir dizi ekolojik ve çevresel işlevleri de yerine getirmektedir. Bu önemli faydaları göz önünde tutulduğunda, çim bitkilerinin hem yaşam kalitemize katkıda bulunduğu hem de çevreyi korumada önemli bir role sahip olduğu görülmektedir. Yoğun bir şekilde sanayileşme ve kentleşme ile karşı karşıya kaldığımız günümüzde doğrudan veya dolaylı olarak birçok olumlu işleve sahip olan çim bitkilerine olan ihtiyaç ve önem gün geçtikçe artmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Çevre, çim bitkileri, insan sağlığı.

^A Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir.

* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** ¹ Sinem ZERE TAŞKIN, Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Bursa, Türkiye, zeresinem@gmail.com, [OrcID 0000-0002-2243-2993](https://orcid.org/0000-0002-2243-2993)

² Uğur BİLGİLİ, Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Bursa, Türkiye, ubilgili@uludag.edu.tr, [OrcID 0000-0003-0801-7678](https://orcid.org/0000-0003-0801-7678)

Benefits of Turfgrasses in Terms of Environment and Human Health

Abstract: Turfgrass is defined as a ground cover consisting of close cut, thickly growing, intertwining stems and leaves of grass plants. It creates a green covering in places such as rural areas, houses in big cities, parks, gardens or sports fields. Also it was separated from other plants with ability of the close mowing and provide a functional, dense and health ground cover. Turfgrasses have numerous important tasks such as functional, recreational, and aesthetic components. In addition to these, there are a number of ecological an environmental functions as; improved air quality, pollution filter, carbon storage (sequestration), stormwater management, cooling effect, wellness and stress, therapeutic, community appeal, soil erosion control and dust stabilization, organic chemical and pesticide degradation, reduction in noise and glare, decreased pests and allergy related pollens, conservation of biodiversity. In view of that these important beneficial dimensions, turfgrass plants contribute to our quality of life as well as have played a vital role in protecting our environment. We are faced with industrialization and urbanization nowadays, the need and desire for grass plants, which having many positive affects directly or indirectly, is obviously growing day by day.

Keywords: Environment, human health, turfgrass.

Giriş

Çim bitkileri; sık büyüyen, iç içe geçen saplar ve yapraklardan oluşan bir zemin örtüsü olarak tanımlanmaktadır. Derin biçime dayanıklılığı, fonksiyonel, yoğun ve sağlıklı bir zemin örtüsü oluşturması onu diğer bitkilerden ayırmaktadır (Sherratt, 2011). Gerek kentlerde gerekse kırsal alanlarda; açık alan, yeşil alan ya da çim alanlarda yeşil bir örtü oluşturarak ortamların genel karakterini ortaya koymaktadırlar.

Açık alan kavramı; mimari yapılar ve ulaşım alanları dışında boş kalan alanlar olarak tanımlanmaktadır (Öztan, 1968; Özbilen, 1991). Yeşil alan kavramı ise; açık alan içindeki bitkisel elemanlar ile kaplı yüzey alanları, kentin kısmen içerisinde yer alan mesire yerleri, kent parkı, milli park vb. gibi parklar, büyük ve küçük ağaç topluluklarının oluşturmuş olduğu korular, bünyesinde çalı, çim alan, çiçekler bulunan yollar ve içerisinde havuz gibi yapay elemanları bulunduran alanların tümü olarak tanımlanmaktadır (Saatçioğlu, 1978; Akdoğan, 1987). Buradan hareketle bir yeşil alanın açık alan niteliği taşıdığı söylenebilir fakat her açık alan için yeşil alan olduğu söylenemez (Önder ve Polat, 2012). Çim alan kavramı ise toprak yüzeyini sıkı bir biçimde örten, homojen görünüşlü, devamlı biçilerek kısa hali korunan; çoğunlukla Graminea (Poaceae) familyasına ait bitkilerin oluşturdukları, tesis edilmiş yeşil alanlar olarak tanımlanır (Orçun, 1979; Avcıoğlu, 1997).

Arazi şekli, iklim, toprak, mikroorganizmalar, bitkiler, hayvanlar, insan ve cansız varlıklar gibi elemanlar aralarında kurdukları denge ile kentlerin ekosistemini meydana getirmektedirler. Maalesef ki günümüzde kentsel ekosistemi oluşturan bu elemanlar, hızla artan plansız yapılaşma ile zarar görmekte ve hatta yok olmaktadır (Bolund ve Hunhammer, 1999). Dolayısıyla günümüz insanı kendini, bitki örtüsünün olmadığı, geçirimsiz yüzey ve yapısal alanların çoğunlukta olduğu, değiştirilmiş su akışı ve drenaja sahip kentlerde yorucu ve stresli bir yaşamın içinde bulmaktadır.

Azalan yeşil alan miktarıyla çevrenin kalite düzeyi de azalmakta, ileri seviyelerde ise insan sağlığını tehdit edecek sorunların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Ayrıca gelişmiş ülkelerde, yaşam kalitesi ve medeniyet göstergesi olarak açık-yeşil alanların nitel ve nicel özellikleri ölçüt olarak kabul edilmektedir. Bu nedenle gelişmiş ülkeler kentlerdeki mekân ve ekolojisini planlarken insanların mental ve fiziksel ihtiyaçlarını ön planda tutmaya yönelmişlerdir (Gül ve Küçük, 2001). Bütün bu gelişmeler yeşil alanların, özellikle çim alanların, insan ve kent ekosistemi içerisindeki önemini ortaya koymaktadır.

Çim bitkilerinin rekreasyon amacıyla ilk kullanımına Pers ve Arap bahçelerinde rastlanmaktadır. Çim bitkileri 16. yüzyılda İngiltere, Almanya, Fransa, Hollanda, Avusturya ve diğer Kuzey Avrupa ülkelerinde rekreasyon alanları ve dinlenme parklarında yaygın olarak kullanılmıştır. 17. ve 18. yüzyıllarda ise çim bitkileri; çim ve hobi bahçeleri ile diğer yeşil alanları tesis etmek amacıyla kültüre alınmış, çim alanların bakım ve ıslahını içeren çok sayıda kitap yayınlanmıştır. 19. yüzyılın başında yayınlanan bahçe kitaplarında, çim bitkilerinin kültürel uygulamalarına önem verilmiştir (Kuşvuran, 2012). Çim bitkisi çeşitlerinin büyük çoğunluğu yem amacıyla kullanılan gen havuzları içinden geliştirilmiştir. İslahçılar, basmaya dayanıklılık, estetik görünüm, derin biçime dayanıklılık ve ince yapılılık gibi gelen taleplere göre çeşitler geliştirmeye çalışmışlardır (Casler ve Duncan, 2003). Başlangıçta açık yeşil ve kaba yapraklı olan çim bitkileri, zamanla kalitesi yüksek, koyu yeşil ve ince yapraklı bitkilere doğru bir dönüşüm geçirmişlerdir (Duncan ve Carrow, 1999).

Çim bitkileri yüzyıllardır insanlar tarafından çevrelerine estetik olarak güzellik katmak amacıyla kullanılmaktadır. Yararlarını; fonksiyonel, rekreasyonel ve estetiksel olmak üzere üç kısımda inceleyebiliriz (Beard ve Green, 1994). Çim bitkilerinin fonksiyonel yararları; erozyonun önlenmesi, oksijen üretimi, hava kirliliğini kontrol, tozun önlenmesi, sıcaklığın düşürülmesi, gürültü kirliliğinin azaltılması, güneş ışığı parlamasının azaltılması, hayvan davranışları üzerinde olumlu etkilerde bulunması, karbon depolama, yağmur suyu yönetimi ve su dengesi sağlanması, pestisitlerin zararlı etkilerini azaltması, biyolojik çeşitliliği koruması, zararlıları ve alerjik polenleri azaltması olarak sıralanabilir. Rekreasyonel yararları açısından çim bitkileri; maliyeti düşük yüzey sağlamakta, insanlarda akıl ve fiziksel sağlığın korunmasına yardımcı olmakta, güvenlik sağlamakta ve sporcular için konfor sağlamaktadır. Estetik yararları ise; yaşanılan çevreye estetik açıdan güzellik katması ve yaşam kalitesini yükseltmesi, sosyal uyuma katkı sağlaması, emlak değerini yükseltmesi ve peyzaj alanlarında bitkiler arasında uyum sağlaması olarak söylenebilir.

Bu derlemede; çim bitkilerinin çevre ve insan sağlığı üzerindeki etkilerinin yanı sıra, fonksiyonel işlevleri, rekreatif faaliyetlerdeki önemi ve estetik değeri üzerinde durulacaktır.

1. Fonksiyonel Yararlar Açısından Çim Bitkileri

Erozyonun önlenmesi: Toprak erozyonu, dünya çapında önüne geçilmesi gereken en acil çevre sorunlarından biridir. Yurdumuz topraklarında ise yaklaşık olarak %80 oranında orta-çok şiddetli erozyon görülmektedir. Çim bitkileri toprak erozyonuna karşı en iyi savunma yöntemi olarak karşımıza çıkmaktadır.

Çim bitkileri ile kaplı 1 da'lık alan, yaklaşık 23 ton suyu absorbe etmektedir (Hoffman ve Dozier, 2000). Sağlıklı, yoğun bir çim örtüsü bulunan bir alan, erozyon ve besin elementi taşınımını önleme bakımından, zayıf bitki örtüsüne sahip bir alandan 3 kat (Hochmuth ve ark., 2001; Heinze, 2011), buğday ekilmiş bir alandan 6 kat, suyun absorbe edilmesi yönünden ise 4 kat daha etkilidir. Çim bitkileri, ağırlığının %90'ı kadar kök salmakta, sahip olduğu geniş kök sistemi ile toprağı diğer bitkilerden daha etkin bir şekilde bağlamaktadırlar (Anonim 2020).

Oksijen üretimi: Her 1 dekarlık çim alan 64 kişi için yeterli oksijen üretmektedir (Anonim 2020). Ortalama 18 delikli bir golf sahası 4000 ila 7000 kişi için yeterli oksijen miktarını üretebilmektedir. Amerika Birleşik Devletlerindeki eyaletler arasındaki yeşil alanın 22 milyon insan için yeterli oksijeni sağladığı bildirilmektedir (Heinze, 2011).

Hava kirliliğini kontrol ve tozun önlenmesi: Karbon bazlı yakıtların yakılmasından kaynaklı atmosferdeki azot oksit, kükürt dioksit ve partikül madde seviyeleri, yarattığı kirlilik sebebi ile günümüzde büyük bir endişe kaynağı oluşturmaktadır. Bitkiler gazlı kirleticileri yaprakları yardımı ile emer ve onları parçalayarak havayı temizlerler. Çim bitkileri ayrıca atmosferik kirleticilerin en kötü grubu olan karbon dioksit (CO₂), hidrojen florür (HF) ve peroksiasetil nitrati (C₂H₃NO₅) da absorbe ederek kirletici düzeyini önemli ölçüde düşürmektedir (Anonim, 2020).

Havadaki 2.5-10 mikron aralığında çapa sahip olan toz parçacıkları; astım, kardiyovasküler bozukluklar, akciğer rahatsızlıkları ve kronik bronşit gibi insan sağlığı üzerinde ciddi olumsuz etkilere neden olmaktadır (Brooks, 2008). Çim alanlar, bir yılda oluşan toz toprak ve diğer yabancı madde parçacıklarının 12 milyon tondan daha fazlasını tutma ve temizleyebilme yeteneğine sahiptir (Heinze, 2011).

Sıcaklığın düşürülmesi: Çim bitkileri iklim kontrolümüzde önemli bir rol oynamaktadır. Çizelge 1 incelendiğinde; sentetik çim, asfalt gibi yüzeylerin yüzey sıcaklıkları yüksek iken, çim bitkisinin yüzey sıcaklığının en düşük olduğu görülmektedir.

Çizelge 1. Dört farklı yüzey tipinde sıcaklık karşılaştırması (William ve Pulley, 2002).

Yüzey Tipleri	Ortalama Yüzey Sıcaklığı (07.00-19.00) (°C)
Sentetik çim	47.2
Asfalt	42.7
Çıplak toprak	36.6
Beton	34.4
Çim	25.5

Çim bitkileri gün boyunca güneş ısısını absorbe etmekte, akşamları ise yavaşça serbest bırakarak sıcaklığı düşürmektedir. Her bir çim yaprağı, buharlaşmalı bir soğutucu gibi işlev görmektedir. Yaz mevsiminde 1 dekar bir çim alan, evaporasyon (buharlaşma) ve transpirasyon (terleme) yoluyla yaklaşık 10 m³ su kaybetmektedir. Çim bitkileri hava sıcaklığını düşürmede o kadar etkilidir ki, güneşli bir yaz gününde çim yüzey üzerindeki sıcaklık beton veya asfalt yüzeye oranla 10 ila 14 derece daha düşüktür. Yapılan çalışmalar kentsel alanlardaki

toplam sıcaklığın, kırsal alanlardaki toplam sıcaklığa göre 5-7°C daha fazla olabileceğini ortaya koymuştur. Bunun yanı sıra çim bitkileri, fotosentez sürecini hızlandırmak için güneş radyasyonunu da absorbe etmektedirler (Anonim, 2020).

Gürültü kirliliğinin ve güneş ışığı parlamasının azaltılması: Kentlerde trafik, sanayi, spor, alışveriş ve eğlence gibi etkinlikler sonucu oluşan gürültü önemli bir sorun oluşturmaktadır. Gürültünün insan sağlığı üzerine fizyolojik, fiziksel, psikolojik ve performans gibi çeşitli yönlerden olumsuz etkileri bulunduğu bildirilmektedir (Önder ve Polat, 2012). Çim bitkileri, gürültüyü absorbe ederek, otoyol kenarlarındaki sesi 8-10 desibel azaltabilmektedir (Anonim, 2020).

Karbon depolama: Yeni tesis edilen bir çim alan ilk 25-30 yılında en yüksek oranda karbon tutma kapasitesine sahiptir. Çünkü yeni tesis edilen çim alanlarda havalanan toprak, yüksek oranda atmosferik karbonu depolayabilmektedir (Brooks, 2008). Çim örtüsü iyi bakım koşullarında, yoğun bir toprak üstü aksamı oluşturur ve yüksek kök yoğunluğuna sahip olması nedeniyle ortalama 1 dekar alandan yılda 110-115 g gibi yüksek bir oranda atmosferik karbonu tutabilmektedir (Qian ve Follett, 2002).

Kaliforniya'da yürütülen bir araştırmada, yeşil bir alanda senede 2 defa gübre uygulandığında m²'de yıllık 108 g karbon tutulduğu, gübreleme miktarının senede 15'e çıkarılması durumunda ise yıllık 258 g karbonun atmosfere salındığını tespit edilmiştir. Aynı araştırmada, devamlı ve fazla bakıma maruz kalan atletizm alanlarının karbon tutumuna bir katkısının olmadığı tespit edilmiştir (Townsend-Small ve Czimczik, 2010).

Yağmur suyu yönetimi ve su dengesi sağlama: Genel olarak ülkemizde, suyun %20'si sanayide, %10'u içme-kullanma suyu olarak ve %70'i de tarımsal sulama amacıyla kullanılmaktadır. Dünyada da sanayi, nüfus ve tarım sektörü su kullanımı açısından rekabet halindedir. Su kullanım ihtiyacı bulunan endüstriyel yatırımlar, yeraltı suyu potansiyeline sahip tarım arazilerinin yanı sıra, yerüstü sularını da kirletmektedirler (Dorak ve ark., 2019).

Günümüzde karşı karşıya olduğumuz su kalitesi sorununun diğer nedenleri; yollar, oto parklar, çatılar gibi geçirimsiz yüzeylerden kirleticilerin akmasıdır. Kentlerdeki bu geçirimsiz yüzeyler, toprağın suyu emmesini engelleyerek daha fazla su problemi meydana getirmektedir. Oysaki çim bitkileri her türlü çevre kirliliğinin biyolojik olarak parçalanması için ideal bir ortam oluşturmaktadırlar. Çim bitkileri suyu kök bölgesinden süzerek; toprak kimyasalları zararsız maddelere dönüştürmeye yardımcı olmaktadır (Sherer, 2006; Anonim, 2020).

Çim alanda yüzey akışının az olması suyun toprağa sızmasını sağlayarak yer altı sularını zenginleştirmektedir (Bennett 1939, Gross ve ark., 1991). Bu nedenle çim bitkileri, kentlerde kanalizasyon ve drenaj kanallarından daha fazla etkilidir. Ayrıca fazla yüzey suyu akışını daha düşük maliyetle yönetebilme potansiyeline sahiptir (Schuyler, 1987).

Pestisitlerin zararlı etkilerini azaltma: Çim bitkileri kimyasalların toprak profiline girmesini önleyen bir bariyer görevi görmektedirler. Tarımda kullanılan gübre ve pestisitlerin (herbisit, insektisit, fungusit) meydana getirdiği zararlı maddeleri yakalayıp bünyelerinde tutarlar böylece su kaynaklarının bu tür kirletici unsurlardan arındırılmasına katkı sağlarlar (Streich ve ark., 2003).

Biyolojik çeşitliliği koruma: Bu alanlar kuşlar, böcekler ve diğer yaban hayvanların korunması için habitat alanları oluşturmakta ve biyolojik çeşitliliğin korunmasına katkı sağlamaktadırlar. Bir çim alan ekosistemi, metrekare başına 200-300 adet solucana ev sahipliği yapabilmektedir (Potter ve ark., 1985; Potter ve ark., 1990). Solucanlar toprak içindeki makro gözenek miktarını artırarak, toprak suyunun daha yüksek oranlarda sızmasını sağlamakta ve toprağın su tutma kapasitesini artırmaktadır (Lee, 1985).

2. Rekreatif Yararlar Açısından Çim Bitkileri

Maliyeti düşük yüzey sağlaması ve fiziksel sağlığı koruması: Çim alanlar, spor faaliyetleri için maliyeti düşük ve güvenli alanlardır. Futbol, golf, tenis, çim kayağı, beyzbol, atlı sporlar, bowling, çim hokeyi, rugby, voleybol, okçuluk ve badminton gibi birçok açık alan sporu için uygun yüzeyi oluştururlar. Çim bitkileri yastık etkisi göstererek sporcu yaralanmalarının şiddetini azaltmaktadır. 12 farklı futbol okulunda yürütülmüş bir araştırmada, çim alanların sporcu yaralanmalarını %21 azalttığı tespit edilmiştir (Harper ve ark., 1984; Beard ve Green, 1994). Çim bitkileri diğer bitki örtülerinin aksine gelişimlerini toprak yüzeyine yakın bölgelerde gösterirler. Bu da derin biçime toleranslı olmalarına ve çeşitli rekreatif aktivite için uygun alan oluşturmalarına imkan sağlar (Streich ve ark., 2003).

Güvenlik sağlama: Bakımlı bir çim alan, konutların çevresinde tampon bir bölge oluşturarak yangın geciktirici bir sigorta görevi görür. Ağaç, çalı ya da yarı çalı formundaki bitkilerin yoğun olarak bulunduğu park, bahçe ve piknik alanlarda tesis edilmiş çim alanlar, muhtemel bir yangının yayılma hızını azaltır (Kuşvuran, 2012).

3. Estetik Yararlar Açısından Çim Bitkileri

Yaşanılan çevreye estetik açıdan güzellik katması ve yaşam kalitesini yükseltmesi: Açık- yeşil alanlar, insan ile doğa arasındaki ilişkinin dengelenmesinde ve kent yaşam koşullarının daha yüksek seviyeye taşınmasında önemli bir paya sahiptir (Gül ve Küçük, 2001). Mimari formların sert ve katı etkilerini yumuşatarak onlara canlılık verirler. Görünmesi istenmeyen elemanları maskeleyerek kamufle ederler (Özbilen, 1991; Önder ve Polat, 2012).

A.B.D. Chicago ve Illinois Üniversiteleri tarafından yapılan bir çalışmada, kent halkı için semt sosyal bağlarının oluşumu vejetasyon seviyesi hesaplanarak bulunmuştur. Çalışma sonuçlarına göre, yeşil alanlarda yaşayanların kısıtlı beton çevrelerde yaşayanlara göre daha güçlü sosyal bağlara sahip olduğu tespit edilmiştir (Sherer, 2006).

Akıl sağlığı üzerinde olumlu etkiler yapması ve sosyal uyuma katkılar sağlaması: Çim bitkilerinin insan ruh sağlığı üzerinde küçümsenemeyecek ölçüde etkisi vardır. Yapılan çalışmalar, kentlerde yaşayan insanların kalabalık, gürültü ve açık-yeşil alan eksikliği gibi sebeplerden dolayı, kırsal alanlarda yaşayan insanlara göre çok

farklı davranışlar sergilediğini ortaya koymaktadır (Önder ve Polat, 2012). Birçok çalışmada, çim örtüleri içinde geçirilen 5 dakika veya daha az bir sürenin stresi azalttığı belirlenmiştir (Ulrich, 1984). Yaşlılar üzerinde yapılan bir araştırma, boş vakitlerini parkta geçirmenin ruh hali, stres ve sağlık üzerinde olumlu bir etki yarattığı tespit edilmiştir.

Hastanelerde yapılan sağlık araştırmalarında ise yeşil mekanı gören hastaların diğerlerine göre daha hızlı iyileştiği tespit edilmiştir (Bruch, 2006). İskandinavyalı araştırmacılar, doğal elemanlarla tasarlanmış ve bitkilendirilmiş oyun alanlarında oynayan çocuklarda konsantrasyon, motor becerileri ve sosyal aktivitelerinin daha üst düzeyde olduğunu saptamışlardır (Uslu, 2007). Rekreasyonel faaliyetler suç oranlarını düşürerek toplumsal gelişimi yükseltirler. Yeşil alanlar insanların rahatlama ve canlanmasını sağlamakta, saldırganlığın azalmasına katkıda bulunmaktadır (Bruch, 2006).

Emlak değerini yükseltmesi: Yeşil alanlarda ya da ormanlık alanlarda yer alan konutlar vb. taşınmaz malların fiyatlarını etkilediği birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir. (Yılmaz ve ark., 2006).

Sonuç

Çim bitkileri doğrudan veya dolaylı olarak birçok olumlu işleve sahiptir. İşlev ve faydaları göz önünde tutulduğunda çim bitkilerinin hem yaşam kalitemize katkıda bulunduğu hem de çevreyi korumada önemli bir role sahip olduğu görülmektedir.

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.

Kaynaklar

Akdoğan, G. 1987. *Doğa düzenleme ders notları*. Yıldız Üniversitesi F.B.E. Peyzaj Planlama Yüksek Lisans, İstanbul.

Anonim 2020. Benefits of Lawns: Temperature Modification.

<https://www.thelawninstitute.org/pages/environment/benefits-of-lawn/temperature-modification/> (Erişim tarihi:16.02.2020)

Avcıoğlu, R. 1997. *Çim tekniği, yeşil alanların ekimi, dikimi ve bakımı*. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Bornova-İzmir.

- Beard, J.B. ve Green, R.L. 1994. The role of turfgrasses in environmental protection and their benefits to humans. *Journal of Environmental Quality*, 23(3): 1-16.
- Bennett, H.H. 1939. *Soil conservation*. McGraw-Hill Book Co., New York.
- Bolund, P. ve Hunhammer S. 1999. *Ecological Economics*. 29: 293-301.
- Brooks, R.D. 2008. Cardiovascular effects of air pollution. *Clinical Science*, 115: 175-87.
- Bruch, S.P. 2006. Environmental Equity of Lansing's Urban Park Policy. Michigan State University Department of Geography, Doctorate Thesis.
- Casler, M.D. ve R.R. Duncan, 2003. *Turfgrass biology, genetics, and breeding*. John Wiley and Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, ISBN 1-57504-159-6.
- Dorak, S., Aşık, B.B. ve Özsoy, G. 2019. Tarımda su kalitesi ve su kirliliğinin önemi: bursa nilüfer çayı örneği. *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 33(1): 155-166.
- Duncan, R.R. and Carrow, R.N. 1999. Turfgrass molecular genetic improvement of abiotic/edaphic stressresistance. *Advances in Agronomy*, 67: 233-306.
- Gross, C.M., Angle J.S., Hill R.L. and Welterlen. M.S. 1991. Runoff and sediment losses from tall fescue under simulated rainfall. *Journal of Environmental Quality*, 20: 604-607.
- Gül, A. ve Küçük. V. 2001. Kentsel açık-yeşil alanlar ve ısparta kenti örneğinde irdelenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 2: 27-48.
- Harper, J.C., Morehouse, C.A., Waddington, D.V. and Buckley, W.E. 1984. Turf management, athletic-field conditions, and injuries in high school football. Pennsylvania, *Agric. Exp. Stn. Prog. Rep.*, 384.
- Heinze, J. 2011. *Benefits of green space-recent research*. Chantilly: Environmental Health Research Foundation.
- Hoffman, H. and Dozier, M. 2000. Use of Grass Buffer Strips in Reducing Nonpoint Source Herbicide Runoff on the Texas Blackland Prairie. Texas Agricultural Experiment Station and Texas Agricultural Extension Service. Texas A&M University System.
- Hochmuth, G., Nell, T., Sartain, J., Unruh, J.B., Martinez, C., Trenholm L., ve Cisar, J. 2011. *Urban Water Quality and Fertilizer Ordinances: Avoiding Unintended Consequences: A Review of the Scientific Literature*. University of Florida, IFAS Extension, SL:283.
- Kuşvuran, A. 2012. Rekreasyon alanlarında kullanılan çim örtülerinin çevre, insan sağlığı ve estetik yönden değerlendirilmesi. I. Rekreasyon Araştırmaları Kongresi: 509-523, 12-15 Nisan 2012, Kemer, Antalya.
- Lee, K.E. 1985. *Earthworms, their ecology and relationships with soil and land use*. Academic Press, New South Wales, Australia.
- Orçun, E. 1979, Özel bahçe mimarisi (Çim sahaları tesis ve bakım tekniği). *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi*, Yayın No: 152, Bornova-İzmir.
- Önder, S. ve Polat, A.T. 2012. Kentsel Açık-Yeşil Alanların Kent Yaşamındaki Yeri ve Önemi. Kentsel Peyzaj

Alanlarının Oluşumu ve Bakım Esasları Semineri 19 Mayıs 2012/ Konya.

- Özbilen, A. 1991. Kentiçi açık alanlar ve dağılımı, tarihi eserler ve gelişen yeni yapılaşma. *K.T.Ü. Orman Fakültesi, Genel Yayın* No:155, F.Y.N: 17, Trabzon, 1991.
- Öztan, Y. 1968. *Ankara şehri ve çevresi yeşil saha sisteminin peyzaj mimarisi prensipleri yönünden etüd ve tayini*, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara, 1968.
- Potter, D.A., Bridges, B.L. ve Gordon, F.C. 1985. Effect of N fertilization on earthworm and microarthropod populations in Kentucky bluegrass turf. *Agron. J.* 77:367-372.
- Potter, D.A., Powell, A.J. ve Smith, M.S. 1990. Degration of turfgrass thatch by earthworms (Oligochaeta: Lumbricidae) and other soil invertebrates. *Journal of Economic Entomology*, 83:205-211.
- Qian, Y. ve Follett, R.F. 2002. Assessing soil carbon sequestration in turfgrass systems using long-term soil testing data. *Agronomy Journal*, 94: 930-935.
- Saatçioğlu, F. 1978. Açılış konuşması, büyük İstanbulun yeşil alan sorunlar ulusal sempozyumu. İ.Ü. Yayın No:2587, Or. Fak., Yayınları:270, İstanbul, 1978.
- Schuyler, T. 1987. *Controlling urban runoff: A practical manual for planning and designing urban BMPs*. Metropolitan Washington Council of Governments, Washington, DC.
- Sherratt, P. 2011. *The benefits of turf*. BuckeyeTurf Department of Horticulture and Crop Science, The Ohio State University.
- Sherer, P.M. 2006. *The benefits of parks: Why America Needs More City Parks and Open Space*, The Trustfor Public Land, (White Paper).
- Streich, A., Rodie, S. and Gaussion, R. 2003. *Turf in the landscape*. University of Nebraska–Lincoln Extension, Institute of Agriculture and Natural Resources. <https://extension.unl.edu/statewide/douglas-sarpy/pdfs/ce/resources/ce-ec1269-managing-turf-and-landscape-weeds.pdf>
- Townsend-Small, A. and Czimczik, C.I. 2010. Carbon sequestration and greenhouse gas emissions in urban turf. *Geophys. Res.Lett.*, 37: L02707, doi:10.1029/2009GL041676.
- Ulrich, R.S. 1984. View through a window may influence recovery from surgery. *Science, New Series*, Vol. 224, Issue 4647, pp. 420-421
- Uslu, 2007. *Genel ekoloji*. Editör: Gökmen S., Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, Nobel Yayınları No: 1160, s:353-401.
- Williams, F.C. and Pulley, G.E. 2002. *Synthetic surface heat studies*. Brigham Young University. <https://aces.nmsu.edu/programs/turf/documents/brigham-young-study.pdf>
- Yılmaz, S., Bulut Z., ve Yeşil P. 2006. Kent ormanlarının kentsel mekana sağladığı faydalar. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.* 37 (1): 131-136.



Fonksiyonel Beslenmede Bademin Önemi^A

Esra TOPÇUOĞLU¹, Lütfiye YILMAZ-ERSAN^{2*}

Öz: Fonksiyonel beslenme, hastalıkların önlenme ve tedavisinin yanısıra insanlarda sağlığın korunmasında önemli rol oynamaktadır. Badem (*Prunus amygdalus*), fonksiyonel özellikleri üzerine en fazla çalışılan sert kabuklu ağaç meyvesidir. Günlük diyetle oleik asit, diyet lifi, magnezyum, α -tokoferol, riboflavin, fosfor ve bakırın önemli bir kaynağı olması nedeni ile “yoğun besin içerikli gıda” olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca, fonksiyonel bileşen olarak kullanılabilen proteinler, polifenoller, flavonoidler, flavanoller ve flavonol glikozidleri gibi birçok biyoaktif bileşeni de içermektedir. Birçok çalışma badem tüketiminin sağlık üzerine kardiyolojik koruyucu, kanseri önleyici, antioksidatif, antiinflamasyon, antialerjik, antidiyabetik özellikler gibi olumlu etkilerinin olduğunu belirtmektedir. Bu makalenin amacı, bademin besin bileşenleri ve insan sağlığı üzerine fonksiyonel özellikleri hakkında bilgi vermektir.

Anahtar Kelimeler: Badem, fonksiyonel beslenme.

The Importance of Almond in Functional Nutrition

Abstract: Functional nutrition has played an important role in prevention and treatment of diseases as well as the human well-being. Almond, *Prunus amygdalus*, is the most studied tree nut on its functional properties. It has been defined as nutrient-dense nut because of an excellent source of oleic acid, fiber, magnesium, α

^A Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir.

* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** ¹Esra TOPÇUOĞLU, Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa, Türkiye, e-topcuoglu94@gmail.com, [OrcID 0000-0002-7964-1008](https://orcid.org/0000-0002-7964-1008)

² Lütfiye YILMAZ-ERSAN, Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa, Türkiye, e-mail: lutfiyey@uludag.edu.tr [OrcID 0000-0001-9588-6200](https://orcid.org/0000-0001-9588-6200)

tocopherol, riboflavin, phosphorus and copper in daily diet. However, it has contained many other bioactive compounds like proteins, polyphenols, flavonoids, flavanols and flavonol glycosides which can be used as a functional ingredient. Many studies have mentioned that consumption of almond has provided beneficial effects on health such as a cardio-protective, cancer-preventive, antioxidative, antiinflammation, antiallergic and antidiabetic properties. The objective of this review is to give information about the nutritional components and functional properties of almond on human health.

Keywords: Almond, functional nutrition.

Giriş

Günümüzde sağlıklı yaşam ve beslenme konusunda bilinçlenme, tüketicilerin besinsel özelliklerinin yanı sıra fizyolojik yararlar da sağlayan katma değerli gıdalara olan talebini artırmaktadır. Gerek tüketici beklentisi gerekse beslenmenin sağlık üzerine etkisi, özellikle de bazı gıdaların tedavi sürecine olan katkısı üzerine yapılan çalışmalar bu alanda fonksiyonel ürünleri ön plana çıkartmaktadır. Sağlıklı ve sürdürülebilir bir beslenme politikası için hızla artan nüfus, küresel ısınma ve iklim değişiklikleri gibi kronikleşen çevre sorunlarıyla başa çıkmaya çalışan ülkelerin en çok üzerinde durdukları konu, hastalıkların tedavisi değil ortaya çıkışının önlenmesidir. Bu bağlamda bilimin önerdiği yollardan birisi fizyolojik etkilere sahip fonksiyonel bileşen ya da gıdaların tüketiminin arttırılmasıdır. Fonksiyonel bileşen ya da gıda “bilinen besin değerlerinin yanı sıra, bileşimlerine bağlı olarak insan vücudunda olumlu fizyolojik etkiler gösteren maddeler” olarak tanımlanmaktadır. Fonksiyonel gıdalar genel olarak “fonksiyonel bileşen”, “fonksiyonel bileşen katkılı” ve “istenmeyen bir bileşiği çıkartılan” gıda olmak üzere 3 grupta sınıflandırılmaktadır. Dünya literatüründe “Nuts” olarak adlandırılan sert kabuklu meyveler, günlük besin elementlerini yeterli miktarda içermeleri, kalori sağlamaları, iştahı düzenlemeleri, özellikle kalp-damar hastalıkları ve bazı kanser hastalıklarını önleyici ve tedavi edici etkilerinden dolayı “fonksiyonel bileşen içeren gıdalar” olarak nitelendirilmektedirler (Martins ve ark., 2017; Martirosyan ve Pisarski, 2017).

Çeşitli ekolojik koşullarda yetiştirilen sert kabuklu meyveler yüksek miktarda vitamin ve mineral içeren, zengin yağ ve protein kaynakları olup binlerce yıldır tüketilen besin grubudur. En önemli tüketilebilir sert kabuklu ağaç meyveleri; Badem (*Amygdalus communis*), fındık (*Corylus avellana*), ceviz (*Juglans regia*), yer fıstığı (*Arachis hypogaea*), Antep fıstığı (*Pistachi avera*), çam fıstığı (*Pinus pinea*), kaju (*Anacardium occidentale*), Brezilya fıstığı (*Bertholletia excelsa*), Macadamia fıstığı (*Macadamia integrifolia*), pikan cevizi (*Carya illinoensis*) ve Queensland fıstığı (*Macadamia ternifolia*)’dır (Granato ve ark., 2010; Kaur ve Singh, 2017; Del Castillo ve ark., 2018; Yılmaz-Ersan ve Topçuoğlu, 2019).

Bademin Taksonomik Sınıflandırılması ve Özellikleri

Badem ağacının tarihçesi eski Babil'e kadar uzanmakta olup tarihçiler tarafından en eski kültürü yapılan meyveler arasında olduğu bildirilmektedir. Ayrıca Mısır'da İskenderiye yakınlarındaki Faros adasında bulunan ganimetler arasında bademe rastlanıldığı da ifade edilmektedir. Badem, "Rosales" takımının, "Rosaceae" familyasının "Prunoideae" alt familyasının "Amygdalus" cinsine ait sert çekirdekli meyve tohumudur. *Amygdalus communis* L., *Amygdalus dulcis* Mill. ve *Prunus amygdalus* Batsch gibi farklı taksonomik isimler kültüre edilmiş bademlerin adlandırılmasında kullanılmaktadır (Srinivasan, 2005; Martínez-Gómez ve ark., 2007; Bayrak ve Yılmaz, 2009; Mirrahimi ve ark., 2011; Mori ve ark., 2011; Khalid ve Hussain, 2017).

Bademin anavatanının Batı ve Orta Asya olduğu bildirilmektedir. İran, Hindistan ve Pakistan'da doğal yayılım göstermiş ve zamanla bu ülkelerden Akdeniz Bölgesi'ne yayılmıştır. Dünya badem üretiminin %81'ini Amerika Birleşik Devletleri (özellikle Kaliforniya eyaleti), %7'sini Avustralya, %4'ünü İspanya, %1'ini ise İran ve Tunus karşılamaktadır. Dünya badem üretiminde ülkelerin üretim alanları göz önünde bulundurulduğunda; AB 636 bin ha ile ilk sırada yer alırken, ABD 339 bin ha ile ikinci, Avustralya ise 29 bin ha ile üçüncü sıradadır (Martínez-Gómez ve ark., 2007; Mori ark., 2011; Franklin ve Mitchell, 2019).

Türkiye'de çoğunluğu Ege Bölgesi (özellikle Datça yarımadası) olmak üzere Akdeniz, İç Anadolu ve Marmara Bölgeleri'nde badem yetiştiriciliği yapılmaktadır. Son yıllarda yapılan ıslah çalışmaları ile yeni çeşitlerin oluşturulması, pazardaki yüksek talep ve güç şartlara adaptasyon yeteneğinin yüksek olması badem yetiştiriciliğine olan ilgiyi arttırmaktadır. Bu nedenle Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve diğer bölgelerde badem plantasyonlarının hızla arttığı ve badem bahçelerinin dahi kurulmaya başlandığı gözlenmektedir. Türkiye'de TÜİK 2018 yılı verilerine göre 2010 yılında 55 398 ton olan badem üretimi, 2019 yılında 150.000 tona ulaşmıştır. Kişi başına tüketim miktarının ise 1.4 kg olduğu bildirilmektedir (Anonim 2019).

Badem meyvesinin ağacı ortalama 6-8 m uzunluğunda olup bazı durumlarda yükseklik 12 m'ye kadar ulaşabilmektedir. Ağacın ortalama ömrü 50 yıl olarak bildirilmektedir. Badem ağacı yazları uzun ve sıcak, kışları ise aşırı soğuk olmayan ılıman iklim bölgelerinde ekonomik olarak yetiştirilebilmektedir. Badem hasadı, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Ağustos ayında, Akdeniz ve Ege Bölgesi'nde ise Temmuz ayı ortasında başlamaktadır. Ağaç üzerinde olgunluğa yaklaşan meyvelerde yeşil kabuk çatlaması sonrası renk değişiminin görülmesi ile hasat başlamaktadır. Bademler pomolojik olarak acı bademler (*Prunus Amygdalus amara*) ve tatlı bademler (*Prunus Amygdalus dulcis*) olarak gruplandırılmaktadırlar. Acı bademler, siyanidrik asit içerdiklerinden dolayı fazla tüketildiklerinde zehir etkisi gösterdiklerinden yağ üretiminde ve kozmetik endüstrisinde kullanılmaktadırlar. Tatlı bademler ise siyanidrik asidi çok az ya da hiç içermemektedir. Bu bademler kabuk sertliklerine göre; i) el (kağıt kabuklu bademler), ii) diş (yumuşak kabuklu bademler), iii) sert kabuklu ve iv) taş bademler (çok sert kabuklu bademler) olmak üzere dört gruba ayrılmaktadırlar. Fransız (Ferragnes, Ferraduel), Kaliforniya (Nonpareil), Teksas, Ne Plus Ultra, Peerles, Thompson, Carmel Le, Yaltinski, Drake, Padre, Le Grand, Sonora, Monterey, Fritz, Price, Butte ve Tuono (İtalyan orijinli) yabancı badem çeşitleridir. Türkiye'de yetişen badem çeşitleri ise 48-1, Akbadem (48-2), Hacı Alibey (48-5), Gülcan 1 (101-23) ve 101-13'dür (Srinivasan ve ark., 2005; Gradziel, 2008; Esfahlan ve Jamei, 2012; Kamil ve Chen 2012; Mori ve ark., 2011; Prgomet ve ark. 2017).

Badem, botanik olarak şeftali ve kayısı gibi “sert çekirdekli meyve” olarak nitelendirilmekte fakat olgun bademin içi yendiğinden “sert kabuklu meyveler” grubunda yer almaktadır. Badem, çekirdek/meyve eti (nut; endosperm), iç kabuk (skin; testa), dış kabuk (kahverengi tabaka; endokarp) ve yeşil kabuk (eksokarp ve mesokarp) olmak üzere dört ayrı bölümden oluşmaktadır. Türkiye’de yeşil kabuklu çağla devresinden itibaren tüketilmektedir. Yenebilen tatlı badem tohumları kavru olarak ya da kavrulmadan çerez olarak tüketilebildiği gibi, çeşitli yiyeceklerin hazırlanmasında, şekerleme, çikolata ve pasta endüstrisinde, badem yağı, badem ezmesi, badem sütü ve badem unu yapımında kullanılmaktadır (Gradziel ve ark., 2008; Richardson ve ark., 2009; Mexis ve ark., 2009; Mori ve ark., 2011; Kamil ve Chen, 2012; Martins ve ark., 2017; Prgomet ve ark., 2017).

Bademin Besinsel Özellikleri ve Günlük Diyetteki Önemi

Zengin besin içeriği nedeni ile ABD Gıda ve İlaç Organizasyonu (FDA) tarafından “yoğun besin içerikli gıda/a nutrient-dense food” olarak tanımlanan bademin besin öğeleri Çizelge 1’de verilmiştir.

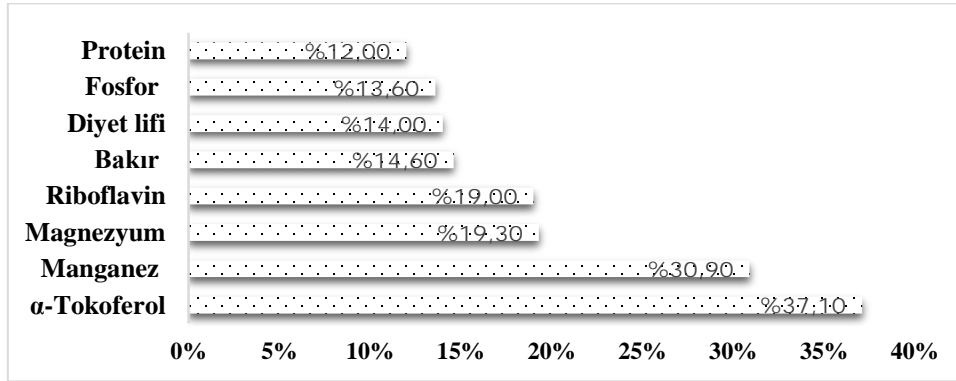
Badem yaklaşık olarak %50 oranında yağ içermekte olup, 100 g’ı yaklaşık 575 kcal enerji vermektedir. Tekli doymamış yağ asitlerini (MUFA) yüksek oranda içermekte olup (%62), tüm sert kabuklu meyveler içerisinde en düşük doymuş yağ oranına (%24) sahip meyvedir. %50-80 oranında oleik asit (18:1), %11-37 oranında linoleik asit (18:2), %5-16 oranında palmitik asit (16:0) ve %1-4 oranında stearik asit (18:0) içermektedir. %21.1 oranında toplam protein içeriğine sahip olması nedeni ile bitkisel protein ihtiyacının karşılanmasında önemli bir gıdadır. Avrupa Birliği Yönetmeliği uyarınca, gıdanın enerji değerinin en az %12’sinin proteinlerden karşılanması gerektiği belirtilmektedir. Bademin toplam enerji değerinin %14.7’si proteinden karşılandığından, söz konusu yönetmeliğe göre badem “doğal protein kaynağı” olarak tanımlanmaktadır. Yüksek miktarda arjinin amino asidi içeren badem proteinlerinin biyoyararlılıkları da diğer bitkisel proteinlere göre daha iyidir. 100 gramında toplam 3.9 oranında şeker içerdiğinden, 1924/2006 tarihli beslenme ve sağlık talepleriyle ilgili Avrupa Birliği Yönetmeliği’ne göre 100 gramında 5 gramdan daha az şeker içerdiğinden “doğal olarak düşük şekerli” olarak tanımlanmaktadır. 100 gram badem yaklaşık 12 gram diyet lifi içermekte olduğundan Avrupa Birliği Yönetmeliği’ne göre “doğal olarak yüksek diyet lifli” olarak tanımlanmaktadır. Günde 28-30 g badem tüketimi günlük diyet lifi ihtiyacının %14’ünü karşılamaktadır. Badem mikro besin öğelerinden Vitamin E, Vitamin B2 (riboflavin), kalsiyum, magnezyum, fosfor, potasyum, çinko, bakır ve manganez açısından da zengin bir bileşime sahiptir (Şekil 1). Günde 28 g badem tüketimi günlük Vitamin E gereksiniminin %36.4’ünü, manganez gereksiniminin ise %36’sını karşılamaktadır. Bu nedenle FAO tarafından bu iki mikroelementin karşılanması açısından mükemmel gıda olarak bildirilmektedir. Bir gıda için sodyum içermediği ya da tuzsuz ifadesi kullanılacaksa, 100 gramında 5 mg’dan fazla sodyum içermemesi gerektiği bildirilmektedir. Çizelge 1’de de görüldüğü gibi 100 gram badem 1 mg sodyum içerdiğinden, “sodyum içermemekte” olarak nitelendirilmektedir. Badem potasyum oranının yüksek olması nedeni ile düşük sodyum /yüksek potasyum diyetlerine uygun bir gıdadır. Badem, fitosterol(kampesterol, β -sitositerol, 5-avenasterol ve stigmasterol), fenolik asit, polifenolikler (flavonoid ve proantosiyoninler gibi) gibi fitokimyasallar açısından zengin bir içeriğe sahiptir. Özellikle bu bileşenler badem iç kabuğunda daha yoğun olarak bulunmaktadır. 100 g badem 2 μ g karotenoid, 261 mg toplam fenolik (gallik asit eş değeri), 25.01 mg flavonoid, 184.02 mg proantosiyanidin, 192.37 mg fitosterol ve 595.63

µg lignan içermektedir (Chen ve ark., 2006; Richardson ve ark., 2009; Kamil ve Chen, 2012; Khalid ve Hussain, 2017; Martins ve ark., 2017; Pasqualone ve ark., 2018; Airesa ve ark., 2019; Franklin ve Mitchell, 2019; Yılmaz-Ersan ve Topçuoğlu, 2019).

Çizelge 1. Bademin besin öğeleri (Richardson ve ark., 2009)

Bileşim	Birim	100 g'da	30 g porsiyon başına	Etiketleme için RDA	100 g başına % 15 RDA	100 g başına % 30 RDA	AB'nde beslenme iddiası
MAKRO BESİNLER							
Su	g	4.70	1.41				
Enerji	kcal	575	172				
Protein	g	21.22	6.37				
Toplam yağ	g	49.42	14.83				
Toplam Şekerler	g	3.89	1.17				
Diyet lifi	g	12.20	3.66				
MİNERALLER							
Kalsiyum	mg	264	79	800	120.00	240.00	Yüksek
Demir	mg	3.72	1.12	14	2.10	4.20	Kaynak
Magnezyum	mg	268	80	375	56.25	112.50	Yüksek
Fosfor	mg	484	145	700	105.00	210.00	Yüksek
Potasyum	mg	705	211	2000	300.00	600.00	Yüksek
Sodyum	mg	1	0				
Çinko	mg	3.08	0.92	10	1.50	3.00	Yüksek
Bakır	mg	1.00	0.30	1	0.15	0.30	Yüksek
Manganez	mg	2.28	0.68	2	0.30	0.60	Yüksek
Selenyum	µg	2.50	0.75	55	8.25	16.5	
VİTAMİNLER							
Tiamin	mg	0.21	0.06	1.1	0.17	0.33	Kaynak
B ₂ vitamini	mg	1.01	0.30	1.4	0.21	0.42	Yüksek
Niasin	mg	3.38	1.01	16	2.40	4.80	Kaynak
Pantotenik asit	mg	0.47	0.14	6	0.90	1.80	
B ₆ vitamini	mg	0.14	0.04	1.4	0.21	0.42	
Folat	µg	50	15	200	30.00	60.00	Kaynak
A vitamini (retinol eşdeğeri)	µg	0	0	800	120	240	
E vitamini							
α-Tokoferol	mg	26.22	7.87	12.00	1.80	3.60	Yüksek
β-Tokoferol	mg	0.29	0.09				
γ-Tokoferol	mg	0.65	0.19				
δ-Tokoferol	mg	0.05	0.01				
LİPİTLER							
Doymuş yağlar	g	3.73	1.12				
Tekli doymamış yağlar	g	30.89	9.27				
18:1	g	30.61	9.18				
Çoklu doymamış yağlar	g	12.07	3.62				
18:2	g	12.06	3.62				
Fitosteroller	mg	172	52				
Stigmasterol	mg	4	1				
Kampesterol	mg	5	1				
β-Sitosterol	mg	132	40				
Diğer fitosteroller	mg	31	10				
AMİNO ASİTLER							
Lisin	g	0.58	0.17				
Arjinin	g	2.47	0.70				
DİĞER							
β-karoten	µg	1	0				
Toplam fenolikler(GE)	mg	418	125				
Toplam flavonoidler	mg	23.89	7.17				

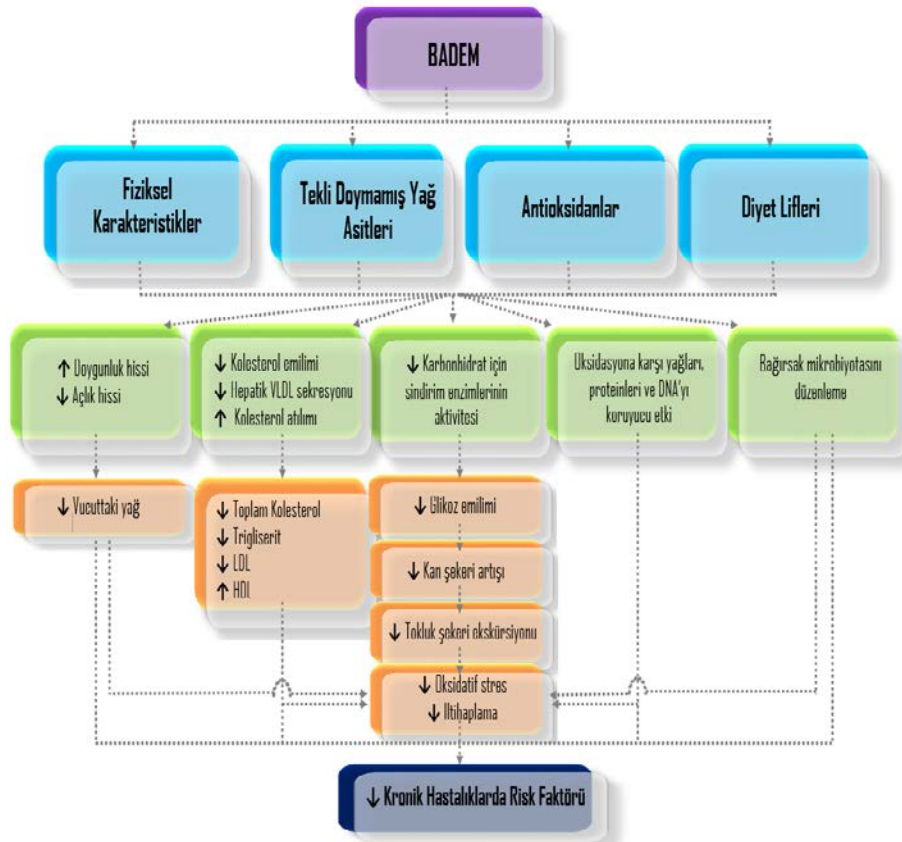
RDA Önerilen günlük alım miktarları; GE; Galiik asit eşdeğeri



Şekil 1. Bazı besin elementlerinin 1 porsiyon (28 g) bademdeki yüzde oranı (Martins ve ark., 2017)

Bademin Fonksiyonel Özellikleri

Son yıllarda bademin kardiyovasküler, diyabet, vücut ağırlığı, iltihaplanma ve oksidatif stres gibi birçok hastalığın önlenmesi ya da tedavi edilmesinde olumlu etkileri üzerine çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Bademin bu kronik hastalıkların önlenmesi ya da tedavisi üzerine varsayılan mekanizmaları Şekil 2'de verilmektedir.



Şekil 2. Bademin kronik hastalıkların önlenmesi ve tedavisi üzerine kabul edilen mekanizmaları (Martins ve ark., 2017)

Kolesterol ve kalp-damar hastalıkları üzerine etkisi: Badem ve diğer sert kabuklu meyvelerin düzenli olarak tüketiminin kalp-damar hastalıklarının önlenmesi üzerine olumlu etkisinin olduğu yapılan çalışmalarla gösterilmektedir. Bademin bu olumlu etkisi, bileşiminde yer alan diyet lifi, potasyum, kalsiyum, magnezyum, tokoferoller, fitosterol, polifenolik bileşenler ve doymamış/doymuş yağ oranının yüksek olması ile ilişkilendirilmektedir. Her ne kadar badem eşsiz yağ asitleriyle tanınırsa da, enerjilerinin yaklaşık %14'ü proteinden kaynaklandığından aynı zamanda iyi bir protein kaynağıdır. Diyetle karbonhidratın yerini protein aldığı hem normolipidemik hem de hiperkolesterolemik bireylerde hepatik çok düşük yoğunluklu lipoprotein (VLDL) sekresyonunda inhibisyon olduğu bildirilmektedir. Bademin bileşiminde yer alan bir nitrik oksit substratı (endotel gevşetici) olan arjinin amino asidinin kolesterol düşürücü etkiye sahip olabileceği bildirilmektedir. Sert kabuklu meyveler arasında badem en yüksek diyet lifi içeriğine sahip olduğundan, bir porsiyon badem tüketimi ile günlük tavsiye edilen diyet lifi miktarının yaklaşık %14'ü karşılanabilmektedir. Çözünmeyen lifler, intestinal geçiş süresini azalttığından ve doyunlukta artış sağladığından düşük yoğunluklu kolesterol (LDL) miktarının azalmasında da olumlu etki gösterebilmektedirler. Ayrıca badem intestinal kolesterol emilimini engelleyen fitosteroller de içermektedir. Yapılan çalışmalarda, günde 100 gram badem tüketiminin toplam kolesterol ve koroner kalp hastalığında risk faktörü olan düşük yoğunluklu kolesterol (LDL) oranını düşürdüğü saptanmıştır (Richardson ve ark., 2009; Berryman ve ark., 2011; Kamil ve Chen, 2012; Martins ve ark., 2017; Gorji ve ark., 2018; Kalita ve ark., 2018; Williams ve ark., 2019).

Kilo kontrolü ve diyabet üzerine etkisi: Badem, düşük karbonhidrat içeriği, sağlıklı yağ asitlerini içermesi, yüksek oranda bitkisel protein, diyet lifi ve magnezyum içermesi nedeni ile düşük glisemik indekse sahip bir gıdadır. Özellikle bademin zengin diyet lifi, protein içeriği ve düşük glisemik indekse sahip olması nedeni ile besin emilimini geciktirdiği, uzun süreli tokluk sağladığı ve iştahı azalttığı saptanmıştır. Badem yüksek miktarda yağ içermesine rağmen, hücre duvarının yapısal özellikleri nedeni ile sindirim enzimleri tarafından parçalanmadığından yağın biyoyararlılığı düşüktür (Grundy ve ark., 2015; Martins ve ark., 2017).

Son yıllarda çalışmalar bademin, glisemik kontroldeki önemi, insülin duyarlılığı ve diyabet riski faktörlerini azaltıcı etkisi üzerine odaklanmaktadır. Özellikle bademin bileşiminde yer alan diyet lifi, magnezyum, vitamin, mineral ve antioksidanların daha düşük glisemik indekse neden olduğu ve Tip 2 diyabet gelişimini önlediği bildirilmektedir (Chen ve ark., 2017; Hou ve ark., 2018).

Enerji oranı yüksek bademin tüketilmesi ile midenin daha uzun sürede boşaldığı böylece karbonhidratların parçalanma oranının ve glikoz emiliminin azaldığı belirtilmektedir. Ayrıca bademin bileşiminde yer alan polifenol ve fitatların, karbonhidrat sindirim enzimlerini inhibe etmesi sonucu glikoz emiliminde azalmaya neden oldukları bildirilmektedir (Bes-Rastrollo ve ark., 2009; Richardson ve ark., 2009; Martins ve ark., 2017). Cassidy ve ark. (2009), badem gibi sert gıdaların uzun çiğneme süresi nedeni ile doyunluğu arttıran, açlığı bastıran, bağırsaklarda kolesistokinin, glikagon benzeri peptit 1 ve peptit YY gibi hormonların salınmasını sağlayan etkiye sahip olduğunu bildirmektedir. Hull ve ark. (2015), 3 gün sabah aperatif olarak 28 g ya da 42 g badem tüketiminin öğlen ve akşam yemeğinde besin tüketimini azalttığını belirtmektedirler.

Antiinflamasyon etkisi: İnflamasyon, (enfamasyon, yangı veya iltihaplanma) canlı dokunun her türlü canlı, cansız yabancı etkene veya içsel/dışsal doku hasarına verdiği hücresele, sıvısal ve damarsal bir seri yanıttır. İnflamasyon özellikle kardiyovasküler hastalıklar ve tip 2 diyabetin gelişiminde kritik öneme sahiptir. Reaktif protein (CRP), interlökin-6 (IL-6), fibrinojen, vasküler hücre adhezyon molekülü (VCAM-1) ve hücre içi adhezyon molekülü -1 (ICAM-1), kardiyovasküler hastalık ya da tip 2 diyabet için tanımlanan inflamasyon belirteçleridir. Günde 30 g ceviz, fındık ve badem tüketmenin inflamasyon biyobelirteçleri üzerine olumlu etkisinin olduğu bildirilmektedir. Bademin bileşiminde yer alan antioksidan vitaminler, lifler, arjinin, magnezyum ve fitokimyasallar antiinflamasyon etki ile ilişkilendirilmektedir (Sweazea ve ark., 2014; Martins ve ark., 2017).

Antioksidan etkisi: Diyetle alınan doğal antioksidan bileşenler kronik dejeneratif hastalıklara neden olan oksidatif stresin önlenmesinde önleyici etkiye sahiptirler. Badem DNA, lipit ve proteinleri oksidasyondan koruyan güçlü antioksidan etkiye sahip yüksek oranda α -tokoferol ve polifenol içeriğine sahiptir. Farklı özelliklere sahip badem antioksidanları, ya radikal süpürücü ya da endojen antioksidan sistemleri düzenleyici olarak ya da her iki etki ile antioksidan savunma kapasitesini artırıcı sinerjik çalışmaktadırlar. Badem bileşenlerinin glikoz üzerine etkisi nedeni ile glikoz bazlı radikallerin oluşumu dolayısı ile oksidatif zarar azalabilmektedir. Bademin bileşiminde yer alan flavonoidler gibi polifenoller ile ince kabuğundaki flavonoller ve flavonol glikozidleri endojen antioksidan sistemleri modüle ederek ya da antioksidanlar gibi hareket ederek antioksidan savunmanın artmasına katkıda bulunabilmektedirler. DNA ve lipit korunmasının yanı sıra, badem bileşenleri proteinleri radikal saldırılarına ya da aldehitlerle konjugasyona karşı koruyabilmektedirler. Kan ve lenf damarlarının iç yüzünü oluşturan doku (endotel)nun normal fonksiyonları aterosklerozun gelişmesinin önlenmesi için önemlidir. Endotel fonksiyonda anormallikler oksidatif stress ve inflamasyon sonucu görülebilmektedir. Choudhury ve ark. (2014), dört hafta süresince günde 50 g badem tüketiminin endotel fonksiyonu iyileştirdiğini saptamışlardır. Jia ve ark. (2011), farelerde badem yağının karaciğer koruyucu etkisini araştırdıkları bir çalışmada, karaciğerde antioksidan enzimlerden süperoksit dismutaz (SOD), katalaz ve glutasyon peroksidaz (GPx) miktarının arttığını, malondialdehit miktarının ise azaldığını saptamışlardır. Bademin hem meyvesi hem de yan ürün olarak değerlendirilen kabukları antioksidan özellikteki biyoaktif bileşikler içerir. Birçok çalışmada bu biyoaktif bileşenlerin özellikle LDL-kolesterol oksidasyonuna karşı koruyucu etkili olduğu saptanmıştır (Kendall ve ark., 2010; Mirrahimi ve ark., 2011; Kamil ve Chen, 2012; Martins ve ark., 2017).

Antikanserojen etkisi: Bademin antikanserojen etkisi Vitamin E, diyet lifi, çoklu doymamış yağ asitleri, selenyum, folik asit ve fitoöstrojen içeriği ile ilişkilendirilmektedir. Diyet lifleri sindirim ve sağlıklı intestinal mikrobiyotanın oluşması üzerine etkili biyoaktif bileşenlerdir. Diyet liflerinin intestinal fermantasyonu sonucu oluşan propiyonik ve bütirik asit gibi kısa zincirli yağ asitleri sadece intestinal hücreler için enerji kaynağı değildir aynı zamanda antioksidan enzimleri (katalaz, süperoksit dismutaz vb.) uyarmakta, kolon adenoma ve kanser hücrelerinin gelişmesini engellemektedirler. Bademin bileşiminde yer alan fenolik bileşikler gibi fitosterollerin reaktif oksijen türlerinin neden olduğu DNA zararını azalttığı ve hücre çoğalmasının modülasyonu ve detoksifiye edici enzimlerin aktivasyonu gibi kemopreventif mekanizmaya sahip olduğu bildirilmektedir.

Ayrıca fenolik bileşikler, kolorektal, gastrik, rahim, pankreas gibi çeşitli kanser türlerinde önemli mekanizmaya sahip olan prostaglandinlerin ve pro-inflamatuar sitokinlerin oluşumu üzerine etki ederek inflamatuvar yanıt ve immünolojik aktiviteyi düzenlemektedirler (Davis ve Iwahash, 2001; Grosso ve Estruch, 2016; Schlörmanna ve ark., 2018). Mericli ve ark. (2017), badem yağının antikanserojen aktivitesini in vitro ortamda araştırdıkları çalışmalarında, bu yağın moleküler sinyal yollarından kolon kanseri hücreleri üzerinde antikanser ve antiproliferatif etki gösterdiğini saptamışlardır.

Safra kesesi hastalığı üzerine etkisi: Bademin bileşiminde yer alan tekli ve çoklu doymamış yağ asitlerinin safra kesesi taşlarının oluşumunu engellediği bilinmektedir. Diyet lifi, magnezyum, fitokimyasallar ve antioksidan vitaminler de safra kesesi sağlığını destekleyebilmektedir. Örneğin, diyet lifi safra asitlerinin bağırsakta yeniden dolaşımını azaltırken, fitosteroller diyetle alınan kolesterol emilimini azaltmaktadır (Tsai ve ark., 2004).

Yaşlanma karşıtı etkisi: Bademin iç kabuk ekstraktlarının bitkisel kozmetik formülasyonunda kullanıldığı bir çalışmada, bu ekstraktların ultraviyole ışınlarla bağlı olarak gelişen yaşlanma etkilerini azalttığı saptanmıştır. Ekstraktlar ile muamele edilmiş farelerde, daha güçlü antioksidan aktivite gösterdiği ve oksidatif stres göstergesi olan malondialdehit (MDA) ve glutatyon (GSH) miktarının kontrol gruba göre azaldığı saptanmıştır (Sachdeva ve Katyal, 2011).

Hafızayı geliştirme etkisi: Beyin aktiviteleri üzerine bademin etkisinin çalışıldığı bir çalışmada, fareler 28 gün süresince badem ezmesi ile beslenmiştir. Farelerdeki beyin fonksiyonları, Yükseltilmiş Artı Labirenti (Elevated plus Maze; EPM) ve Radyal Kol Labirenti (Radial Arm Maze; (RAM) testleri uygulanarak ölçülmüştür. Testlerin sonucu kontrol grubu ile karşılaştırıldığında, badem ezmesi tüketen farelerin öğrenme ve beyin fonksiyonlarında diğer gruba göre önemli bir gelişme olduğu saptanmıştır. Uzun süreli badem tüketiminin, hipokampus ve beynin frontal korteksinde asetilkolin içeriğini arttırdığı, sağlıklı sıçanlarda hafıza fonksiyonlarını geliştirdiği ve hafıza kaybı gösteren sıçanlarda da hastalıkla ilgili semptomların azalmasına neden olduğu saptanmıştır. Ayrıca Alzheimer hastalığının önlenmesinde de badem tüketiminin önemli olduğu bildirilmektedir. Özellikle Vitamin E yaşlanma ile ortaya çıkan nörodejeneratif hastalıkları önleyebilmektedir. Birçok fenolik bileşik de Alzheimer gibi nörodejeneratif hastalıklarda hafıza geliştirme, nörogenez ve hücre ölümünün önlenmesi üzerinde farklı etkiler gösterebilmektedir (Haider ve ark., 2012; Batool ve ark., 2016; Batool ve ark., 2018; Gorji ve ark., 2018).

Anksiyete önleyici etkisi: Bademin anksiyete önleyici etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, farelere 800 ve 1600 mg/kg dozlarında badem ve kontrol grubuna da anksiyete önleyici standart ilaç olan diazepam (1mg/kg) verilmiştir. Anksiyetenin önlenmesinde, 1600 mg/kg oranında badem tüketen farelerde kontrol grubuna benzer sonuçlar saptanmıştır (Sahib, 2014).

Prebiyotik etkisi: Prebiyotikler, konağın bağırsak mikrobiyotasındaki mikroorganizmaların seçici olarak kullandığı, sağlık üzerinde faydalı etkileri bulunan substratlardır. Son yıllarda yapılan çalışmalar yüksek oranda polifenol ve lif içeriğinden dolayı bağırsaktaki mikrobiyal fermantasyonu etkileyerek sağlıklı mikrobiyotanın

oluşması için bademin önemli bir substrat olabileceğini göstermektedir (Yılmaz-Ersan ve ark., 2016; Mandalari, 2012; Lamuel-Raventosa ve St. Onge, 2017; Martins ve ark., 2017). Mandalari ve ark. (2008), badem ve badem iç kabuğunun sağlıklı bireylerin intestinal sistemi üzerine etkisini incelemişlerdir. Bu çalışmanın sonuçları, badem ve badem iç kabuğunun ticari prebiyotik fruktooligosakkaritlere benzer prebiyotik potansiyele sahip olduğunu göstermektedir. Liu ve ark. (2014), 48 gönüllü üzerinde yaptıkları çalışmada bu bireylerin günde 8 g (4 g öğlen ve 4 g akşam) fruktooligosakkarit, 10 g (5 g öğlen ve 5 g akşam) badem iç kabuğu ve günde 56 g (28 g öğlen ve 28 g akşam) kavrulmuş tuzsuz badem tüketmelerini sağlamışlardır. 6 hafta sonra badem ve badem kabuğu tüketen bireylerde *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* türlerinin sayılarının arttığı, *Escherichia coli* sayısında bir değişiklik olmadığı ve *Clostridium perfringens*'in gelişmesinin önemli oranda baskılandığı saptanmıştır. Liu ve ark. (2016), hem çiğ hem de kavrulmuş bademin bağırsak mikrobiyotasını yararlı mikroorganizmalar lehine değiştirerek potansiyel prebiyotik etkiye sahip olduklarını, ayrıca kavurma işleminin prebiyotik etkiyi az da olsa azalttığını saptamışlardır.

Diğer fonksiyonel etkileri: Bademin boğaz kuruluğu, viral enfeksiyonlar, peptik ülser tedavisinde etkili olduğu, üriner retansiyonun hafifletilmesine yardımcı olduğu, afrodisyak özellik gösterdiği, ürtiker ve deri lezyonlarının iyileştirilmesinde olumlu sonuçlar verdiği bildirilmektedir. Ayrıca badem gluten içermediğinden dolayı çölyak hastalarının beslenmesinde önemli bir gıda grubunu oluşturmaktadır (Gopumadhavan ve ark., 2003; Arena ve Bisignano, 2010; Khalid ve Hussain, 2017).

Badem Alerjisi; Badem bahsedilen fonksiyonel özelliklerinin yanı sıra bazı duyarlı bireylerde alerjik reaksiyonlara neden olan gıda grubu (fıstık, süt, yumurta, buğday, balık ve kabuklu deniz ürünleri) içerisinde yer almaktadır. Bademin bileşiminde Pru du 1, Pru du 2, Pru du 2S albumin, Pru du 3 (nsLTP), Pru du 4(profilin), Pru du 5(60 S ribosomal protein), Pru du 6 (amandin ya da prunin) ve Pru du γ -konglutin olmak üzere 8 grup alerjen tanımlanmaktadır. Toplam çözünebilir proteinin yaklaşık %70'ini oluşturan Pru du 6 (amandin ya da prunin) majör badem proteini olması ile birlikte majör badem alerjenidir. Badem bileşiminde yer alan alerjen moleküllerin önemli oranda Immünoglobulin E (alerjik reaksiyonlara karşı salgılanan antikor)'yi bağladığı saptanmıştır. Badem proteinlerinin IgE bağlama aktivitesinin ısıtma işlemi, mikrodalga, kimyasal proses, gamma ışınları, haşlama ve kavurma gibi yöntemler uygulanarak azaltılabileceği bildirilmektedir (Chen ve ark., 2006; Richardson ve ark., 2009; Gorji ve ark., 2018).

Sonuç

Günümüzde beslenme ve sağlık arasındaki pozitif korelasyonu ortaya koyan çalışmalar, günlük diyetle fonksiyonel bileşenlerin tüketimi ile hastalıkların önlenebileceğine ve hayat kalitesinin iyileştirilebileceğine dikkat çekmektedir. Fonksiyonel gıdalar arasında yer alan badem, akut ve kronik birçok hastalığın gelişmesinin önlenmesinde ve bazılarının tedavisinde olumlu etki göstermesinden dolayı her gün belirli miktarda tüketilmesi önerilen sert kabuklu meyveler arasında yer almaktadır. Ülkemiz coğrafi koşullarında yetiştirilebilen bir meyve olan badem, makalede belirtilen değerli besinsel ve fonksiyonel özellikleri nedeni ile üretimi artırılması gereken

bir tarım ürünü olarak düşünülmektedir. Bu nedenle gerek kapalı plantasyonlarda gerekse tarla koşullarında badem yetiştiriliği ve üretimine daha fazla önem verilmesi ve üreticilerin bu konuda teşvik edilmesi önem arz etmektedir.

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

- Airesa, A., Pascual-Sevad, N. and Barrosa, A. 2019. Irrigation deficit turns almond by products into a valuable source of antimicrobial (poly)phenols. *Industrial Crops and Products*, 132:186–196.
- Anonim 2019. Türkiye İstatistik Kurumu. Ankara. www.tuik.gov.tr, Erişim tarihi: Mart 2020.
- Arena, A. and Bisignano, C. 2010. The immunomodulatory and the antiviral activities of almonds. *J.I m let*, 132 (1-2): 18-23.
- Batool, Z., Sadir, S., Liaquat, L., Tabassum, S., Madiha, S., Rafiq, S., Tariq, S., Batool, T.S., Saleem, S., Naqvi, F., Perveen, T. and Haider, S. 2016. Repeated administration of almonds increases brain acetylcholine levels and enhances memory function in healthy rats while attenuates memory deficits in animal model of amnesia. *Brain Res. Bull.*, 120: 63–74.
- Batool, Z., Tabassum, S., Siddiqui, R.A. and Haider, S. 2018. Dietary Supplementation of Almond Prevents Oxidative Stress by Advocating Antioxidants and Attenuates Impaired Aversive Memory in Male Rats. *Plant Foods Hum Nutr.*, 73(1):7-12.
- Bayrak, S. and Yılmaz, Ö. 2009. Ceviz- Badem yetiştiriciliği. Rekmay Reklam ve Tanıtım Ltd. Şti., 321s Ankara.
- Berryman, C.E., Preston, A.G., Karmally, W., Deckelbaum, R.J. and Kris-Etherton, P.M. 2011. Effects of almond consumption on the reduction of LDL-cholesterol: a discussion of potential mechanisms and future research directions. *Nutr Rev.*, 69(4):171-85.
- Bes-Rastrollo, M., Wedick, N.M., Martinez-Gonzalez, M.A., Li, T.Y., Sampson, L. and Hu, F.B. 2009. Prospective study of nut consumption, long-term weight change, and obesity risk in women. *American Journal of Clinical Nutrition*, 89(6): 1913-1919.

- Cassady, B.A., Hollis, J.H., Fulford, A.D., Considine, R.V. and Mattes, R.D. 2009. Mastication of almonds: effects of lipid bioaccessibility, appetite, and hormone response. *American Journal of Clinical Nutrition*, 89(3): 794–800.
- Chen, C.M., Liu, J.F., Li, S.C., Huang, C.L., Hsirh, A.T., Weng, S.F., Chang, M.L., Li, H.T., Mohn, E. and Chen, O. 2017. Almonds ameliorate glycemic control in Chinese patients with better controlled type 2 diabetes: a randomized, crossover, controlled feeding trial. *Nutrition & Metabolism*, 14(51):1-12.
- Chen, C.Y., Lapsley, K. and Blumberg, J. 2006. A nutrition and health perspective on almonds. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86(14): 2245-2250.
- Choudhury, K., Clark, J. and Griffiths, H.R. 2014. An almond-enriched diet increases plasma α -tocopherol and improves vascular function but does not affect oxidative stress markers or lipid levels. *Free Radic Res.*, 48(5):599–606.
- Davis PA and Iwahashi CK. 2001. Whole almonds and almond fractions reduce aberrant crypt foci in a rat model of colon carcinogenesis. *Cancer Lett* 165:27–33.
- Del Castillo, M.D., Iriondo-DeHond, A. and Martirosyan, D.M. 2018. Are functional foods essential for sustainable health? *Annals of Nutrition & Food Science*, 2(1): 1015.
- Esfahlan, A.J. and Jamei, R. 2012. Properties of biological activity of ten wild almond (*Prunus amygdalus L.*) species. *Turk J Biol.*, 36(2):201-209.
- FAO 2015. www.Faostat.fao.org, Erişim Tarihi:22.07.2018
- Franklin, L.M. and Mitchell, A.E. 2019. Review of the sensory and chemical characteristics of almond (*Prunus dulcis*) flavor. *J. Agric. Food Chem.*, 67(10): 2743–2753.
- Gopumadhavan, S., Rafiz, M., Venkataranganna, M.V., Kulkarni, K. and Mitra, S.K. 2003. Assessment of “Tentex royal” for sexual activity in an experimental model. *Indian Journal of Clinical Practice*, 13(10) : 23-26.
- Gorji, N., Moeini, R. and Memariani, Z. 2018. Almond, hazelnut and walnut, three nuts for neuroprotection in Alzheimer’s disease: A neuropharmacological review of their bioactive constituents. *Pharmacological Research*, 129:115–127.
- Gradziel, T.M., Kodad, O. and Alonso, J.M. 2008. Almond quality: A breeding perspective. *Hort. Rev.*, 34:197-238.
- Granato, D., Branco, G.F., Nazzaro, F., Cruz, A.G. and Faria, J.A.F. 2010. Functional Foods and Nondairy Probiotic Food Development: Trends, Concepts, and Products. *Compr Rev Food Sci F.*, 9: 292-302.
- Grosso, G. and Estruch, R. 2016. Nut consumption and age-related disease. *Maturitas*, 84: 11–16.
- Grundy, M.M.L., Wilde, P.J., Butterworth, P.J., Gray, R. and Ellis, P.R. 2015. Impact of cell wall encapsulation of almonds on in vitro duodenal lipolysis. *Food Chem.*, 185: 405–412.
- Haider, S., Batoool, Z. and Haleem, D.J. 2012. Nootropic and Hypophagic Effects following long term Intake of Almonds (*Prunus amygdalus*) in Rats. *Nutr Hosp.* 27(6):2109-2115.

- Hou, Y.Y., Ojo, O., Wang, L.L., Jiang, O., Shao, X.Y. and Wang, X.H. 2018. A Randomized controlled trial to compare the effect of peanuts and almonds on the cardio-metabolic and inflammatory parameters in patients with Type 2 Diabetes Mellitus. *Nutrients*, 10(11):1-16.
- Hull, S., Re, R., Chambers, L., Echaniz, A. and Wickham, M.S. 2015. A mid-morning snack of almonds generates satiety and appropriate adjustment of subsequent food intake in healthy women. *Eur J Nutr.*, 54(5):803-10.
- Jia, X., Zhang, Q., Zhang, Z., Wang, Y., Yuan, J., Wang, H. and Zhao, D. 2011. Hepatoprotective Effects of Almond oil against carbon tetrachloride induced Liver injury in rats. *Food Chemistry*, 125(2):673-676.
- Kalita, S., Khandelwal, S., Madan, J., Pandya, H., Sesikeran, B. and Krishnaswamy, K. 2018. Almonds and cardiovascular health: A Review. *Nutrients*, 10(468):1-10.
- Kamil, A. and Chen, C.Y.O. 2012. health benefits of almonds beyond cholesterol reduction. *J. Agric. Food Chem.*, 60(27):6694–6702.
- Kaur, N. and Singh, D.P. 2017. Deciphering the consumer behaviour facets of functional foods: A literature review. *Appetite*, 112: 167-187.
- Kendall, C.W.C., Josse, A.R., Esfahani, A. and Jenkins, D.J.A., 2010. Nuts, metabolic syndrome and diabetes. *British Journal of Nutrition*, 104(4): 465–473.
- Khalid, A.M. and Hussain, M. K. 2017. Badam (*Prunus amygdalus* Bail.): A Fruit with Medicinal Properties. *International Journal of Herbal Medicine*, 5(5): 114-117.
- Lamuel-Raventosa, R.M. and St. Onge, M.P. 2017. Prebiotic nut compounds and human microbiota. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(14): 3154-3163.
- Liu, Z., Lin, X., Huang, G., Zhang, W., Rao, P. and Ni, L. 2014. Prebiotic effects of almonds and almond skins on intestinal microbiota in healthy adult humans. *Anaerobe*, 26:1-6.
- Liu, Z., Wang, W., Huang, G., Zhanga, W. and Ni, L. 2016. In vitro and in vivo evaluation of the prebiotic effect of raw and roasted almonds (*Prunus amygdalus*). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96: 1836–1843.
- Mandalari, G. 2012. Potential health benefits of almond skin. *Journal of Bioprocessing & Biotechniques*, 2(5):1000e110.
- Mandalari, G., Nueno-Palop, C., Bisignano, G., Wickham, M.S.J. and Narbad, A. 2008. Potential prebiotic properties of almond (*Amygdalus communis* L.) seeds. *Appl Environ Microbiol.*, 74:4264–4270.
- Martínez-Gómez, P., Sánchez-Pérez, R., Dicenta, F., Howad, W., Arús, P. and Gradziel, T.M., 2007. Almond. In: Kole, C. (Ed.), *Genome Mapping and Molecular Breeding in Plants: Fruits & Nuts*, 4. Springer, Heidelberg, pp. 229–242.
- Martins, I. M., Chen, Q. and Chen, C.Y.O. 2017. Emerging Functional Foods Derived from Almonds. In: *Wild Plants, Mushrooms and Nuts: Functional Food Properties and Applications*, First Edition. Ed: Ferreira, I.C.F.R., Morales, P., Barros, L. John Wiley & Sons, Ltd., pp 445-469.

- Martirosyan, D.M. and Pisarski, K. 2017. Bioactive Compounds: Their Role in Functional Food and Human Health, Classifications, and Definitions. In: Functional Foods and Cancer: Bioactive Compounds and Cancer Ed: Martirosyan, D.M., Zhou, J.R., eds.. Food Science Publisher. USA. pp 238-77.
- Merikli, F., Becer, E., Kabadayı, H., Hanoglu, A., Yigit Hanoglu, D., Ozkum Yavuz, D., Ozek, T. and Vatanserver, S. 2017. Fatty acid composition and anticancer activity in colon carcinoma cell lines of Prunus dulcis seed oil. *Pharmaceutical Biology*, 55(1): 239-1248.
- Mexis, S.F., Badeka, A.V., Chouliara, E., Riganakos, K.A. and Kontominas, M.G., 2009. Effect of γ -irradiation on the physicochemical and sensory properties of raw unpeeled almond kernels (Prunus dulcis). *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 10(1):87-92.
- Mirrahimi, A., Srichaikul, K., Esfahani, A., Banach S.M., Sevenpiper, L.J., Cyril W.C. Kendall, C.W.C. and Jenkins, D.J.A. 2011. Almond (Prunus dulcis) Seeds and Oxidative Stress: Nuts and Seeds in Health and Disease Prevention, Ed: Preedy V.R., Watson, R.R., Patel, V.B., Academic Press is an imprint of Elsevier, USA, pp: 161-166.
- Mori, A.M., Considine, R.V. and Mattes, R.D. 2011. Acute and second-meal effects of almond form in impaired glucose tolerant adults: a randomized crossover trial. *Nutr Metab (Lond)*, 8(6):1-8.
- Pasqualone, A., Laddomada, B., Spina, A., Todaro, A., Guzmàn, C., Summo, C., Mita, G. and Giannone, V. 2018. Almond by-products: Extraction and characterization of phenolic compounds and evaluation of their potential use in composite dough with wheat flour. *LWT - Food Science and Technology*, 89: 299–306.
- Prgomet, I., Gonçalves, B., Domínguez-Perles, R., Pascual-Seva, N. and Barros, A. I.R.N.A. 2017. Valorization Challenges to Almond Residues: Phytochemical Composition and Functional Application Molecules, 22(10): 2-27.
- Richardson, D.P., Astrup, A., Cocaul, A. and Ellis, P. 2009. The nutritional and health benefits of almonds: a healthy food choice. *Food Science and Technology Bulletin: Functional Foods*, 6 (4):41–50.
- Sachdeva, M.K. and Katyal, T. 2011. Abatement of detrimental effects of photoaging by Prunus amygdalus skin extract. *International Journal of Current Pharmaceutical Research*, 1(3):57-59.
- Sahib, Z.H. 2014. Assessment of anxiolytic activity of nuts of Prunus Amygdalus Dulcis (Almond) in Mice. *Medical Journal of Babylon*, 11(4):817-824.
- Schlörmanna, W., Fischera, S., Saupea, C., Dinca, T., Lorkowskib, S. and Gleia, M. 2018. Influence of roasting on the chemopreventive potential of in vitro fermented almonds in LT97 colon adenoma cells. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 69(1): 52–63.
- Srinivasan, C., Isabel, M.G. and Scorza, R. 2005. Prunus spp. almond, apricot, cherry, nectarine, peach and plum: Biotechnology of fruit and nut crops. Ed: Litz, E.R., Biotechnology in Agriculture No: 29, New York, 512-542.

- Sweazea, K.L., Johnston, C.S., Ricklefs, K.D. and Petersen, K.N. 2014. Almond supplementation in the absence of dietary advice significantly reduces C-reactive protein in subjects with type 2 diabetes. *Journal Funct Foods*, 10: 252–259.
- Tsai, C.J., Leitzmann, M.F., Hu, F.B., Willett, W.C. and Giovannucci, E.L. 2004. A prospective cohort study of nut consumption and the risk of gallstone disease in men. *Am J Epidemiol.*,160(10): 961-968.
- Williams, P.T., Bergeron, N., Chiu, S. and Krauss, R.M., 2019. A randomized, controlled trial on the effects of almonds on lipoprotein response to a higher carbohydrate, lower fat diet in men and women with abdominal adiposity. *Lipids in Health and Disease*, 18(83): 1-19.
- Yılmaz Ersan, L., Özcan, T., Akpınar-Bayizit, A. and Delikanlı, B. 2016. Bifidojenik Faktör Olarak Laktoz Türevlerinin Önemi. *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 30 (2): 79-90.
- Yılmaz Ersan, L. and Topçuoğlu, E. 2019. Badem Sütü ile Zenginleştirilmiş Probiyotik Yoğurtların Mikrobiyolojik ve Bazı Fiziko-Kimyasal Özellikleri. *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 33 (2): 321-339.



SU KEFİRİ: Kimyasal Bileşimi ve Sağlık Üzerindeki Etkileri^A

Nurcan DEĞİRMENCİOĞLU*

ÖZ: Su kefir, su kefir tanelerinin su, şeker, kuru meyveler, limon vb. katkıları ilavesiyle oda sıcaklığında, 2-4 gün süreyle, anaerobik koşullarda fermantasyonuyla üretilmektedir. Meyvemsi, hafif asidik-hafif tatlı ve hafif alkol tadı ve aromasına sahip gazlı bir içecektir. Standart bir üretim yöntemi olmayan su kefirinin, üretiminde kullanılacak hammaddeler ve fermantasyon koşullarına bağlı olarak mevcut mikroflorası değişkenlik gösterebilmektedir. Bu derlemede, su kefir tanelerinin fonksiyonel gıda üretiminde kullanılabilirliği ve sağlık üzerindeki etkilerinin açıklanması amaçlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Fonksiyonel gıda, probiyotik, su kefir.

WATER KEFİR: Chemical Composition and Effects on Health

Abstract: Water kefir is produced from water kefir grains, with the addition of additives water, sugar, dried fruits, lemon, etc., by the fermentation in anaerobic conditions for 2-4 days at room temperature. It is a fruity, slightly acidic-slightly sweet and carbonated beverage with a slight alcohol taste and aroma. Microflora of water kefir, which does not have a standard production method, may vary depending on the raw materials and fermentation conditions that can be used in its production. In this review, it is aimed to explain the usability of water kefir grains in functional food production and their effects on health.

Keywords: Functional food, probiotic, water kefir.

^A Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir.

* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** Nurcan DEĞİRMENCİOĞLU, Bandırma Onyediy Eylül Üniversitesi, Bandırma Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Bandırma-Balıkesir, Türkiye, ndegirmencioğlu@bandirma.edu.tr, [OrcID 0000-0002-1186-3106](https://orcid.org/0000-0002-1186-3106)

Giriş

Dünya genelinde uzun zamandır kullanılıyor olmasına rağmen gerçek orjini hakkındaki ilk bilgiler 1889 yılında Beijerinck tarafından yayınlanan su kefirini, 1855 yılında Kırım'dan batı Avrupa'ya dönen İngiliz askerlerinin beraberlerinde ülkelerine getirdikleri bildirilmektedir (Marsh ve ark., 2013; Fiorda ve ark., 2017), Diğer bir teoriye göre ise Meksika kökenli *Opuntia* cinsi kaktüslerin tatlı yaprak öz sularından elde edilen polisakkaritlerin bakteri ve mayalar ile kümeleşerek oluşturdukları jel-kristal yapıdaki taneciklere verilen bir addır (Laureys ve De Vuyst, 2014).

Avrupa'da "su kefir" olarak adlandırılan ürün, elde edildiği yöreye göre "Tepache de Tibicos", "Tibi" -Tibi taneleri, "California bees"- Kaliforniya arıları, "African bees"-Afrika arıları, "Ale nuts"-Ale yemişleri, "Balm of Gilead"- pelesenk ağacı, "Bébées", "Japanese beer seeds"-Japon bira tohumları gibi farklı adlar alabilmektedir (Miguel ve ark., 2011; Laureys ve De Vuyst, 2014; Fiorda ve ark., 2017).

Gri-beyaz renkte, yarı saydam belirgin bir şekli olmayan su kefir taneleri (Şekil 1), su, şeker (sakkaroz, melas), taze veya kuru meyveler (incir, kayısı, üzüm vb.) ve isteğe göre değişen katkıların (limon vb.) ilavesiyle oda sıcaklığında ve anaerobik şartlarda 2-4 gün süreyle fermantasyona bırakılmakta, süre sonunda geçirgen bir malzeme (elek) yardımıyla, taneler ve sıvı kısım birbirinden ayrılmaktadır. Ayrılan taneler bir sonraki fermantasyonda kullanılırken, sıvı kısım ise doğrudan veya buzdolabında bekletildikten sonra tüketilebilmektedir (Fiorda ve ark., 2017; Laureys ve De Vuyst, 2014; 2017a). Yapılan çalışmalarda, şeker (%6-10) ve su kefir taneleri (%6-31) kullanılarak hazırlanan karışımın 20-25 °C'de 24-72 saat süreyle fermente edilebileceği (Gulitz ve ark., 2011; 2013; Marsh ve ark., 2013; Laureys and De Vuyst, 2014, 2017a; Laureys ve ark., 2018; Verce ve ark., 2019) bildirilmekte, ancak su kefir üretimi çoğunlukla ev düzeyinde gerçekleştirildiğinden fermantasyon koşulları değişkenlik gösterebilmektedir.



Resim 1. Su kefir tanesi (Yazar tarafından çekilmiş fotoğraftır).

Fermantasyonda Etkili Mikroorganizmalar

Yapı olarak, süt kefir tanelerine benzeyen su kefir taneleri, maya ve bakteriler tarafından oluşturulan polisakkarit matriksi içinde tutulan simbiyotik bir konsorsiyumdur (Gulitz ve ark., 2011, 2013; Marsh ve ark., 2013; Laureys ve De Vuyst, 2014; Martínez-Torres ve ark., 2017; De Roos ve De Vuyst, 2018). Konsorsiyumdaki mikroorganizmalar, süt kefir ve kombu çayında fermantasyonu gerçekleştiren SCOBY

mikroflorasından farklılık göstermektedir (Fiorda ve ark., 2017; Değirmencioğlu ve ark., 2019). İlk kez 1892 yılında Dr.Ward tarafından su kefirinin mikrobiyal florası belirlenmiş olup, su kefirinin sıvı kısmı ve taneleri üzerinde yapılan çalışmalarda, laktik asit bakterileri (LAB), mayalar, fermantasyon süresinin uzaması veya fermantasyon sırasında ortamda oksijen bulunması durumuna bağlı olarak asetik asit bakterileri (AAB) ile diğer bazı mikroorganizmaların (Tablo 1) olduğu tespit edilmiştir (Pidoux, 1989; Magalhães ve ark., 2010; Oliveira ve ark., 2010; Waldherr ve ark., 2010; Gulitz ve ark., 2011; 2013; Miguel ve ark., 2011; Hsieh ve ark., 2012; Marsh ve ark., 2013; Laureys ve De Vuyst, 2014; 2017a; Li ve ark., 2016; Prado ve ark., 2015; Sarikkha ve ark., 2015, Zanirati ve ark., 2015; Laureys ve ark., 2016, 2018; Tang ve ark., 2016; Martínez-Torres ve ark., 2017; Verce ve ark., 2019). Fermantasyon koşullarının, mikroorganizmalar arasındaki dağılımı ve türler arasındaki çeşitliliği nasıl etki ettiği belirsizlik taşıdığından, son yıllarda moleküler teknikler kullanılarak su kefir fermantasyonu ve mikrobiyolojisiyle maya ve bakterilerin dağılımı üzerindeki sistematik çalışmalar halen devam etmektedir (Magalhães ve ark., 2010; Waldherr ve ark., 2010; Gulitz ve ark. 2011, 2013; Miguel ve ark. 2011; Hsieh ve ark. 2012; Marsh ve ark. 2013; Laureys ve De Vuyst, 2014; 2016; 2017b; Fiorda ve ark., 2017).

Tablo 1. Su kefir florasında belirlenmiş mikroorganizmalar

Lactobacillus		Candida	
<i>L.harbinensis</i>	<i>L.satsumensis</i>	<i>C.californica</i>	<i>C.famata</i>
<i>L.hilgardii</i>	<i>L.sunkii</i>	<i>C.valida</i>	<i>C.kefyr</i>
<i>L.diolorans</i>	<i>L. hordei</i>	<i>C.lambica</i>	<i>C.inconspicua</i>
<i>L.nagelii</i>	<i>L.mali</i>	<i>C.colliculosa</i>	<i>Candidatus Oenococcus aquikefiri</i>
<i>L.ghanensis</i>	<i>L.brevis</i>	<i>C.magnoliae</i>	<i>C.valdiviana</i>
<i>L.casei subsp.casei,</i>	<i>L.kefiri</i>	<i>C.ethanolica</i>	
<i>L.paracasei</i>	<i>L.collinoides</i>		
<i>L.buchneri</i>	<i>L.kefirnofaciens</i>		
<i>L.parabuchneri</i>	<i>L.kefirgranum</i>		
<i>L.lactis subsp.cremoris,</i>	<i>L.parakefir</i>		
<i>L.plantarum</i>	<i>L.helveticus</i>		
<i>L.fructivorans</i>	<i>L.casei subsp.rhamnosus</i>		
Lactococcus		Saccharomyces	
<i>Lac.lactis</i>	<i>Lac.cremoris</i>	<i>S.cerevisiae</i>	<i>S.florentinus</i> <i>S.pretoriensis</i>
		<i>S.bayanus</i>	
		<i>S.turicensis</i>	
Leuconostoc		Kluyveromyces	
<i>Leu.citreum</i>	<i>Leu.mesenteroides</i> spp.	<i>K.lactis</i>	<i>K.marxianus</i>
<i>Leu.mesenteroides</i>	<i>dextranicum</i>		
Acetobacter		Pichia	
<i>A.lovaniensis</i>	<i>A.okinawensis</i>	<i>P.membranifaciens</i>	<i>P.kudriavzevii</i>
<i>A.aceti</i>	<i>A.orientalis</i>	<i>P.cecembensis</i>	<i>P.caribbica</i>
<i>A.tropicalis</i>	<i>A.fabarum</i>	<i>P.occidentalis</i>	
<i>A.sicerae</i>			
Gluconobacter		Hanseniaspora	
<i>G.fraturei</i>	<i>G.liquefaciens</i>	<i>H.valbyensis</i>	<i>H.vinae</i>
<i>G.japonicus</i>			
Bifidobacterium		Zygosaccharomyces	
<i>B.psychraerophilum</i>	<i>B.aquikefiri</i> sp.nov.	<i>Z.fermentati</i>	
	<i>B.crudilactis</i>		
Pseudoarthrobacter		Diğer	
<i>Pseu.chlorophenolicus</i>	<i>Pseu.tropicalis,</i>	<i>Kloeckera apiculata</i>	<i>Enterobacter hormachei,</i>
<i>Pseu.orientalis</i>	<i>Pseu.okinawensis</i>	<i>Dekkera bruxellensis</i>	<i>Chryseomonas luteola</i>
		<i>Torulaspota pretoriensis</i>	<i>Lanchancea fermentati</i>
		<i>Torulaspota delbrueckii</i>	<i>Lanchancea meyersii</i>
		<i>Meyerozyma caribbica</i>	<i>Cellulosimicrobium cellulans</i>
		<i>Kazachstania aerobia</i>	<i>Galactomyces geotrichum</i>
		<i>Bacillus cereus</i>	<i>Arthrobacter chlorophenolicus</i>
		<i>Yarrowia lipolytica</i>	

Konakçı sağlığı üzerinde pozitif sağlık etkisi elde edebilmek amacıyla, fermente gıdalarda bulunması önerilen canlı hücre sayısı 10^6 - 10^8 kob/mL olarak belirtilmekte, canlı hücre sayısı üzerinde etkili olan faktörlerin, fermantasyon sıcaklığı (25-32 °C), fermente edilebilir şeker çeşitliliği ve miktarıyla, yüksek miktarda azot kaynaklarının varlığı olduğu bildirilmektedir. Su keferi üretiminde kullanılan kuru meyveler, hem mikroorganizmaların bu ihtiyaçlarını karşılayabilmekte hem de fermantasyon bitiminde su keferini tüketecek insanlar için de önemli düzeyde vitamin, mineral, diyet lif ve antioksidan kaynağı teşkil etmektedir. Su keferi florasında bulunan mikroorganizmalar için benzer gelişme koşulları gerektiğinden, mikroorganizmalar arasındaki karşılıklı pozitif etkileşim hücre canlılığını stimüle etmektedir (Patel ve ark., 2017; Koh ve ark., 2018). Neve ve Heller (2002) ve Stadie ve ark. (2013) tarafından, su keferi fermantasyonunda mayalardan *Zygosaccharomyces florentinus* (*S.florentinus*) ve *S.cerevisiae* ile bakterilerden *L.hordei*, *L.hilgardii* ve *L.nagelii* arasında simbiyotik bir ilişki olduğu, fermantasyonun başlangıcında sakkarozun glukoz ve fruktoza parçalanması ve metabolize edilmesiyle ilişkili CO₂, pürivik asit, çeşitli organik asitler (propiyonik, asetik, suksinik asit b.), amino asit ve Vit B₆ gibi yan ürünler laktobasillerin gelişimini teşvik ederken, LAB'nin de ortamı asitlendirerek *Z.florentina*'nın gelişimini desteklediği bildirilmiştir. Schneedorf (2012), su keferi tanelerinde LAB:maya oranının 1:2 olduğunu, 4 °C'den daha düşük sıcaklıklar ile % 5'den daha yüksek KCl koşullarında dahi su keferi tanelerinin gelişebildiğini bildirmiştir.

Yapılan çalışmalarda, su keferi tanelerindeki bakteri sayısının 10^6 - 10^8 kob/g, maya sayısının ise 10^6 - 10^8 kob/g arasında (Pidoux, 1989; Gulitz ve ark., 2011; Magalhães ve ark., 2010, 2011; Marsh ve ark., 2013) değiştiği bildirilmektedir. Su keferi pH'sının 3.5'in altında olması nedeniyle enterokok ve *Enterobacteriaceae* gelişiminin görülmediği (Laureys ve De Vuyst, 2014) ifade edilmekte, kalite, güvenlik ve fonksiyonellik açısından ise Uluslararası Gıda Standartları (Codex Alimentarius) tarafından önerilen minimum 10^7 kob/mL canlı bakteri ve 10^4 kob/mL canlı maya sayılarına dikkat çekilmektedir (FAO/WHO, 2011; Koh ve ark., 2018). Laureys ve De Vuyst (2014) ise, su keferi tanelerinde mikroorganizma yoğunluğunun sıvı kısmındakine oranla daha fazla olduğunu, mayaların fermantasyon yan ürünlerini oluşturma sürecinde daha etkin rol oynadığını, LAB'nin sayılarının ise mayalara göre daha yüksek oranda bulunduğunu belirtmişlerdir.

Probiyotik mikroorganizmaların aktivitesi veya varlığıyla doğrudan ilişkili "probiyoaktif" kelimesi ilk kez 2010 yılında tanımlanmıştır. Bu bileşikler probiyotik mikroorganizmalar tarafından ya bazı maddelerden sentezlenebilmekte (bakteriyosin, EPS veya enzimler gibi) ya da gıda matriksindeki modifikasyonlar sonucunda (süt kazeininin hidroliziyle oluşan peptidler gibi) oluşabilmektedirler (Champagne ve ark., 2018). Konsorsiyumda bulunan bakteri veya mayalar, sakkarozu fermente ederek su keferi tanelerinin gelişmesi için gerekli, fonksiyonel özellikteki polimer bileşikler, yani eksopolisakaritleri (EPS) üretmekte, ayrıca son ürünün aroma ve tekstürü üzerinde etkili olan çeşitli fermantasyon ürünlerini (laktik asit, asetik asit, etil alkol, CO₂, aroma maddeleri vb.) de meydana getirmektedirler (Gulitz ve ark. 2011; 2013; Miguel ve ark. 2011; Hsieh ve ark. 2012; Marsh ve ark. 2013; Laureys ve De Vuyst, 2014; 2017b; Champagne ve ark., 2018; Koh ve ark., 2018).

Laktik Asit Bakterileri

Su kefiri tanelerinin hızlı ve yeterli biçimde gelişebilmesi, konsorsiyumda bulunan *L.hilgardii*'nin, sakkarozdan eksopolisakkarit (EPS) oluşturma yeteneğine bağlıdır. *L.hilgardii* zorunlu heterofermentatif bir LAB'dir ve şarap, kakao gibi gıda maddelerinin fermantasyonunda da önemli rol oynamaktadır (Marsh ve ark., 2013; Laureys ve De Vuyst, 2014; 2017b). Ancak tüm *L.hilgardii* türleri EPS üretmediğinden tanelerde görülen hızlı büyümede, Laureys ve De Vuyst (2014; 2017a)'a göre *L.paracasei* ve *L.nagelii*'nin, Gulitz ve ark. (2011) ile Xu ve ark. (2018; 2019)'na göre *L.nagelii* ve *L.hordei*'nin, Côté ve ark. (2013) ile Waldherr ve ark. (2010)'na göre ise *L.satsumensis*'in de EPS üretebilme yeteneği açısından ön plana çıktığı, ayrıca *L.casei*, *L.brevis* ve *Leuconostoc*'ların da bu mikroorganizmalarla rekabet edebileceği belirtilmektedir (Laureys ve De Vuyst, 2014; 2017a; 2017b). *L.hordei*'nin aynı zamanda amino asit biyosentezi ve dönüşümüne katkıda bulunduğu, *S.cerevisiae*'nin da kümeleşme ve biyofilm oluşumunu desteklediği bildirilmektedir (Xu ve ark., 2018; 2019).

Su kefiri florasında bulunan ve fakültatif heterofermentatif bir bakteri olan *L.harbinensis*, ilk kez fermente Çin sebzelerinden izole edilmiştir. Daha sonraları ise Fransız süt ineklerinden, sağlıklı bireylerin ağız florasından Parmigiano Reggiano peynirlerinden izole edilmiş, darıdan yapılan ekşi hamur fermantasyonunda rol oynadığı belirlenmiştir. Bu mikroorganizmanın en önemli özelliği antifungal bileşikler üreterek mayaları inhibe edebiliyor olmasıdır. Probiyotik karakterde ve fakültatif heterofermentatif bir diğer bakteri ise *L.casei*'dir. Sağlıklı insanların ağız florası, insan bağırsak sistemiyle çiğ ve fermente süt ve sebze ürünlerinde de bulunmakta, araştırmacılara göre su kefiri eko sistemi, ticari *L.casei* suşları için potansiyel kaynak teşkil etmektedir (Laureys ve De Vuyst, 2014).

Su kefiri mikroflorasında bulunan *Bifidobakter*ler ise, zorunlu anaerobik bakteriler olup, laktik aside nazaran daha çok asetik asit üretmektedir. Fermantasyondaki önemleri henüz açıklığa kavuşturulamamış olmakla birlikte kültüre edilmesi zor olan bu türlerin, su kefirinden izole edilebilmeleri önem taşımaktadır (Laureys ve De Vuyst, 2014; 2017a; 2017b). "Bifidus hattı" denilen yolla ve bu yol için anahtar enzim olan fruktoz 6-fosfat fosfoketolaz ile monosakkaritleri metabolize edebilen, oligosakkaritleri kullanarak oluşturduğu asit ve bakteriyosinlerle patojenleri inhibe edebilen (Stadie ve ark., 2013), barsaklarda K ve B grubu vitaminleri sentezleyebilen, sindirim sistemindeki karsinojenik ve putrefaktif bileşiklerin seviyesini de azaltabilen Bifidobakter'ler, su kefirinin fonksiyonel özelliğini arttıran mikroorganizmalardır (Laureys ve De Vuyst, 2014; Laureys ve ark., 2016; Fiorda ve ark., 2017). Ayrıca, soğukta gelişebilen (4 °C'ye kadar) ve aerobik koşulları seven *B.psychraerophilum* da, su kefiri tanelerinin dış kısımlarında izole edilmiş nadir *Bifidobacterium* türlerinden birisidir (Gulitz ve ark., 2013).

Mayalar

Su kefirinde belirlenmiş dominant maya *S.cerevisiae*'dir. Sakkarozun invertaz enzimiyle glukoz ve fruktoza parçalanması fermantasyonun başlangıcında laktobasillerin gelişimini ve laktik asit üretimini teşvik etmekte,

mayalar ise su kefirinin duyuşsal özelliklerine katkıda bulunarak, maya aromasının hissedilmesini, ferahlatıcı ve keskin tadın oluşumunu desteklemektedir (Magalhães ve ark., 2010). Ortalama % 9 şeker ve düşük amino asit içeriğinden dolayı mikroorganizmalar için zor bir besin ortamı olan su kefirinde, gıda bozulmalarına sebep olabilen ve su kefirinin yüksek şeker konsantrasyonlarında (ozmotolerant) gelişebilen *Zygosaccharomyces* cinsleriyle (Stadie, 2013; Xu, 2019), Belçika ale biralarının fermantasyonunda rol oynayan ve çoğunlukla bira ve şaraplarda bozulmaya yol açan *Zygorulaspora florentina* ve *D.bruxellensis*'e de rastlanılmaktadır (Marsh ve ark., 2013; Laureys ve De Vuyst, 2014; 2017a; 2017b).

Zygosaccharomyces florentinus ile birlikte *L.hilgardii* arasındaki pozitif etkileşime bağlı olarak bakteri canlılığında ve laktik asit üretiminde artış, maya miktarında önemli ölçüde azalma meydana gelmekte, mayanın oluşturduğu CO₂, pürivat, propiyonat, asetat ve süksinat gibi metabolitler bu süreçte *L.hilgardii*'nin gelişimini desteklemektedir (Leroi ve Pidoux, 1993; 1996; Stadie ve ark., 2013; Martínez-Torres ve ark., 2017). Stadie ve ark. (2013) tarafından yapılan bir çalışmada ise, *Z.florentina*'nın *L.nagelii* ve *L.hordei* ile birlikte hücre miktarını arttırmak için karşılıklı işbirliği yapabildikleri tespit edilmiştir.

Marsh ve ark. (2013) tarafından yapılan bir çalışmada, *Zymomonas* cinsi mayaların su kefirinde dominant olduğu, Hsieh ve ark. (2012) tarafından yapılan bir çalışmada ise, bu mayaların su kefirinin mikrobiyal populasyonunda yer aldığı, ama yüksek düzeylerde olmadığı belirlenmiştir. Adı geçen mayaların Amerika, Afrika ve Asya'nın tropikal bölgelerindeki bitkilerden elde edilen fermente içeceklerde önemli düzeylerde bulunduğu da ifade edilmiştir. *Saccharomyces*'ler gibi fermantasyon yeteneği olan *Zymomonas*'lar yüksek miktarlarda etanol oluşturabilmekte (Marsh ve ark., 2013), bunun yanı sıra oluşturduğu sorbitol ile de su kefirinin kıvamı, aroması üzerine de olumlu katkı sağlamaktadır (Panesar ve ark., 2006; Marsh ve ark., 2013). Antitümör, immunstimüle edici, prebiyotik ve lipit metabolizması üzerinde olumlu etkileri bulunan ve koyulaştırıcı özellikte bir polisakarit olan levan, *Zymomonas*'ların oluşturduğu önemli bir metabolitlerden birisidir (Marsh ve ark., 2013). *Hanseniaspora*, *Pichia* ve *Lachancea* gibi yüksek fermantasyon yeteneğine sahip maya cinsleri ise, fermantasyonun başlangıcında, *S.cerevisiae* ortama hakim olmadan önce görülebilmektedir (Fiorda ve ark., 2017).

Asetik Asit Bakterileri

Oksijen varlığı, su kefiri fermantasyonunda AAB'nin gelişimini teşvik eden en önemli gelişme faktörüdür. Ancak fermantasyonun başlangıcındaki yetersiz oksijen, AAB'nin enerji kaynağı olarak kullandıkları etil alkolün fermantasyon son aşamalarında meydana gelmesi gibi durumlar, AAB sayısında artışın sadece su kefiri tanelerinin canlandırılması ve yıkanması aşamalarında görülmesine sebep olmaktadır (Guiltz ve ark., 2013). Laureys ve ark. (2018), su kefirinde *A.fabarum* gibi yüksek oksijen içeren ortamlarda gelişebilen AAB'nin yanı sıra anaerobik koşullarda gelişebilen *A.indonesiensis*'in de izole edildiğini bildirmişlerdir. Yüksek asetik asit oluşumuyla sonuçlanan aerobik fermantasyonlar, su kefiri tanelerinin gelişiminde yavaşlamaya sebep olabilmekte, bu tür fermantasyonlar AAB'nin kullanabileceğinden daha az düzeyde etanol, laktik asit ve

meyvemsi ester bileşikleriyle daha yüksek oranda etil asetat oluşumuna sebep olmaktadır (Moens ve ark., 2014; Laureys ve De Vuyst, 2017b; 2018). Bunun yanı sıra aerobik şartlar ve AAB'nin oluşturduğu yüksek asetik asit *B.aquikefiri* gelişimini sınırlandırırken, 1 g/L'den daha yüksek asetik asit düzeyleri de *D.bruxellensis* gelişimini inhibe edebilmektedir (Yahara ve ark., 2007).

Su Kefiri Fermantasyonu Sırasında Meydana Gelen Fermantasyon Ürünleri

Su kefirini üretiminde kullanılan ana şeker kaynağı sakkaroz olmasına rağmen, su kefirinin sıvı kısmı glukoz ve fruktoz içermektedir. Mayaların sahip olduğu invertaz enzimi sakkarozun dönüşümünü gerçekleştirmekte, ortamdaki oksijen düzeyine bağlı olarak da LAB ve AAB'nin de faaliyetiyle çeşitli fermantasyon yan ürünleri (etanol, asetik asit, laktik asit vb.) meydana gelmektedir (Stadie, 2013). Su kefirinde belirlenmiş homofermentatif (*L.hordei*, *L.nagelii*, *L.casei* ve *L.satsumensis*) ve heterofermentatif (*Leu.mesenteroides*, *Leu.citreum* ve *L.hilgardii*) LAB, glukozu sırasıyla EMP ve pentoz fosfat yolu üzerinden fermantasyon yan ürünlerine dönüştürmektedir (Gulitz ve ark., 2011; 2013).

Fermantasyon sırasında sakkarozdan, fermantasyonun ilk 24 saatinde homopolisakkarit üretimi, 72.saatinde düşük konsantrasyonda olsa da gliserol, asetik asit ve mannitol, 8 günlük fermantasyon süresi sonucunda ise laktik asit ve etanol oluşumları gerçekleşmektedir. Fruktoz, mannitol oluşumu için karbon kaynağı olarak değerlendirilmekte, ayrıca konsorsiyum üyeleri için elektron alıcısı olarak da kullanılabilir (Laureys ve De Vuyst, 2014; 2017a; 2017b; Laureys ve ark., 2019).

Fermantasyonda kullanılan diğer bir substrat glukoz olup, fruktoza oranla daha hızlı fermente edilmektedir. Asidik stres durumunda, su kefirini tanelerindeki büyüme yavaşladığından, EPS üretimi için kullanılmayan glukoz, asit üretimi amacıyla değerlendirilmektedir (Waldherr ve ark., 2010; Laureys ve De Vuyst, 2014; Verce ve ark., 2019).

Mikrobiyal EPS'ler bakteri, maya ve siyanobakterler tarafından biyosentezlenen, suda çözünmeyen, yarı saydam ve parlak görünümü, karbonhidrat içeren polimerler olup, su kefirini mikroorganizmaları için bir limandır (Luang-In ve ark., 2018; Laureys ve ark., 2019). İlk kez 1839 yılında belirlenen EPS'ler, homo- ve heteropolisakkarit olmak üzere 2 gruba ayrılmaktadır. Pek çok bakteri tarafından hücre duvarında tutuklu bulunan glukozil veya fruktozil transferaz enzimlerinin hücre dışı bir veya birkaç şeker monomeri arasında glukozidik bağ kurarak oluşturduğu, düşük veya yüksek molekül ağırlığına sahip ve mukoz yapıdaki homopolisakkaritlerdir. Glukozdan oluşan EPS'e glukan, fruktozdan oluşanlara ise fruktan adı verilmektedir (Stadie, 2013; Luang-In ve ark., 2018).

Su kefirini tanelerinin ana yapısı, temelde dekstrandan oluşan bir EPS matriksidir. Yapısı en çok incelenmiş α -glukan dekstran olup, dekstran α -1,6-bağlarıyla birbirine bağlanmış glukoz moleküllerinden oluşan düz zincire, tekrar eden α -1,3-, α -1,4- ve α -1,2 bağlarıyla dallanma gösteren yan zincirlerin bağlanmasıyla oluşmaktadır. Zincir uzunluğu ve bağların oranı, dekstranın reolojik özelliklerine etki etmekte, çözünürlüğü ve molekül ağırlığına bağlı olarak da endüstriyel uygulamalarda başarılı biçimde kullanılabilir (Waldherr ve ark.,

2010; Laureys ve De Vuyst, 2014; 2017a; Davidović ve ark., 2015; Jakubowski, 2017; Miljković ve ark., 2017; Fels ve ark., 2018). Daha az bilinen α -glukanlar mutan, alternan, reuteran iken, fruktanlar ise levan tipi ve inulin tipi olmak üzere ikiye ayrılmaktadır (Torini ve ark., 2015; Zannini ve ark., 2016; Fels ve ark., 2018).

Glukan sukraz, glukoziltransferaz sınıfından ekstraselüler bir enzim olup, *Lactobacillaceae* ve *Streptococcaceae* familyasının *Lactobacillus*, *Leuconostoc* ve *Streptococcus* cinsine dahil mikroorganizmalar tarafından salgılanmakta, glukan üretimini katalize etmektedir (Waldherr ve ark., 2010; Stadie, 2013; Laureys ve De Vuyst, 2014; 2017a; Jakubowski, 2017; Miljković ve ark., 2017). Bu enzim, su kefirinde bulunan *L. hilgardii* dışında (Waldherr ve ark., 2010; Luang-In ve ark., 2018), *L. hordei*, *L.nagelii*, *L.mali*, *Leu.mesenteroides*, *Leu.citreum*, *Candidatus O. aquikefiri* tarafından da salgılanmaktadır. Fruktan içeren EPS'lerin sentezlenebilmesi için ise, *Gluconobacteriaceae* (Waldherr ve ark., 2010; Gulitz ve ark., 2011; Jakob ve ark., 2012; Laureys ve De Vuyst, 2014; 2017a; Davidović ve ark., 2015; Jakubowski, 2017; Verece ve ark., 2019) üyelerine ve fruktan sukraz enzimine ihtiyaç bulunmaktadır. Fruktan sukraz, sakkarozun, dekstran polimer zincirlerine dönüşümünü sağlayan transfer reaksiyonlarını (glukozil transferaz enzimiyle) katalizleyerek fruktozun serbest kalmasını sağlamakta, uygun alıcılar varlığında oligosakkaritleri oluşturabilmektedir (Waldherr ve ark., 2010; Stadie, 2013; Laureys ve De Vuyst, 2014; 2017a; Jakubowski, 2017; Miljković ve ark., 2017). Bu açıdan değerlendirildiğinde su kefirinde bulunan ve EPS oluşturan mikroflora, süt kefirinde bulunan mikrofloradan farklılık göstermektedir (Fiorda ve ark., 2017).

Laktik asit bakterileri tarafından oluşturulan, tanelerin büyümesinden sorumlu olan ve glukan EPS'in oluşumunda etkili olan glukan sukraz enziminin aktivitesi (Waldherr ve ark., 2010; Laureys ve De Vuyst, 2014; 2017b; Laureys ve ark., 2019) suyun tamponlama kapasitesine, yüksek Ca^{+2} iyonlarına ve 4.0-5.5 pH değerlerine bağlıdır. Asidik stres, glukan sukraz aktivitesini baskılayarak tanelerdeki büyümeyi olumsuz yönde etkilemekte, suyun yüksek Ca^{++} içeriği ve tamponlama kapasitesi de, tanelerin büyüme hızı, oluşan metabolitlerin konsantrasyonu ve mikroorganizma türlerinin dağılımı üzerinde etkili olmaktadır (Waldherr ve ark., 2010; Laureys ve De Vuyst, 2014; 2017a; Laureys ve ark., 2019).

Su kefiri tanelerinin büyüme oranı üzerinde, yüzey alanının daha fazla olması nedeniyle küçük su kefiri taneleri ve üzerindeki yüksek canlı mikroorganizma sayısı, düşük karbonhidrat miktarıyla yüksek metabolit oranı etkili olmaktadır (Laureys ve De Vuyst 2017). Aynı zamanda yüksek tamponlama kapasitesi, asidik koşullarda daha rahat gelişebilen mayalarla karşılaştırıldığında LAB'nin gelişmesi ve metabolik faaliyetleri için avantaj sağlarken, tanelerin yavaş büyümesi aynı zamanda küçük kalmalarına, şeffaf görünümlü olmalarına, üretim sürecinde daha kolay kırılmalarına, gelişen canlı mikroorganizma sayısında artışına bağlı olarak hızlı bir fermantasyona ve daha fazla glukoz kullanımından dolayı da fermantasyon yan ürünlerinin miktarlarında değişime sebep olmaktadır (Laureys ve de Vuyst, 2017; Laureys ve ark., 2019). Ancak bazı araştırmacılar tarafından *Leu.mesenteroides*'in, düşük asitliğe tolerans gösteren diğer LAB ile karşılaştırıldığında sadece tamponlama kapasitesinin yüksek olduğu koşullarda gelişebildiği ve sakkarozdan EPS üretebildiği için, su kefiri tanelerinin büyümesinde etkili olmadığı ifade edilmektedir (Laureys ve ark., 2019).

Oksijenli veya oksijensiz koşullarda ve besin kaynağı olarak farklı konsantrasyonlarda kuru incir, kayısı ve üzüm kullanılarak su kefiri fermantasyonu yapılabilmektedir (Laureys ve ark., 2018). Ortamdaki besin

maddelerinin yetersizliği *L.hilgardii* ve *D.bruxellensis* gelişimini teşvik ederken, taze incir gibi yüksek besin içeriğine sahip hammaddeler ise *L.nagelii* ve *S.cerevisiae* gelişimi için bir avantaj oluşturmakta, oksijen ise yüksek asetik asit oluşturma yeteneğine sahip AAB'nin gelişimi için uygun ortamı hazırlamaktadır (Guiltz ve ark., 2017; Bechtner ve ark., 2019). Yüksek oranda besin maddesi içeren ortamlarda mikrobiyal cinslerdeki dağılımın değişmesine bağlı olarak etanol:asetik asit ile asetik asit:laktik oranlarında değişim meydana gelmekte, *L.hilgardii* (heterofermentatif) ve *D.bruxellensis*, *L.nagelii* (homofermentatif) ve *S.cerevisiae*'ye göre daha fazla asetat oluşturmaktadır (Laureys ve ark., 2018).

Fermantasyon sırasında oluşan ana metabolitlerden laktik asit; LAB'nin ürünü olup su kefirinin ekşi tadından sorumludur. Az miktarlarda etanol, asetat ve mannitol (*L.hilgardii*, *Candidatus O.aquikefiri* ve *B.aquikefiri*) de oluşturabilen LAB, fermantasyonun başlangıcında fruktozu kullanarak mannitol yerine asetat oluşturabilmekte (Laureys ve De Vuyst, 2014; 2017a; 2017b), ayrıca, asetat üretiminin bir kısmı bifidobakterlerin faaliyetiyle de gerçekleşebildiğinden bifidobakter sayısı arttıkça asetat miktarı da artmaktadır (Laureys ve ark., 2017a; 2017b). Mannitol tatlı bir tada ve antioksidan aktiviteye sahip bir bileşiktir ve her iki özelliği de su kefir için istenilen özelliklerdir. Ancak mannitol üretimi, fruktozun heterofermentatif LAB tarafından elektron alıcısı olarak kullanımı sebebiyle düşük konsantrasyonlarda kalmaktadır (Laureys ve De Vuyst, 2014; 2017a; 2017b).

Laktik asit gibi asetik asitin de oluşumundan öncelikle *L.hilgardii* ve ardından da *Acetobacter spp.* (*A.tropicalis*) sorumlu olup, özellikle *A.tropicalis* laktik asit bulunan ortamlarda daha iyi gelişerek laktat ve asetatları CO₂ ve suya okside edebilmekte, fermantasyonun son aşamalarında ise etanolü de okside ederek asetik asit oluşturmaktadır (Martínez-Torres ve ark., 2017).

Mayalar tarafından üretilen ana metabolitler etanol ve CO₂, daha az miktarlarda üretilenler ise gliserol ve asetik asittir. Hafif tatlı bir tada sahip gliserol aynı zamanda fermente içeceklerin viskozitesini arttırmakta ama lezzet ve aroma üzerine doğrudan etki etmemektedir (Laureys ve De Vuyst, 2014; 2017a; 2017b). Üretimde incir kullanıldığında veya ekosistemde *S.cerevisiae* bulunduğunda, bazı kofaktörlerin sentezlenmesi mümkün olabildiğinden, su kefir tanelerinin gelişimine katkıda bulunmakta (Verce ve ark., 2019), *S.cerevisiae* varlığına bağlı olarak gerçekleşen etanol oluşumu, su kefir florasında *L.hordei*'nin bulunmasıyla sınırlandırılabilir (Xu, 2019).

Su kefirinin sıvı fazında rastlanan tüm ester ve yüksek alkoller maya metabolizmasının ürünleri olup, mayaların yağ asidi biyosentezi yoluyla oluşturdukları etil esterlerin üretimi için hekzanoik asit, oktanoik asit ve dekanonik asitlere ihtiyaç bulunmaktadır. Şarap ve birada da bulunan bu uçucu aroma bileşiklerinden yola çıkarak su kefirini diğer fermente içeceklerle mukayese etmek fermente içeceklerde görülen kimyasal bileşikler arasındaki interaksiyonlardan dolayı zordur. Ancak etil asetat, 2-metil-1-propanol, iso amil alkol, isoamil asetat, etil hekzanoat, etil oktanoat ve etil dekonat gibi farklı aroma maddelerinin eşik değerlerinin meyvemsi ve çiçeksi katkı sağladığından, su kefirinin aroması üzerinde etkili olduğu düşünülmektedir (Laureys ve De Vuyst, 2014).

Sağlık Üzerindeki Etkileri

Sağlık üzerindeki olumlu etkilerinden dolayı, sentetik bileşikler yerine doğal antioksidanlara olan ilginin artması, alternatifler antioksidan kaynaklarının gündeme gelmesine sebep olmaktadır. Antioksidatif desteklerin veya antioksidan içeren gıdaların tüketimi, insan vücudundaki hücre ölümü veya doku hasarıyla sonuçlanan oksidatif reaksiyonları azaltabilmekte ve bu hasara bağlı olarak ortaya çıkan kanser, aterosklerozis, artirit gibi hastalıklardan koruyabilmektedir (Alsayadi ve ark., 2013).

Su kefirinin fonksiyonel/sağlık-iyileştirici bir gıda olarak görülmesi, sahip olduğu laktobasil, bifidobakter ve daha az miktarda ise *Saccharomyces* cinsi mikroorganizmalardan kaynaklanmakta (Folinge ve ark., 2010; Gulitz ve ark., 2013; Marsh ve ark., 2013), fermente edilebilir nitelikteki kaynaklara yüksek uyum sağlayabilmesi de yeni probiyotik ürünlerin geliştirilebilmesine imkan tanımaktadır (Yüksekdağ ve ark., 2004; Sabokbar ve ark., 2015; Corona ve ark., 2016; Fiorda ve ark., 2017; Koh ve ark., 2018).

Süt bazlı kefir ürünleri üzerinde yapılan pek çok çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, şeker kaynağı olarak laktoz içermesi, kolesterol düzeyi; laktoz intolerans ve kolesterol sorunları olan kişilerde sağlık problemlerine neden olabildiğini göstermekte, konsorsiyumunda çeşitli substratlara kolaylıkla adapte olabilen dost bakteri ve mayaların varlığı, düşük kalori içeriği, sıfır kolesterol ve laktoz içermeyen su kefirinin, süt bazlı kefir ürünlerine karşın bir alternatif olarak düşünülmesini sağlamaktadır (Fiorda ve ark., 2017; Koh ve ark., 2018), ayrıca vegan ve/veya vejeteryanlar için de önemli bir probiyotik kaynağı olarak dikkat çekmektedir (Fiorda ve ark., 2017).

Yapılan *in vitro* ve *in vivo* çalışmalarda, sakkaroz varlığında laktik asit bakterilerince oluşturulan α -glukanların ürünün reolojik özelliklerini iyileştirmenin yanı sıra bağışıklık sistemini stimüle edici etki gösterdikleri, non-digestible olmaları sebebiyle de barsaklardaki bazı bakterilerin çoğalmasını etkileyebilecekleri belirlenmiştir (de Paiva ve ark., 2016).

Su kefirinin antioksidan özelliklerinin belirlenmesine yönelik yapılan bir çalışmada, 24 saatlik fermantasyon sonunda kullanılan su kefir tane oranında artışa (0.125-5 mg/mL) bağlı olarak DPPH yöntemine göre, antioksidan aktivite değerinde artış gözlemlendiği, su kefir mikroflorası tarafından oluşturulan intraselüler ve ekstraselüler metabolitlerinin bu aktiviteden sorumlu olduğu ifade edilmektedir (Alsayadi ve ark., 2013; Fiorda ve ark., 2016). Su kefir fermantasyonu sırasında oluşturulan mikrobiyal EPS'ler radikal süpürücü etkilerini; ya radikal zincir reaksiyonlardan türeyen serbest radikallerle reaksiyona girerek veya elektron vererek radikalleri daha stabil formlara dönüştürerek göstermekte ve bu etkinin indirgen özellikteki hidroksil ve -COOH, C=O ve -O- gibi diğer fonksiyonel gruplardan kaynaklandığı ifade edilmektedir (Luang-In ve ark., 2018).

Barsak hücrelerinin fırça görünümü dış membranlarına bağlı olan α -glukozidaz, kompleks karbonhidratları glukoz hidrolize ederek barsaklar tarafından emilimini sağlamakta, bu enzimin yetersizliği ve inhibisyonu, hidroliz sonucu glukoz seviyelerinde azalmaya ve emiliminde yavaşlamaya, buna bağlı olarak da kan glukoz seviyelerinde düşmeye sebep olabilmektedir (Lee ve ark., 2012; Serra-Barcellona ve ark., 2017). Su kefir tanelerinden izole edilen bazı LAB'nin α -glukozidaz aktivitesini inhibe edebilme özelliklerinin ve biyoaktif bileşikler oluşturabilme yeteneklerinin olduğu belirlenmiş olup, su kefirinin bu açıdan anti-hiperglisemik ve

hipolipidemik özellikte probiyotikler olarak değerlendirilebileceği ifade edilmiştir (Alsayadi ve ark., 2014; Panwar ve ark., 2014; Muganga ve ark., 2015; Zeng ve ark., 2016; Koh ve ark., 2017; 2018). Lin ve ark. (2016) tarafından yapılan bir çalışmada, diyetlerine su kefirinden izole edilen *L.mali* APS1 suşu ilave edilen obez farelerde kan glukoz seviyelerinin düzenlenmesinde olumlu sonuçlar elde edildiği belirlenmiştir.

Bazı LAB, kanlı ishale veya sitotoksik sonuçlara sebep olan bazı toksik patojenlerin geçişini engelleyen aktivitelerinin yanısıra, kırmızı kan hücrelerinin yıkımını stimule eden ve konakçı hücreye saldıran hemolitik aktivite de gösterebilmektedir (Hwang ve Park, 2015; Jovanovic' ve ark., 2015). Ancak probiyotik karakterdeki LAB'nin hemolize sebep olmamaları önem taşımaktadır. Leite ve ark. (2015) ile Lin ve ark. (2016) tarafından yapılan çalışmalarda su kefirinden izole edilen LAB'nin hemolitik aktivite göstermedikleri tespit edilmiştir.

Laktoz intolerans ve kolesterol problemlerine sebep olan süt kökenli probiyotik ürünlere alternatif olabilecek ürünler geliştirmeye yönelik yapılan çalışmalarda (Fiorda ve ark., 2017); balkabağı püresinin, anti-diyabetik özelliği ve α -glukozidaz inhibitör aktivitesinden dolayı *L.mali* K8 için iyi bir substrat olduğu, adı geçen bakterinin depolama süresince 10^9 kob/mL düzeylerinde kaldığı, probiyotikler için tavsiye edilen sınırı (10^6 kob/mL) aştığı ve fonksiyonel özellikte meyve ve sebze ürünleri için bir probiyotik kaynağı olabileceği sonucuna varılmıştır (Koh ve ark., 2017; 2018).

Ayrıca su kefirinin, *Streptococcus pyogenes*, *S.salivarius*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella typhimurium*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes* ve *Candida albicans* gibi gıda güvenliği ve insan sağlığı açısından önem taşıyan patojenler üzerinde antimikrobiyal etkisinin bulunduğu da bildirilmiştir (Rodrigues ve ark., 2005; Schneedorf, 2012; Fiorda ve ark., 2017).

Sonuç

Laktik asit bakterileri ve maya florası açısından süt kefirine benzer bir floraya sahip olan su kefir taneleri, vegan beslenme şeklini benimsemiş, laktoz intolerans sorunu yaşayan veya alerjik bünyeli bireylerin tüketebileceği, farklı şeker kaynaklarını kullanabilmesi nedeniyle de farklı duysal ve fonksiyonel özelliklere sahip yeni içeceklerin üretiminde kullanılabilir potansiyele sahiptir. Ancak, su kefir üretimi ve tüketiminin ev ölçeğinden endüstriyel ölçeğe aktarılabilmesi için detaylı çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır.

Teşekkür Bilgi Notu

Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır.

Kaynakça

- Alsayadi, M., Al Jawfi, Y., Belarbi, M., Soulem-Mami, Z., Merzouk, H., Sari, D.C., Sabri, F. and Ghalim, M. 2014. Evaluation of anti-hyperglycemic and anti-hyperlipidemic activities of water kefir as probiotic on Streptozotocin-induced diabetic Wistar rats. *Journal of Diabetes Mellitus*, 4(2): 85-94.
- Bechtner, J., Xu, D., Behr, J., Ludwig, C. and Vogel, R.F. 2019. Proteomic analysis of *Lactobacillus nagelii* in the presence of *Saccharomyces cerevisiae* isolated from water kefir and comparison with *Lactobacillus hordei*. *Frontiers Microbiology*, 10:325.
- Champagne, C.P., da Cruz, A.G. and Daga, M. 2018. Strategies to improve the functionality of probiotics in supplements and foods. *Current Opinion in Food Science*, 22:160–166.
- Corona, O., Randazzo, W., Miceli, A., Guarcello, R., Francesca, N., Erten, H., Moschetti, G. and Settanni, L. 2016. Characterization of kefir-like beverages produced from vegetable juices. *LWT-Food Science and Technology*, 66: 572–581.
- Côté, G.L., Skory, C.D., Unser, S.M. and Rich, J.O. 2013. The production of glucans via glucansucrases from *Lactobacillus satsumensis* isolated from a fermented beverage starter culture. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 97(16): 7265-7273.
- Davidović, S.Z., Miljković, M.G., Antonović, D.G., Rajilić-Stojanović, M.D. and Dimitrijević-Branković, S.I., 2015. Water kefir grain as a source of potent dextran producing lactic acid bacteria. *Hemijska Industrija*, 69(6): 595-604.
- De Paiva, I.M., da Silva Steinberg, R., Lula, I.S., de Souza-Fagundes, E.M., de Oliveira Mendes, T., Bell, M.J.V., Nicoli, J.R., Nunes, A.C. and Neumann, E. 2016. *Lactobacillus kefiranofaciens* and *Lactobacillus satsumensis* isolated from Brazilian kefir grains produce alpha-glucans that are potentially suitable for food applications. *LWT-Food Science and Technology*, 72: 390-398.
- De Roos, J., and De Vuyst, L. 2018. Acetic acid bacteria in fermented foods and beverages. *Current Opinion in Biotechnology*, 49: 115–119.
- Değirmencioğlu, N., Yıldız, E., Şahan, Y., Gültaş, M. ve Gürbüz, O. 2019. Fermentasyon Süresinin Kombü Çayı Mikrobiyotası ve Canlılık Oranları Üzerine Etkileri. *Akademik Gıda*, 17(2): 200-211.
- FAO/WHO. 2011. Milk and Milk Products. CODEX Standard for Fermented Milks (CODEX STAN 243-2003). <http://www.fao.org/docrep/015/i2085e/i2085e00.pdf>. (Erişim tarihi: 20.03.2020).
- Fels, L., Jakob, F., Vogel, R.F., and Wefers, D. 2018. Structural characterization of the exopolysaccharides from water kefir. *Carbohydrate Polymers*, 189: 296-303.
- Fiorda, F.A., de Melo Pereira, G.V., Thomaz-Soccol, V., Medeiros, A.P., Rakshit, S.K. and Soccol, C.R. 2016. Development of kefir-based probiotic beverages with DNA protection and antioxidant activities using soybean hydrolyzed extract, colostrum and honey. *LWT - Food Science and Technology*, 86: 690-607.

- Fiorda, FA, de Melo Pereira G.V., Thomaz-Soccol, V., Rakshit, S.K., Binder Pagnoncelli, M.G., Porto de Souza Vandenberghe, L., Soccol, C.R., Vinicius, G., Pereira, D.M., Assumpc, F., Thomaz-Soccol, V., Kumar, S., Giovana, M., Pagnoncelli, B., Porto, L., Vandenberghe, D.S. and Ricardo, C. 2017. Microbiological, biochemical, and functional aspects of sugary kefir fermentation - A review. *Food Microbiology*, 66: 86–95.
- Foligne, B, Dewulf, J, Vandekerckove, P., Pignede, G. and Pot, B. 2010. Probiotic yeasts: anti-inflammatory potential of various non-pathogenic strains in experimental colitis in mice. *World Journal of Gastroenterology*, 16(17): 2134–2145.
- Gulitz A., Stadie J., Wenning M., Ehrmann M.A. and Vogel R.F. 2011. The microbial diversity of water kefir. *International Journal of Food Microbiology*, 151(3): 284-288.
- Gulitz, A., Stadie, J., Ehrmann, M.A., Ludwig, W. and Vogel, R.F. 2013. Comparative phylobiomic analysis of the bacterial community of water kefir by 16S rRNA gene amplicon sequencing and ARDRA analysis. *Journal of Applied Microbiology*, 114: 1082–1091.
- Hsieh, H., Wang, S., Chen, T., Huang, Y. and Chen, M., 2012. Effects of cow's and goat's milk as fermentation media on the microbial ecology of sugary kefir grains. *International Journal of Food Microbiology*, 157: 73-81.
- Hwang, J.Y., and Park, J.H. 2015. Distribution of six exotoxin genes and production of L2-HBL and nheA proteins in six *Bacillus cereus* isolates from infant formula and produce. *Food Science and Biotechnology*, 24: 379–382.
- Jakubowski, M. 2017. Potential and differences of selected fermented non-alcoholic beverages. *World Scientific News*, 72: 204-210.
- Jovanović, J.N., Nikolić, B., Šeatović, S., Zavišić, G., Mitić-Ćulafić, D., Vuković-Gačić, B. and Knežević-Vukčević, J. 2015. Characterization of some potentially probiotic *Lactobacillus* strains of human origin. *Food Science and Biotechnology*, 24: 1781–1788.
- Koh, W.Y., Uthumporn, U., Rosma, A., Effarizah, M.E., Rosli, W.I. and Park, Y.H. 2018. Development of a novel fermented pumpkin-based beverage inoculated with water kefir grains: a response surface methodology approach. *Food Science and Biotechnology*, 27(2): 525-535.
- Koh, W.Y., Uthumporn, U., Rosma, A., Irfan, R. and Park, Y.H. 2017. Optimization of a fermented pumpkin-based beverage to improve *Lactobacillus mali* survival and α -glucosidase inhibitory activity: a response surface methodology approach. *Food Science and Human Wellness*, 7(1): 57-70.
- Laureys, D. and De Vuyst, L. 2014. Microbial species diversity, community dynamics, and metabolite kinetics of water kefir fermentation. *Applied and Environmental Microbiology*, 80(8): 2564-2572.
- Laureys, D. and De Vuyst, L., 2017a. The water kefir grain inoculum determines the characteristics of the resulting water kefir fermentation process. *Journal of Applied Microbiology*, 122: 719-732.

- Laureys, D., Aert, M., Vandamme, P. and De Vuyst, L. 2019. The buffer capacity and calcium concentration of water influence the microbial species diversity, grain growth, and metabolite production during water kefir fermentation. *Frontiers in Microbiology*, 10: 2876.
- Laureys, D., Aerts, M., Vandamme, P. and De Vuyst L. 2018. Oxygen and diverse nutrients influence the water kefir fermentation process. *Food Microbiology*, 73: 351-361.
- Laureys, D., Cnockaert, M., De Vuyst, L. and Vandamme, P. 2016. *Bifidobacterium aquikefiri* sp. nov., isolated from water kefir. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 66(3): 1281-1286.
- Laureys, D., Van Jean, A., Dumont, J. and De Vuyst, L. 2017b. Investigation of the instability and low water kefir grain growth during an industrial water kefir fermentation process. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 101: 2811-2819.
- Lee, S.H., Park, M.H., Han, J.S., Jeong, Y., Kim, M. and Jeon, Y.J. 2012. Bioactive compounds extracted from Gamtae (*Ecklonia cava*) by using enzymatic hydrolysis, a potent α -glucosidase and α -amylase inhibitor, alleviates postprandial hyperglycemia in diabetic mice. *Food Science and Biotechnology*, 21: 1149–1155.
- Leite, A.M.O., Miguel, M.A.L., Peixoto, R.S., Ruas-Madiedo, P., Paschoalin, V.M.F., Mayo, B. and Delgado, S. 2015. Probiotic potential of selected lactic acid bacteria strains isolated from Brazilian kefir grains. *Journal of Dairy Science*, 98: 3622–3632.
- Leroi, F. and Pidoux, C. 1996. Influence of pH, temperature and initial yeast:bacteria ratio on the stimulation of *Lactobacillus hilgardii* by *Saccharomyces florentinus* isolated from sugary kefir grains. *Journal of Applied Bacteriology*, 80: 138-146.
- Leroi, F. and Pidoux, M. 1993. Characterization of interactions between *Lactobacillus hilgardii* and *Saccharomyces florentinus* isolated from sugary kefir grains. *Journal of Applied Bacteriology*, 74: 54-60.
- Lin, Y.C., Chen, Y.T., Hsieh, H.H. and Chen, M.J. 2016. Effect of *Lactobacillus mali* APS1 and *L. kefirifaciens* M1 on obesity and glucose homeostasis in diet-induced obese mice. *Journal of Functional Foods*, 23: 580–589.
- Luang-In, V., Saengha, W., Yotchaisarn, M., Halaslova, M., Udomwong, P. and Deeseenthum, S. 2018. Microbial strains and bioactive exopolysaccharide procedures from Thai water kefir. *Microbiology and Biotechnology Letters*, 46(4): 403-415.
- Magalhães, K.T., Pereira, G.V.D., Campos, C.R., Dragone, G. and Schwan, R.F. 2011. Brazilian kefir: structure, microbial communities and chemical composition. *Brazilian Journal of Microbiology*, 42: 693-702.
- Magalhães, K.T., Pereira, G.V.D., Dias, D.R. and Schwan, R.F. 2010. Microbial communities and chemical changes during fermentation of sugary Brazilian kefir. *World Journal of Microbiology Biotechnology*, 26: 1241–1250.
- Marsh, A.J., O'Sullivan, O., Hill, C., Ross, R.P. and Cotter, P.D., 2013. Sequence-based analysis of the microbial composition of water kefir from multiple sources. *FEMS Microbiol. Letters*, 348(1): 79-85.

- Martínez-Torres, A., Gutierrez-Ambrocio, S., Heredia-del-Orbe, P., Villa-Tanaca, L. and Hernandez-Rodríguez, C. 2017. Inferring the role of microorganisms in water kefir fermentations. *International Journal of Food Science and Technology*, 52(2): 559-571.
- Miguel, M.G.C.P., Cardoso, P.G., Magalhães, K.T. and Schwan, R.F. 2011. Profile of microbial communities present in tibico (sugary kefir) grains from different Brazilian states. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 27(8): 1875-1884.
- Miljković, M.G., Davidović, S.Z., Kralji, S., Šiler-Marinković, S.S., Rajilić-Stojanović, M.D. and Dimitrijević-Branković, S.I. 2017. Characterization of dextransucrase from *Leuconostoc mesenteroides* T3, water kefir grains isolate. *Hemisjska Industrija*, 71(4): 351-360.
- Moens, F., Lefeber, T. and De Vuyst, L., 2014. Oxidation of metabolites highlights the microbial interactions and role of *Acetobacter pasteurianus* during cocoa bean fermentation. *Applied and Environmental Microbiology*, 80: 1848-1857.
- Muganga, L., Liu, X., Tian, F., Zhao, J., Zhang, H. and Chen, W. 2015. Screening for lactic acid bacteria based on antihyperglycaemic and probiotic potential and application in synbiotic set yoghurt. *Journal of Functional Foods*, 16: 125–136.
- Neve, H. and Heller, K.J. 2002. The microflora of water kefir: a glance by scanning electron microscopy. *Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte*, 54(4): 337-349.
- Oliveira, R.B., Pereira, M.A., Veiga, S.M.O., Schneedorf, J.M., Oliveira, N.M.S. and Fiorini, J.E. 2010. Microbial profile of a kefir sample preparations: grains in natura and lyophilized and fermented suspension. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 30: 1022–1026.
- Panesar, P.S., Marwaha, S.S. and Kennedy, J.F. 2006. *Zymomonas mobilis*: an alternative ethanol producer. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 81(4): 623–635.
- Panwar, H., Calderwood, D., Grant, I.R., Grover, S. and Green, B.D. 2014. *Lactobacillus* strains isolated from infant faeces possess potent inhibitory activity against intestinal alpha- and beta-glucosidases suggesting anti-diabetic potential. *European Journal of Nutrition*, 53(7): 1465–1474.
- Patel, A.R. 2017. Probiotic fruit and vegetable juices- recent advances and future perspective. *International Food Research Journal*, 24 (5): 1850-1857.
- Pidoux, M. 1989. The microbial flora of sugary kefir grain (the gingerbeer plant): biosynthesis of the grains from *Lactobacillus hilgardii* producing a polysaccharide gel. *MIRCEN Journal of Applied Microbiology*, 5, 223–238.
- Prado, M. R., Blandón, L. M., Vandenberghe, L. P. S., Rodrigues, C., Castro, G. R., Thomaz-Soccol, V., Soccol, C.R. 2015. Milk kefir: composition, microbial cultures, biological activities, and related products. *Frontiers in Microbiology*, 6:1177.
- Rodrigues, K.L., Caputo, L.R.G., Carvalho, J.C.T., Evangelista, J. and Schneedorf, J.M. 2005. Antimicrobial and healing activity of kefir and kefir extract. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 25(85): 404-408.

- Sabokbar, N., Khodaiyan, F. and Moosavi-Nasab, M. 2015. Optimization of processing conditions to improve antioxidant activities of apple juice and whey based novel beverage fermented by kefir grains. *Journal of Food Science and Technology*, 52(6): 3422–3432.
- Sarikkha, P., Nitorisavut, R., Poljungreed, I. and Boonyarattanakalin, S. 2015. Identification of bacteria and yeast communities in a Thai sugary kefir by polymerase chain reaction-denaturing gradient gel electrophoresis (PCR-DGGE) analyses. *The Journal of Industrial Technology*, 11(2): 25-39.
- Schneedorf, J.M. 2012. Kefir D'Aqua and its properties. Intech Open Science, Brazil, 53-76.
- Serra-Barcellona, C., Habib, N.C., Honore', S.M., Sa' nchez, S.S. and Genta, S.B. 2017. Enhydrin regulates postprandial hyperglycemia in diabetic rats by inhibition of α -glucosidase activity. *Plant Foods for Human Nutrition*, 72: 156–160.
- Stadie, J. 2013. Metabolic activity and symbiotic interaction of bacteria and yeasts in water kefir (Doctoral dissertation, Technische Universität München), 139 p.
- Stadie, J., Gulitz, A., Ehrmann, M.A. and Vogel, R.F. 2013. Metabolic activity and symbiotic interactions of lactic acid bacteria and yeasts isolated from water kefir. *Food Microbiology*, 35: 92-98.
- Tang, H., Wang, H., Yu, H., Piao, C., Liu, J. and Hu, Y. 2016. *Galactomyces geotrichum* isolated from water kefir: Interaction with *Lactobacillus kefir*. *Italian Journal of Food Science*, 28(2): 287-297.
- Torino, M. I., de Valdez, G. F. and Mozzi, F. 2015. Biopolymers from lactic acid bacteria: Novel applications in foods and beverages. *Frontiers in Microbiology*, 6: 834.
- Verce, M., De Vuyst, L. and Weckx, S. 2019. Shotgun metagenomics of a water kefir fermentation ecosystem reveals a novel *Oenococcus* species. *Frontiers in Microbiology*, 10: 479.
- Waldherr, F.W., Doll, V.M., Meibner, D. and Vogel, R.F. 2010. Identification and characterization of a glucan-producing enzyme from *Lactobacillus hilgardii* tmw 1.828 involved in granule formation of water kefir. *Food Microbiology*, 27(5):672–678.
- Xu, D. 2019. Interaction between *Lactobacillus hordei*, *Lactobacillus nagelii* and *Saccharomyces cerevisiae* isolates from water kefir (Doctoral dissertation, technische Universität München), 185p.
- Xu, D., Fels, L., Wefers, D., Behr, J., Jakob, F. and Vogel, R.F., 2018. *Lactobacillus hordei* dextrans induce *Saccharomyces cerevisiae* aggregation and network formation on hydrophilic surfaces. *International Journal of Biological Macromolecules*, 115: 236-242.
- Yahara, G.A., Javier, M.A., Tulio, M.J.M., Javier, G.R. and Guadalupe, A.U.M. 2007. Modeling of yeast *Brettanomyces bruxellensis* growth at different acetic acid concentrations under aerobic and anaerobic conditions. *Bioprocess and Biosystem Engineering*, 30: 389-395.
- Yüksekdağ, Z.N., Beyatlı, Y. and Aslım, B. 2004. Determination of some characteristics coccoid forms of lactic acid bacteria isolated from Turkish kefir with natural probiotic. *LWT - Food Science and Technology*, 37: 663–667.

- Zanirati, S.B.F., Abatemarco Jr., M., Sandes, S.H.C., Nicoli, J.R., Nunes, A.C. and Neumann, E. 2015. Selection of lactic acid bacteria from Brazilian kefir grains for potential use as starter or probiotic cultures. *Anaerobe*, 32: 70-76.
- Zannini, E., Waters, D. M., Coffey, A. and Arendt, E. K. 2016. Production, properties, and industrial food application of lactic acid bacteria-derived exopolysaccharides. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 100: 1121–1135.
- Zeng, Z., Luo, J., Zuo, F., Zhang, Y. and Ma, H. 2016. Screening for potential novel probiotic *Lactobacillus* strains based on high dipeptidyl peptidase IV and α -glucosidase inhibitory. *Journal of Functional Foods*, 20: 486–495.



BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ

Journal of Agricultural Faculty of Bursa Uludağ University

Görükle Kampüsü 16059 Bursa/Türkiye

e-ISSN 2651-4044

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

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

Amaç

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

Kapsam

Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi eski adıyla Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi Haziran ve Aralık olmak üzere yılda iki sayı olarak basılan hakemli, akademik, bilimsel, uluslararası bir dergidir. Dergi; bahçe bitkileri, bitki koruma, biyoenerji, biyosistem mühendisliği, doğal kaynaklar, genetik, gıda mühendisliği, gıda bilimi ve teknolojisi, peyzaj, süs bitkileri ve doğa koruma, su ürünleri ve balıkçılık, süt teknolojisi, tarım ekonomisi, tarım makinaları, tarımsal biyoteknoloji, tarımsal yapılar ve sulama, tarla bitkileri, toprak bilimi ve bitki besleme, topraksız yetiştiricilik ve zootekni gibi tüm ziraat alanları ile ilgili özgün araştırma makalelerini ve sınırlı sayıda derlemeleri kabul etmektedir. Sunulan makaleler özgün olmalı ve Türkçe ya da İngilizce yazılmalıdır. Sunulan makaleler başka hiçbir yerde yayımlanmamış olmalıdır. Ancak, bir kongre ya da sempozyumda sadece özeti yayımlanan makaleler dergiye sunulabilir.

Yayın Politikası

Dergiye Türkçe ve İngilizce araştırma 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 telif hakkı devir formunun taranmış kopyasının elektronik formatta DergiPark sistemine <http://dergipark.org.tr/login> adresinden kayıt olunarak yüklenmesi gerekmektedir. 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.

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 gerekçesiz ve uygun olmayan bir biçimde değiştirmek, aktif katkısı olanların isimlerini yayım sırasında veya sonraki baskılarda eserden çıkarmak, aktif katkısı olmadığı halde nüfuzunu kullanarak ismini yazarlar arasına dâhil ettirmek,

f) Diğer etik ihlali türleri: Destek alınarak yürütülen araştırmaların yayınlarında destek veren kişi, kurum veya kuruluşlar ile onların araştırmadaki katkılarını açık bir biçimde belirtmemek, insan ve hayvanlar üzerinde yapılan araştırmalarda etik kurallara uymamak, yayınlarında hasta haklarına saygı göstermemek, hakem olarak incelemek üzere görevlendirildiği bir eserde yer alan bilgileri yayınlanmadan önce başkalarıyla paylaşmak, bilimsel araştırma için sağlanan veya ayrılan kaynakları, mekânları, imkânları ve cihazları amaç dışı kullanmak, tamamen dayanaksız, yersiz ve kasıtlı etik ihlali suçlamasında bulunmak (YÖK Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi, Madde 8).

Hakemlerin Sorumlulukları

Hakemlik süreci, bilimsel akademik yayıncılığın başarısında önemli bir konumda bulunmaktadır. Hakemler bu sürecin sağlıklı yürütülebilmesi ve iyileştirilmesine gayret göstermelidir.

Hakemler araştırmayla, yazarlarla ve/veya araştırma fon sağlayıcılar ile çıkar çatışması/çakışması içerisinde olmamalıdır.

Değerlendirmeleri tarafsız olmalıdır.

Değerlendirilen makaleler hakem tarafından gizli tutulmalıdır.

Editörün Sorumlulukları

Editörler bir makaleyi kabul etmek ya da reddetmek için tüm sorumluluğa ve yetkiye sahiptir.

Editörler kabul ettiği ya da reddettiği makaleler ile ilgili çıkar çatışması/çakışması içerisinde olmamalıdır.

Sadece alana katkı sağlayacak makaleler kabul edilmelidir.

Hakemlerin ismini değerlendirme tamamlanana kadar saklı tutmalıdır.

Makalenin yayımlanmasından sonra herhangi bir araştırmacı tarafından bilimsel hata tespit edildiğinde ilgili düzeltme/düzeltilmelerin yayımlanmasını ya da geri çekilmesini desteklemelidir.

Yayıncının Sorumlulukları

Yayıncılık etiğinin yayın kurulu tarafından izlenmesi/korunması,

Akademik kaydın bütünlüğünü korumak,

Etik standartlardan ödün vermemek,

Gerektiğinde düzeltmeleri, açıklamaları ve özürleri yayımlamak,

Okuyucunun dergide yayımlanan bir makalede önemli bir bilimsel hata ya da intihal, yinelenen makaleler gibi konularda herhangi bir uyarısı olduğu zaman zfdergisi@uludag.edu.tr adresine mail atarak editör kuruluna bildirebilir. Derginin bilimsel ve teknik yönden gelişmesi için bir fırsat olacağı bilinci ile, yapacağınız uyarılar/eleştiriler, editör kurulu tarafından memnuniyetle karşılanarak hızlı ve yapıcı bir şekilde iyileştirmelerimiz gerçekleştirilmektedir.

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 olmasını 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. 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.

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;

- Olgü 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

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](#)

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 tezdenden 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, fon, bağışlar vb. makalenin bu bölümünde belirtilmelidir.

Şekiller ve Çizelgeler: Tüm şekil ve çizelgeler numara verilmiş şekilde, makalenin içinde bulunmalıdırlar. Şekil, çizelge ve resimlerin numaralandırması ise Şekil 1, Şekil 2. vb. şeklinde 10 punto ile koyulaştırılarak verilmelidir. Şekil açıklamalarının ardından bir boşluk bırakılarak paragraflar arasında bir boşluk kalacak şekilde ana metin yazılmalıdır. Metin içerisinde yer alan çizelgelerde çizelge numaraları Çizelge 1, Çizelge 2. şeklinde çizelgenin üzerine yazılmalı açıklamaları ise koyulaştırılmamış şekilde olmalı ve çizelge üst sınırı ile açıklama yazısı arasında boşluk bırakılmamalıdır. Şekiller en az 300 dpi çözünürlükte olmalıdır.

Tüm makalelerde **SI (International System of Units)** ölçü birimleri ve ondalık kesir olarak nokta kullanılmalıdır (1,25 yerine 1.25 gibi). Birimlerde " / " kullanılmamalı ve birimler arasında bir boşluk verilmelidir (4 m/s yerine 4 m s⁻¹, 5 kg N ha⁻¹ gibi).

Formüller numaralandırılmalı ve formül numarası formülün yanına sağa dayalı olarak parantez içinde gösterilmelidir. Formüller 10 punto olacak şekilde ana karakterler ve değişkenler italik, rakamlar ve matematiksel ifadeler düz olarak verilmelidir. Metin içerisinde atıf yapılacaksa "Eşitlik 1" şeklinde verilmelidir (ilişkin model, Eşitlik 1'de verilmiştir).

Kaynakça: Makale içindeki tüm atıflar, yazar soyadına göre alfabetik sıra ile kaynakça bölümünde verilmelidir.

Makale içindeki atıflarda “yazar, yıl” sistemi kullanılmalıdır, Smith (2007), cümle sonunda ise (Smith, 2007). İki yazarlı ise Smith ve Cash (2007). Üç ve daha fazla yazarlı ise “ilk yazar ve ark.” (Smith ve ark., 2007) şeklinde belirtilmelidir.

Kaynakçada bildirilen atıflar ilk yazarın soyadına göre alfabetik sıra ile yazılmalıdır. İki ya da daha fazla yazarlı atıflarda yazarlar Türkçe kaynaklarda “ve” İngilizce kaynaklarda “and” ile ayrılmalıdır. Ör.1: Şeker, M., Yücel, Z. ve Nurdan, E. 2004. Ör.2: Smith, M., Hill, Z. and Nelson E. 2000.

Aynı yazarın aynı yıla ait makalelerini kaynakça bölümünde gösterirken a, b, c, vs. harfleri yılın sonuna eklenerek gösterilmelidir.

Atıflar kaynakçada alıntılanan kaynağa göre **Harvard referans sistemi** çerçevesinde aşağıdaki gibi gösterilmeli, karakter büyüklüğü olarak 10 punto kullanılmalıdır.

Makaleler:

Soyadı, Adının ilk harfi. ve Soyadı, Adının ilk harfi. Yayın yılı. Makale başlığı. Yayınlandığı Dergi (italik), Cilt(Sayı): Başlangıç ve bitiş sayfası. Şeklinde olmalı

Buragohain, P., Sreedeeep, S., Lin, P., Ni, J. and Garg, A. 2019. Influence of soil variability on single and competitive interaction of ammonium and potassium: experimental study on seven different soils. *Journal of Soils and Sediments*, 19(1): 186-197.

Ferraro, A. and Scremin-Dias, E. 2018. Structural features of species of Asteraceae that arouse discussions about adaptation to seasonally dry environments of the Neotropics. *Acta Botanica 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) 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. 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.**”

Ethical Guidelines

The publication process at **Journal of Agricultural Faculty of Bursa Uludag University** is the basis of the improvement and dissemination of information objectively and respectfully. Therefore, the procedures in this process improve the quality of the studies. Peer-reviewed studies are the ones that support and materialize the scientific method. At this point, it is of utmost importance that all parties included in the publication process (authors, readers and researchers, publisher, reviewers and editors) comply with the standards of ethical considerations. **Journal of Agricultural Faculty of Bursa Uludag University** expects all parties to hold the following ethical responsibilities.

The following ethical duties and responsibilities are written in the light of the guide and policies made by Committee on Publication Ethics (COPE) and directives of YÖK on scientific research and publication ethics.

The general ethical behaviors and responsibilities that are expected from all parties (authors, journal editors, referees and publishers) regarding the principles of publication in the peer-reviewed journal are stated below.

Author's responsibilities:

The references list should be complete;

No plagiarism, no fraudulent data is allowed;

It is forbidden to publish same research in more than one journal;

Authors obliged to participate in peer review process;

All authors have significantly contributed to the research;

Statement that all data in article are real and authentic;

All authors are obliged to provide retractions or corrections of mistakes,

Authors should ensure that any studies involving human or animal subjects conform to national, local and institutional laws and requirements.

The actions against science research and publication ethics include;

a) **Plagiarism:** Presenting others' ideas, methods, data, applications, writings, figures or works as if they were their own works, partly or completely, without referring to the scientific rules.

b) **Fraud:** to produce data that is not based on research, to organize or modify the work submitted or published on the basis of unreal data, to report or to publish them, to make a research that has not been done.

c) **Distorting:** Dealing with the records of research and the data obtained, showing the unused methods, devices and materials used in the research, playing with data and / or results to fit the relevant theory or assumptions, or falsifying or shaping the results of the research in the interests of the people and organizations supported.

d) **Slicing:** Presenting the results of a research as separate works by disrupting the uniqueness of the research, by dissecting it inappropriately and making a large number of publications without reference to each other.

e) **Unfair writer:** To include people who do not have active contribution among the authors, not to include the people who have active contribution among the writers, to change the ranking of the authors without any justification and in an inappropriate way, to remove the names of those who have active contributions from the work during publication or in later editions, and to use their influence even if there is no active contribution.

f) **Other types of ethical violations:** Not expressing the contributions of the persons, institutions or organizations that support them in the research, and their contributions in the research,

Not to obey the ethical rules in human and animal research, to respect the rights of patients in their publications,

To share the information contained in a work that he is commissioned to examine as an arbitrator with others,

To use the sources, facilities and devices provided for scientific research out of their use purposes.

To blame for a completely irrelevant, unwarranted and intentional violation of ethics (YÖK Scientific Research and Publication Ethics Directive, Article 8).

Peer review/responsibility for the reviewers:

To contribute to the decision-making process, and to assist in improving the quality of the published paper by reviewing the manuscript objectively.

Reviewers should have no conflict of interest with respect to the research, the authors and/or the research funders;

Judgments should be objective;

Reviewed articles should be treated confidentially.

Editorial responsibilities:

Editors have complete responsibility and authority to reject/accept an article;

Editors should have no conflict of interest with respect to articles they reject/accept;

Only accept a paper when reasonably certain;

Preserve anonymity of reviewers.

No plagiarism, no fraudulent data.

When errors are found, promote publication of correction or retraction;

To act in a balanced, objective and fair way while carrying out their expected duties, without discrimination on grounds of gender, sexual orientation, religious or political beliefs, ethnic or geographical origin of the authors.

Duties of the Publisher

Monitoring/safeguarding publishing ethics by editorial board;

Guidelines for retracting articles;

Maintain the integrity of the academic record;

Preclude business needs from compromising intellectual and ethical standards;

Always be willing to publish corrections, clarifications, retractions, and apologies when needed.

In an article published in the journal, the reader can send an e-mail to zfdergisi@uludag.edu.tr when he has any warnings about important scientific error or plagiarism, recurring articles. With the awareness that the journal will be an opportunity for the scientific and technical development of the journal, your warnings / criticisms are welcomed by the editorial board and our improvements are made quickly and constructively.

Journal of Agricultural Faculty of Bursa Uludag University is committed to ensuring that commercial revenue has no impact or influence on editorial decisions. In addition, **Journal of Agricultural Faculty of Bursa Uludag University** will assist in communications with other journals and/or publishers where this is useful to editors. Finally, we are working closely with other publishers and industry associations to set standards for best practices on ethical matters, errors, and retractions—and are prepared to provide specialized legal review and counsel if necessary.

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 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.

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

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 from [here](#).**

Main Title: Title must be typewritten in **bold 14-point** font Times New Roman, centred, with 1.5 line space and title case. If manuscript is prepared from a thesis or a project, it should be referenced by using a superscript number at the last character of title and should be added as a footnote at the end of the page. **Title should not exceed 20 words.**

Name(s) of the author(s): The first letters of the name(s) of the author(s) without a title should be capital in **12-point** font Times New Roman, centered, with one line space with the title. Address(es) of the author(s) should be indicated with a superscript(s) number(s) and added as a footnote at the end of the page.

In the information given as a footnote to the authors, firstly, the information of the corresponding author (address information, e-mail and orcid) should be included with the statement "Corresponding author / sorumlu yazar". The sub-line should include address information, e-mail and OrcID information of the authors other than the corresponding author in the order.

In the next sub-line, citation information of the article should be given with the statement "Atif / Citation". This information should include the surnames and the first letter of the authors, the year of the article, title of the article, Journal Name, Volume, Number, page number.

Abstract: Abstract should be written with two line space between author(s) reference(s) in **10-point font Times New Roman** and must not exceed **300** words. Below the abstract "**keywords**" should be written with one line space in **10-point font Times New Roman** and must not exceed **6**.

Turkish Title: Turkish title should be written with two line space between key words, in **bold 12-point font Times New Roman**, centered.

Abstract (in Turkish): Abstract (in Turkish) should be written with two line space between author(s) reference(s) in **12-point font Times New Roman**. Below the abstract Keywords (Anahtar Kelimeler) should be written with one line space in **10-point font Times New Roman**.

Introduction: In this section, the problem should be explained and information about previous studies and publications should be given. The purpose of the study should be clearly stated in this section. The introduction section should be written below key words with **10-point font** one line space.

Materials and Methods: All materials, analytical and statistical methods should be explained in this section.

Results and Discussion: The findings obtained in this section should be given and, if necessary, supported by figures and tables. The obtained data from the research should be discussed according to the results of previous literatures. Figures and tables must be cited in the text. Tables and Figures should be placed in the most appropriate place after the referral.

Conclusion: The contribution of the results to science and practice should be emphasized with the suggestions.

Acknowledgments (Information Note): The person who contributed to the study, fund and donations should be mentioned in this part of the article.

Figures and photographs: All Figures and photographs should be numbered, and adjusted by taking into consideration page margins. The description of the figures should be written in **10-point font Times New Roman** under the figures. Enumerating of figures and photographs should be in format of **Figure 1, Figure 2** etc. in **10-point font Times New Roman bold**. Main text should be written in **10-point font Times New Roman** with one line space between figure descriptions. Enumerating of tables should be in format of **Table 1, Table 2** etc. in **10-point font Times New Roman bold**. Table description should be written in normal font with no space between table and description. Figures should be at least 300 dpi resolution.

SI (International System of Units) units of measure and decimal point must be used in all manuscripts. (Ex.1.25 not 1,25). While giving the units, “4g/kg” should not be used. The right description should be as “4 g kg⁻¹” and a space should be given between units.

The formulas should be numbered and the formula number should be shown in brackets to the right next to the formula. The main characters and variables should be in italics, figures and mathematical expressions should be given in plain form as 10-point. If a citation is to be made in the text, it should be given as it “Equality 1” (related model, Equality 1).

References: Citations and references should be listed as described below and all citations and references should be in alphabetical order.

Citations in the text should be indicated using “author, year” format; Smith (2007), moreover, (Smith, 2007) if it is placed at the end of the sentence. For two authors, they are indicated as Smith and Cash (2007). Where three or more authors exist for a cited reference, the citation should be formatted as “first author et al. year”; Smith et al. (2007).

References should be listed in alphabetical order according to the last name of the first author. Use “and” in listing two or more than two authors. Example: Smith, M., Hill, Z. and Nelson E. 2000.

In the references section, the same author's articles in the same year, should be indicated as adding the letters a, b, c, etc. to the end of the year.

Citations and references should be written in 10-point font Times New Roman, and the quoted sources should be shown as indicated below according to Harvard reference system.

Journal:

Buragohain, P., Sreedeeep, S., Lin, P., Ni, J. and Garg, A. 2019. Influence of soil variability on single and competitive interaction of ammonium and potassium: experimental study on seven different soils. *Journal of Soils and Sediments*, 19(1):186-197.

Ferraro, A. and Scremin-Dias, E., 2018. Structural features of species of Asteraceae that arouse discussions about adaptation to seasonally dry environments of the Neotropics. *Acta Botanica Brasiliica*, 32(1): 113-127.

Book:

Gardner, F.P., Pearce, R.B. and Mitchell, R.L. 2017. *Physiology of crop plants* (No. Ed. 2). Scientific Publishers.

Ensminger, M.E., Oldfield, J.E. and Heinemann, W.W. 1990. *Feeds and nutrition digest: formerly, Feeds and nutrition—abridged*, The Ensminger Publishing Company, Clovis, CA (1990), 110p.

Book Chapter:

Primmer, C. 2006. Genetic characterization of populations and its use in conservation decision-making in fish: The role of biotechnology in exploring and protecting agricultural genetic resources, Ed.: Ruane, J., Sonnino, A., FAO, Rome, Italy, pp: 97-104.

Proceedings:

Susurluk, A., S. Hollmer, U.K. Mehta, R. Han, E. Tarasco, O. Triggian, A. Peters and R.-U. Ehlers. 2003. Molecular identification of entomopathogenic nematodes from Turkey, India, China, Italy, Norway, Albania and Germany by PCR-RFLP. *9th European Meeting of the IOBC/WPRS Working Group*, p:101-103, 23-29 May 2003, Schloss Salzau, Germany.

Thesis:

Scheffe, H. 1973. Symptotic Theory of Sequential Fixed- Width Confidence Intervals. Unpublished Ph.D. dissertation, Florida State University, Dept. of Statistics.

Anonymous:

Anonymous 2005. Tarımsal Yapı. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enst. Yayın No: 1579, Ankara. <http://www.agri.ankara.edu.tr/tarimbilimleri> (Date of access: 11.05.2008).

Internet:

TÜBİTAK (2008). Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu, Türkiye Veri Servisi. <http://www.tubitak.gov.tr/tubives> (Date of access: 11.05.2008).