



BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ

ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ

**JOURNAL OF AGRICULTURAL FACULTY
OF BURSA ULUDAG UNIVERSITY**

YIL (YEAR): 2019 CİLT (VOL.): 33 NO: 1 e-ISSN: 2651-4044



**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 33
Volume**

**Sayı 1
Number**

2019

**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 yaptığınız 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

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

Cilt / Volume: 33

Sayı / Number: 1

Yıl/Year: 2019

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 Yayın Komisyonu

Doç. Dr. Hakan ÇELİK
Doç. Dr. Tolga TİPİ
Doç.Dr. Asuman CANSEV
Doç. Dr. Hayrettin KUŞÇU
Doç. Dr. Ekin SUCU
Doç. Dr. Sine ÖZMEN TOĞAY
Doç. Dr. Elvan ENDER ALTAY
Dr. Öğr. Üyesi Kadir İLHAN
Araş. Gör. Dr. Gamze BAYRAM

İletişim/Contact

Tel: 0224 294 14 07
Fax: 0 224 294 14 02
e-posta: zfdergisi@uludag.edu.tr
<http://dergipark.org.tr/bursauludagziraat>
<http://www.uludag.edu.tr/ziraatdergi>

Kapak - Sayfa Tasarım / Cover - Page Design

Bursa Uludağ Üniversitesi Basımevi
Bursa – 2019



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

Görükle Kampüsü 16059 Bursa/Türkiye

e-ISSN 2651-4044

<http://dergipark.org.tr/bursauludagziraat>

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

Cilt / Volume: 33

Sayı /Number: 1

Yıl/Year: 2019

Editörler Kurulu / Editorial Board

Baş Editor

Doç. Dr. Hakan ÇELİK

hcelik@uludag.edu.tr

Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa, TÜRKİYE

Editor

Doç. Dr. Tolga TİPİ

Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa, TÜRKİYE

Editor

Doç. Dr. Asuman CANSEV

Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa, TÜRKİYE

Editor

Doç. Dr. Hayrettin KUŞÇU

Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa, TÜRKİYE

Editor

Doç. Dr. Ekin SUCU

Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa, TÜRKİYE

Editor

Doç. Dr. Sine ÖZMEN TOĞAY

Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa, TÜRKİYE

Editor, page layout editor

Doç. Dr. Elvan ENDER ALTAY

Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa, TÜRKİYE

Editor

Dr. Öğretim Üyesi Kadir İLHAN

Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa, TÜRKİYE

Editor

Dr. Gamze BAYRAM

Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa, TÜRKİYE

Yazı İşleri Asistanları / Editorial Office Assistants

Doktora Öğrencisi Saliha DORAK

Yüksek Lisans Öğrencisi Ezgi KESKİN

Yüksek Lisans Öğrencisi Betül GÜMÜŞ



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

Görükle Kampüsü 16059 Bursa/Türkiye

e-ISSN 2651-4044

<http://dergipark.org.tr/bursauludagziraat>

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

Cilt / Volume: 33

Sayı /Number: 1

Yıl/Year: 2019

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

<http://dergipark.org.tr/bursauludagziraat>

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

Cilt / Volume: 33

Sayı / Number: 1

Yıl/Year: 2019

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. Gülge 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. Erdinç 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

<http://dergipark.org.tr/bursauludagziraat>

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

Cilt / Volume: 33

Sayı /Number: 1

Yıl/Year: 2019

BU SAYIDA HAKEMLİK YAPAN ÖĞRETİM ÜYELERİ
(Scientific Advisory Board)

(Alfabetik Sıraya Göre/Alphabetical Order)

Akbudak, Nuray	Bursa Uludağ Üniversitesi
Aktaş, Türkan	Namık Kemal Üniversitesi
Akyazı, Rana	Ordu Üniversitesi
Alibaş, İlknur	Bursa Uludağ Üniversitesi
Aşık, Barış Bülent	Bursa Uludağ Üniversitesi
Ay, Recep	Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi
Benal Öztekin, Yeşim	Samsun Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Çelik Çanga, Aysun	Bursa Uludağ Üniversitesi
Çıkılı, Yakup	Düzce Üniversitesi
Çobanoğlu, Sultan	Ankara Üniversitesi
Elmacı, Cengiz	Bursa Uludağ Üniversitesi
Ergin, Sergül	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Hayoğlu, İbrahim	Harran Üniversitesi
Hurma, Harun	Namık Kemal Üniversitesi
İlker, Emre	Ege Üniversitesi
İzli, Nazmi	Bursa Uludağ Üniversitesi
Kaptan, Mustafa Ali	Adnan Menderes Üniversitesi
Karaaslan, Sevil	Süleyman Demirel Üniversitesi
Kaya, Mehmet Demir	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Kayıoğlu, Birol	Namık Kemal Üniversitesi
Kızılsimşek, Mustafa	Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi
Konuşkan, Ömer	Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi
Konyalı, Sema	Namık Kemal Üniversitesi
Kökten, Kağan	Bingöl Üniversitesi
Öztürk, H.Hüseyin	Çukurova Üniversitesi
Pirselimoğlu Batman, Zeynep	Bursa Uludağ Üniversitesi
Polatçı, Hakan	Gaziosmanpaşa Üniversitesi
Sessiz, Abdullah	Dicle Üniversitesi
Sönmez, İlker	Akdeniz Üniversitesi
Turgut, İlhan	Bursa Uludağ Üniversitesi
Turhan, Şule	Bursa Uludağ Üniversitesi
Yahlı Kılıç, Melike	Bursa Uludağ Üniversitesi



İçindekiler / Contents

ARAŞTIRMA MAKALELERİ (Research Articles)

Knowledge Management System for Agriculture; A Case Study from Bursa Province

Tarımda Bilgi Sistemleri; Bursa İli Örneği

İsmail Bülent GÜRBÜZ, Fikret BAYAR.....1

Su Stresinin Sofralık Domatesin Verimi ve Fizyolojik Özellikleri Üzerine Etkileri

The Effects of Water Stress on the Yield and Physiological Properties of Table Tomato

Gökhan ÇAMOĞLU, Kürşad DEMİREL, Arda AKÇAL, Levent GENÇ.....15

Hatay İlinde Yakacak Olarak Kullanılan Pirina Briketinin Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi

Determination of Quality Characteristics of Olive Pomace Briquette Used as A Fuel in Hatay Province

Kadriye HATİPOĞLU, Cengiz KARACA31

Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Amfi Çatısının Güneş Elektriği Potansiyelinin Tahminlenmesi

Estimating Solar Electricity Potential of Uludag University Agricultural Faculty Lecture Theater Rooftop

Onur TAŞKIN, Ali VARDAR.....45

Tohum Uygulamalarının Soğan (*Allium cepa* L.) Tohumunun Bazı Fiziksel ve Mekanik Özelliklerine Etkisi

Effects of Seed Coating and Pelleting Applications on The Quality of Onion Seeds (*Allium cepa* L.)

Zeynep DUMANOĞLU, Bülent ÇAKMAK53

Kuru Kayıslarda Ferrik Oksit ve Ozon Gazı Uygulamalarının, Kuru Meyve Akarı *Carpoglyphus lactis* (L.) (Acari: Carpoglyphidae) Kaynaklı Mikrobiyal Bulaşma Yüküne ve Meyve Kalite Parametrelerine Etkisinin Belirlenmesi

Determination of the effect of ferric oxide and ozone gas applications on the fruit quality parameters and microbial contamination load caused by dried fruit mite, *Carpoglyphus lactis* (L.) (Acari: Carpoglyphidae) infestation

Ayşegül YILDIRIM KUMRAL, Vefa TURGU, Ece YILDIZ, Nabi Alper KUMRAL, Rabia Nur ÇEVİK, İlknur SEVİNÇ, Gamze KARAPAPAK,

Asude Nur YÜKSEL, Esra ERSÖZ67

Atdışı Mısır (*Zea mays indentata* Sturt.) Genotiplerinde Verim ve Verim Unsurlarının Genetik Analizi

Bayburt Genetically Analysis of Yield and Yield Components in Dent Corn Genotypes (*Zea mays indentata* Sturt.)

Elif ÖZDEMİR, Bayram SADE.....83

Derry x Yemsoy Soya (<i>Glycine max.</i> (L.) Merr.) Melezlerinin Bazı Tarımsal Özellikleri Üzerinde Araştırmalar Agricultural Characteristics of Derry X Yemsoy Soybean Hybrids Gözde ŞENBEK, Esvet AÇIKGÖZ	93
Kültür Mantarı Dilimlerinin Kurutulmasında Isı Pompalı Sisteminin Enerji Performansının İncelenmesi Investigation of Energy Performance of Heat Pump System in Drying of Mushroom Slices Cüneyt TUNÇKAL	101
Basic Design and Visual Perception in Landscape Architecture Education Peyzaj Mimarlığı Eğitiminde Temel Tasarım ve Görsel Algı Elmas ERDOĞAN, Osman ZEYBEK	113
Farklı Yöntemlerle Kurutulan Yeşil Zeytin Katkılı Cipslerin Kurutma Kinetiği ve Bazı Kalite Parametrelerinin İncelenmesi Investigation of Drying Kinetics and Some Quality Parameters of Green Olive Added Chips Dried with Different Methods Tuğçe HALİL, Canan Ece TAMER, Azime ÖZKAN KARABACAK	123
Farklı Kolza Genotiplerinin Güney Marmara Ekolojik Koşullarında Bazı Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi Determination of Some Yield and Quality Characteristics of Different Rapeseed Genotypes in Southern Marmara Ecological Conditions Cansu DOLGUN, Bilal ALPASLAN, Emre ŞENYİĞİT, Abdurrahim TANJU GÖKSOY, Mehmet SİNCİK	143
<u>DERLEMELER (Reviews)</u>	
Tarımda Su Kalitesi ve Su Kirliliğinin Önemi: Bursa Nilüfer Çayı Örneği The Importance of Water Quality and Water Pollution in Agriculture: Case of Nilüfer Creek in Bursa Saliha DORAK, Barış Bülent AŞIK, Gökhan ÖZSOY	155
Sürdürülebilir Atık Yönetiminde Sera Atıklarının Kompost Olarak Değerlendirilmesi Evaluation of Greenhouse Wastes as Compost in Sustainable Waste Management Melis ÇERÇİOĞLU	167
Genetiği Değiştirilmiş Tarım Ürünlerinin Küresel Düzeyde Olası Etkileri Possible Global Impacts of Genetically Modified Crops Seda YILMAZ ÇEBİ, Emine OLHAN	179



Knowledge Management System for Agriculture; A Case Study from Bursa Province

İsmail Bülent GÜRBÜZ^{1*}, Fikret BAYAR²

Abstract: Knowledge has been crucial to people throughout the history. Knowledge acquisition is a key to economic and social power. Agricultural sector exposed to various risks such as extreme weather conditions, diseases, price fluctuations and those risks may be manipulated by multiple factors at the same time. Awareness of such risk and uncertainties that cannot be explicitly predicted but may be prevented with adequate knowledge is invaluable to those who have stakes in the sector. Gaining the required knowledge, integrating new knowledge into the established agricultural practices and sustaining this knowledge is essential to meet ever increasing human needs and the country's economy "Agriculture Knowledge Systems" collects data about various factors; climate conditions, temperature changes, drought, rainfall, wind, diseases, soil type, productivity levels and presents this materials to all stakeholders under one roof. This study aims to explore "the Agriculture Knowledge Systems" that aims to provide the "reliable and timely" data enhance agricultural knowledge available in the sector. In addition to this, research aims to understand and analyse the extent which agricultural engineers are familiar with use of internet and information technology systems. The research conducted in Bursa Provincial Directorate of Food, Agriculture and Livestock. The primary data obtained from the questionnaires in 2018. All 115 agricultural engineers currently working in the Directorate were personally invited to fill out the questionnaire. Main purpose of this study is to determine the expert opinions about agricultural monitoring and information system (Tarbil) on evaluating the applications which conducted to assess the overview of the method. Based on the results on this study, it has been concluded that agricultural engineers in Bursa were

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

² Fikret BAYAR, Bursa Uludag Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Bursa, Türkiye, fikretbayarsamsun@gmail.com, [OrcID 0000-0002-1729-2439](https://orcid.org/0000-0002-1729-2439)

dominated by men and were categorically adults belonging to the age group of 41 to 50 years old. Most of the engineers work at the plant production department. Furthermore, it has been concluded that the internet daily time spent were very low, spending 1 to 2 hours per day. Internet usage for the engineers was perceived as networking.

Keywords: Agricultural engineer, agricultural monitoring, Bursa province, information systems, knowledge management, Tarbil.

Tarımda Bilgi Sistemleri; Bursa İli Örneği

Öz: Bilgi tarih boyunca insanlar tarafından memnuniyetle kabul görmüştür. Bilgi, yanında ekonomik yönden güçlü olmayı da getirmiştir. Tüm sektörlerdeki önemine ek olarak tarım kesiminde de bilgi, insanlar açısından büyük önem arz etmiştir. İnsanlık neredeyse var olduğundan beri tarımsal faaliyet sürdürülmektedir. Tarımın büyük özelliği risk ve belirsizliklerdir. Bu belirsizlikler çoğunlukla iklim koşullarına bağlı olmakla birlikte tek bir nedenle de açıklanamaz. Örneğin; verim iklim, hastalık konusunda bilgi sahibi olabilmek, bu kesimde yer alanlar için büyük öneme sahiptir. Bu açıdan bakıldığında doğru bilgiyi elde etmek, elde edilen bulguları tarım açısından uygulanabilir kılmak ve işleyişi düzenli kıl-mak, ulusal bazda önemli olduğu gibi insanoğlunun sınırsız ihtiyaçları karşılama açısından da önemli bir doyum yaratmaktadır. Bu çalışmada; ziraat için önemli veriler olan doğa, bitki hastalık ve zararlıları, toprak özellikleri ve hasat gibi birçok faktöre ait değerleri tek bir noktada toplayan ve bu değerlerden yararlanarak tarıma politikaları oluşturmayı amaçlayan tarım bilgi sistemini takdim ederek sağlayacağı faydalar hakkında bilgi ver-mektir. Çalışma, Bursa Tarım Gıda ve Hayvancılık Bakanlığı İl Müdürlüğünde çalışan tüm (115) Ziraat Mühendislerine 2018 yapılan anket çalışmasından oluşmaktadır. Çalışmayla hedeflenen, Türkiye'deki tarımsal izleme ve bilgi sistemleri (Tarbil) uygulamaları ile ilgili uzman görüşlerinin değerlendirilerek bu alanda çalışanların bilgi sistemlerine bakışını değerlendirmek amacıyla yapılmıştır. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, Bur-sa'daki ziraat mühendislerinin erkeklerin egemen olduğu ve kategorik olarak 41-50 yaş grubundaki yetişkinlere ait oldukları sonucuna varılmıştır. Bitkisel üretim en fazla istih-damın olduğu şubedir. Ayrıca, internette günlük harcanan zamanın 1-2 saat olduğu ve bunun da çoğunlukla sosyal medyada harcandığı saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Bilgi yönetimi, Bursa İli, Tarbil, tarımsal izleme ve bilgi sistemi, ziraat mühendisi.

Introduction

We are surrounded by knowledge; it is everywhere and is inescapable part of our everyday lives. Enhancement of technology eased access in such, we receive information/data form so many different channels. Some of this information is timely but most out-dated, some relevant but others require serious effort to justify, some from

valid reliable authorities but anyone has an access to internet may circulate information with no prior control. Therefore, while the amount of available and accessible of information increases, putting all necessary and relevant information together within the desired timescale poses threat to those in need of information. New challenge for the modern era is now to reach and utilise the right information for the right purpose. Acquisition and proper use of this knowledge will make the real difference in all areas especially in communication, art and science.

A man's greatest adventure of searching to discover the world around him never paused throughout the history: invention of the wheel in the primeval era, invention of gunpowder in the mediaeval times and cure to cancer in the contemporary age. This search has no end, quite opposite, it continuous with an accelerating rate. As organizations have become more complex and information more readily accessible, businesses have grown concerned with how to allow knowledge to flow freely and how to control and manage this vital flow of information and technology at the same time. For this reason, the concept of knowledge management has gained widespread acceptance and has become scientific approach.

There has been well established literature both on knowledge management and information management nationally and internationally. Nonaka (1994, 1995, 1996) talked about creating knowledge within the organisation and processing information to create that organisational knowledge. Barca (2003) emphasised the strategic importance of knowledge creation in a modern economy. Zaim stressed the increasing importance of knowledge management (2005) and gave examples of knowledge management practises from Turkey (2005). As early as early 1980's, Espeio (1980,1983) and Davis (1985) pointed out the relevance of information for company management and following years subject has been applied to many disciplines such as information and communication technology (ICT) and human productivity (Anell, 1995), ICT and social exclusion (Hull; 2003), ICT applications in public sector, (Öktem, 2004; Leblebici et al, 2003), ICT and Universities Kürşad et al (2005), and ICT use in agriculture (Vaněk et al, 2003; Lio at al 2006) are only few of these studies.

Tarbil fundamentally based on Geographical Information System (GIS). GIS was introduced almost 3 decades ago by Star and Estes (1990). Campbell and Masser (1992) studied GIS in Local Government analysing findings from Great Britain. Koç (1993) discussed the methods of data gained by using the system. 2000 onwards GIS widely used for urban planning by local municipals (Geymen and Yomralıoğlu 2006; Cengiz and Güney, 2011; Akdemir at al 2016), applied by various state departments and engineering studies. GIS has been increasingly used for Agriculture and Forestry research as well. GIS early use by Forestry engineers to record the land covered by forest and monitor the change patterns of (ormanlık alan). In agriculture Tuğaç and Torunlar (2002) attempted to set up a database of the land used for agricultural purposed by using GIS.

Determination of land soil properties (Sancan and Karaca, 2017; Özyazıcı et al, 2014; Doğan and Aslan 2013; Özşahin, 2013), usage (Aydoğdu et al, 2012) and soil conservation plans (Demir et al; 2011), mapping of agricultural lands (Başyiğit et al, 2008; Özgül,2003) and monitoring of changes over time (Genç et al, 2007), erosion estimates (Turan and Dengiz 2017; Sönmez et al 2013; Değerliyurt 2014), analysis of vegetation cover (Özyavuz, 2011), density (Doğan et al, 2013; 2014) and growing potentials of various fruits (Yarılgaç, 2012) and

crops (Delibaş et al, 2015; Peşkiricioğlu et al, 2013, 2016; Al Yaaqubi et al, 2011; Yerdelen et al, 2008; Güler et al, 2005), in the analysis of possible temperature and drought levels (Keskiner at al, 2016, Keskiner at 2011; Peşkiricioğlu et al, X, Arslan et al, 2014) and in the monitoring of underground and surface waters and quality levels (Arkoç, 2016; Gençoğlu and Uçan, 2016; Geymen, 2016; Kavurmacı ve Üstün 2016; Bağdatlı et al, 2014; Ergüven et al, 2012; Susam et al, 2006) studies have been done based on GIS. However, these studies are mostly provincial or regional based. There is no such study as there is no ICT system to cover farmers and all stakeholders in the whole country like Tarbil. There is no published scientific work on Tarbil yet.

Materials and Methods

This research aims to understand and analyse the extent which agricultural engineers are familiar with use of internet and information technology systems. The research conducted in Bursa Provincial Directorate of Food, Agriculture and Livestock. The primary data obtained from the questionnaires. All 115 agricultural engineers currently working in the Directorate were personally invited to fill out the questionnaire in 2018. The chi-square independence test was used in determining the engineer's tendency to use internet and the importance levels of factors were determined using the five point Likert scale. 5-point Likert scale analysis was administered to describe the level of problems encountered by the coconut smallholder farmers on coconut production. Respondents were ask to rate the given problems from 1 to 5 point where 1 = Strongly Disagree, 2 = Disagree, 3 = Undecided, 4 = Agree, and 5 =Strongly Agree. Percentage and frequency distributions were used frequency also as a supporting data.

The questions answered by participants were designed to elicit:

- Participants' familiarity with use of internet.
- Participants' information acquisition habits.
- How familiar are the participants with information management systems
- How familiar are the participants with Tarbil system.

Results and Discussion

Based on the results of this study, it has been concluded that agricultural engineers in Bursa were dominated by men and were categorically adults belonging to the age group of 41 to 50 years old. Most of the engineers work at the plant production department. Furthermore, it has been concluded that the internet daily time spent were very low, spending 1 to 2 hours per day. Internet usage for the engineers was perceived as networking.

Table 1. Descriptive profile of the correspondents

		Frequency	Percent
Age	20-30	4	3.5
	31-40	17	14.8
	41-50	54	47.0
	51-60	36	31.3
	61+	4	3.5
	Total	115	100.0
Sex	Men	69	60.0
	Women	46	40.0
	Total	115	100.0
Department	Land acquisition	2	1.7
	Plant production	44	38.3
	Food & animal Feed	22	19.1
	Animal health and Breeding	3	2.6
	Cooperatives and rural dev.	12	10.4
	Coordination and Statistics	15	13.0
	Agricultural Infrastructure	17	14.8
	Total	115	100.0
Daily times spent for internet	Less than 1 hour	12	10.4
	1-2	88	76.5
	2-4	11	9.6
	4-6	2	1.7
	6-8	1	0.9
	More than 8 hours	1	0.9
	Total	115	100.0
Purpose of using internet	Newspaper	11	9.6
	Magazine	8	7.0
	Networking	63	54.8
	Marketing	19	16.5
	Search for Information	5	4.3
	Free TV shows	7	6.1
	Online education	2	1.7
	Total	115	100.0

Internet Daily Time Usage vs. Age

One hundred fifteen agriculture engineers were surveyed about their daily time spent in the internet ($M = 2.09$, $SD = 0.695$) and their age ($M = 3.17$, $SD = 0.847$). A Pearson's r analysis revealed a moderate negative correlation ($r = -0.694$) between the daily time spent in the internet and the age of the respondents. On the other hand, it showed the correlation are statistically significant ($p < 0001$). This means that additional year of age of the respondents the daily time spent in the internet decrease by 0.694.

Table 2. Correlations analysis (Internet daily time usage vs. Age)

		Daily time spent for internet by Agriculture Engineers	Age groups of Agriculture Engineers
Daily time spent for internet by Agriculture Engineers	Pearson Correlation	1	-.694**
	Sig. (2-tailed)		.000
	N	115	115
Age groups of Agriculture Engineers	Pearson Correlation	-.694**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	
	N	115	115

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Internet Daily Time Usage vs. Sex

One hundred fifteen agriculture engineers were surveyed about their daily time spent in the internet ($M = 2.09$, $SD = 0.695$) and their sex ($M = 1.40$, $SD = 0.492$). A Pearson's r analysis revealed a weak positive correlation ($r = 0.026$) between the daily time spent in the internet and the sex of the respondents. On the other hand, it showed the correlation are statistically not significant ($p = 0.786$). This suggests that sex of the respondents has no influence on the daily time spent in the internet.

Table 3. Correlations analysis (Internet daily time usage vs. Sex)

		Daily time spent for internet by Agriculture Engineers	Sex
Daily time spent in internet by Agriculture Engineers	Pearson Correlation	1	.026
	Sig. (2-tailed)		.786
	N	115	115
Sex	Pearson Correlation	.026	1
	Sig. (2-tailed)	.786	
	N	115	115

Internet Daily Time Usage vs. Department

One hundred fifteen agriculture engineers were surveyed about their daily time spent in the internet ($M = 2.09$, $SD = 0.695$) and the department they belong ($M = 3.80$, $SD = 1.957$). A Pearson's r analysis revealed a moderate negative correlation ($r = -0.039$) between the daily time spent in the internet and the department of the respondents. Furthermore, it showed the correlation are statistically not significant ($p = 0.681$). It can be interpreted that the department of the agriculture engineers may influence their daily time spent in the internet. It was revealed in this study that majority of the respondents (38.3%) worked at the plant production department. It was further revealed in the cross-tabulation that among the respondents who works at plant productions, 72.7% of them spent 1 to 2 hours daily in the internet. This suggests a low internet usage of the internet per day.

Table 4. Correlations analysis (Internet daily time usage vs. Department)

		Daily time spent for internet by Agriculture Engineers	Department distribution of Agriculture Engineers in Bursa
Daily time spent for internet by Agriculture Engineers	Pearson Correlation	1	-.039
	Sig. (2-tailed)		.681
	N	115	115
Department distribution of Agriculture Engineers in Bursa	Pearson Correlation	-.039	1
	Sig. (2-tailed)	.681	
	N	115	115

Internet Daily Time Usage vs. Reason

One hundred fifteen agriculture engineers were surveyed about their daily time spent in the internet ($M = 2.09$, $SD = 0.695$) and their reason of using internet ($M = 3.24$, $SD = 1.254$). A Pearson's r analysis revealed a weak positive correlation ($r = 0.126$) between the variables. Furthermore, it showed the correlation are statistically not significant ($p = 0.178$).

Table 5. Cross tabulation analysis

			Daily time spent for internet by Agriculture Engineers					Total
			Less-1	1-2	2-4	4-6	6-8	
Department distribution of Agriculture Engineers in Bursa	Plant production	Count	3	32	6	2	1	44
		Expected Count	3.0	32.0	6.0	2.0	1.0	44.0
		Total	6.8	72.8	13.6	4.5	2.3	100.0

Table 6. Correlations analysis (Internet daily time usage vs. Reason)

		Daily time spent for internet by Agriculture Engineers	Why do you need internet
Daily time spent for internet by Agriculture Engineers	Pearson Correlation	1	.126
	Sig. (2-tailed)		.178
	N	115	115
Why do you need internet	Pearson Correlation	.126	1
	Sig. (2-tailed)	.178	
	N	115	115

The study revealed that 51.3% of the agriculture engineers agreed that the content or menu of Tarbil is sufficient to meet the needs of users (P1; $M = 3.765$, $SD = 1.187$). Only 3.5% were remained undecided. While 37.4% disagreed that Tarbil data is updated regularly (P2; $M = 2.565$, $SD = 0.992$), 3.5% strongly agreed on it. A vast majority of the agriculture engineers (60%) agreed that Tarbil contains necessary information (P3; $M=3.147$, $SD = 1.279$). While more than half of the agriculture engineers (51.3%) agreed that Tarbil data is sufficiently understandable (P4; $M = 3.739$, $SD = 0.918$), 13.9% disagreed the statement. 37.4% disagreed Tarbil can help the work matters of the agriculture engineers (P5; $M = 2.887$, $SD = 1.261$), however, 34.8% agreed

with it. 54.8% of the agriculture engineers did not agree that they can follow developments and events related to their profession (P6; $M = 2.365$, $SD = 1.126$). Only 4.3% remained undecided about the statement.

The study further revealed that while 38.3% of the agriculture engineers remained undecided whether farmers can use tools such as computer, tablet, and mobile phone to access the Tarbil (P7; $M = 2.982$, $SD = 0.898$), a small proportion of 2.6% strongly did not agree with the statement. The majority of 59.1% agreed that farmers have the internet access to enter and track data in Tarbil (P8; $M = 3.878$, $SD = 0.785$). On the other hand, 1.7% strongly did not agree with it. It was found that 53.9% did not agree that farmers are entering the data into the system correctly and regularly (P9; $M = 2.600$, $SD = 1.197$). While 29.6% agreed that the information Tarbil provides will be used in line with its purpose (P10; $M = 3.139$, $SD = 1.227$), 11.3% strongly did not agree with the statement. Almost 50% of the agriculture engineers did not agree that they will be less needed because of Tarbil (P11; $M = 2.565$, $SD = 0.965$). However, only 1.7% strongly agreed with it. 51.3% strongly did not believe that Tarbil would help agriculture engineers (P12; $M = 1.695$, $SD = 0.870$). On the other hand a small proportion of 0.9% strongly agreed with the statement.

Table 7. Likert analysis

	Strongly disagree (1)		Disagree (2)		Undecided (3)		Agree (4)		Strongly agree (5)		Mean	SD
	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%		
P1	9	7.8	13	11.3	4	3.5	59	51.3	30	26.1	3.765	1.187
P2	15	13.0	43	37.4	38	33.0	15	13.0	4	3.5	2.565	0.992
P3	22	19.1	16	13.9	4	3.5	69	60.0	4	3.5	3.147	1.279
P4	0	0	16	13.9	19	16.5	59	51.3	21	18.3	3.739	0.918
P5	15	13.0	43	37.4	7	6.1	40	34.8	10	8.7	2.887	1.261
P6	21	18.3	63	54.8	5	4.3	20	17.4	6	5.2	2.365	1.126
P7	3	2.6	34	29.6	44	38.3	30	26.1	4	3.5	2.982	0.898
P8	2	1.7	3	2.6	22	19.1	68	59.1	20	17.4	3.878	0.785
P9	14	12.2	62	53.9	5	4.3	24	20.9	10	8.7	2.600	1.197
P10	13	11.3	24	20.9	28	24.3	34	29.6	16	13.9	3.139	1.227
P11	10	8.7	57	49.6	23	20.0	23	20.0	2	1.7	2.565	0.965
P12	59	51.3	38	33.0	13	11.3	4	3.5	1	0.9	1.695	0.870

Conclusion

Based on the results on this study, it has been concluded that agricultural engineers in Bur-sa were dominated by men and were categorically adults belonging to the age group of 41 to 50 years old. Most of the engineers work at the plant production department. Further-more, it has been concluded that the internet daily time spent were very low, spending 1 to 2 hours per day. Internet usage for the engineers was perceived as networking.

The correlation analysis between the internet daily usage and age revealed to have a negative correlation and statistically significant. Hence, the additional year of age of the agricultural engineers' internet daily usage

decreases. On the other hand, the sex, department and reason of the engineers concluded to have no correlation with their internet daily us-age.

It has been further concluded that Tarbil's content and menu are sufficient to meet the needs of the users, it contains necessary information, its data were sufficiently understand-able, and the information that Tarbil's provides are useful in line with its purpose. Moreo-ver, it has been also concluded that Tarbil's data are accessible to enter and track data by the users, particularly farmers. It is highly recommended that Tarbil system should be updated regularly and the data should be sufficient and available in any electronic devices such as tablets, mobile phones, and computers so that the system will be accessible to any users, particularly farmers. Trainings and orientations for the farmers should be provided on how to benefit the Tarbil system. Most of all further research on this subject are highly encouraged.

References

- Akdemir, İ.O., Çağlıyan, A. ve Dağlı, D. 2015. Kentsel Planlamada Coğrafi Bilgi: Elazığ uygulaması. Harput Araştırmaları Dergisi . 2(1): 53 – 76.
- Alsancak, S. B., Peşkirioğlu, M., Torunlar, H., Özaydın K., Mermer, A., Kader, S., Tuğaç M., Aydoğmuş, O., Emekliler, Y., Yıldırım, Y ve Kodal S. 2015. Türkiye’de üzüm (Vitis spp.) yetiştirmeye uygun potansiyel alanların coğrafi bilgi sistemleri (CBS) teknikleri kullanılarak belirlenmesi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi. 24(1): 56 – 64.
- Al-Yaaqubi, S.J. ve Al-Yaaqubi, S.Y.J. 2011. Uzaktan algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri kullanılarak Güney Cezire Sulama Projesi’nde pamuk üretimi için arazinin değerlendirilmesi. Marmara Coğrafya Dergisi. (24): 72 – 98.
- Anell, B. 1995. “Information technology and human productivity: A humanist perspective.” People, Technology and Productivity: New Visions and Strategies for the Next Century, Proceedings Volume II, Ninth World Productivity Congress- İstanbul, Ankara: MPM, 1311-9.
- Arkoç, A. 2016. Doğu Trakya Bölgesi’nde yeraltı suyu kalitesinin araştırılması amacıyla Coğrafi Bilgi Sistemi yardımı ile su kalite indeksi uygulaması. Jeoloji Mühendisliği Dergisi. 40(2): 189 – 208.
- Arslan, O., Önder, H.H. ve Özdemir, G. 2014. Aydeniz yöntemi ve Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Antalya'daki aksu sulama alanı için kuraklık analizi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 1(2): 109 – 115.
- Aydoğdu, M., Özdemir, Ş., Dedeoğlu, F. ve Mermer, A. 2012. Coğrafi Bilgi Sistemleri Ve uzaktan algılama teknikleri kullanılarak Ankara İli Yenimahalle İlçesindeki tarım Alanlarının amaç dışı kullanımının belirlenmesi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi. 21(2): 57 – 64.
- Bağdatlı, M.C., İstanbulluoğlu, A, ve Bayar, A.N. 2014. Toprak ve su kaynakları potansiyelinin Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yardımıyla belirlenmesi: Tekirdağ - Çerkezköy İlçesi uygulaması. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi 14(1): 17 – 25.

- Barca, M. 2002. Yeni ekonomide bilgi yönetiminin stratejik önemi. Modern Yönetim Yaklaşımları. Ed. Dalay İ., Coşkun R., Altunışık R., İstanbul: Beta Yay.
- Başığit, L., Şenol, H. ve Müjdecı, M. 2008. Isparta ili meyve yetiştirme potansiyeli yüksek alanların bazı toprak özelliklerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri ile haritalanması. SDÜ Ziraat Fakültesi Dergisi. 9(2): 1 – 10.
- Campbell, H. and Masser, I. 1992. GIS in local government: some findings from Great Britain. Int. J. Geographical Information Systems, 6 (6): 529-546.
- Cengiz, A.E. ve Güney, Y. 2011. Yapı projelerinin yönetiminde Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) uygulamaları. Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi. 3 (2): 38 – 52.
- Davis, G. and Olsun, M. 1985. Management Information Systems, 2nd Edn. McGraw-Hill, New York.
- Değerliyurt, M. (2014). Coğrafi Bilgi Sistemleri kullanılarak orman yangınlarının erozyona etkisinin belirlenmesi, Amanos Dağları örneği. Marmara Coğrafya Dergisi. 0(29).
- Delibaş, L., Bağdatlı, C. ve Danışman, A. 2015. Topoğrafya ve bazı toprak özelliklerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ortamında analiz edilerek ceviz yetiştiriciliğine uygun alanların belirlenmesi: Tekirdağ İli Merkez Köyleri Örneği. Gümüşhane Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. 5 (1): 50 – 59.
- Diñer, A. 2014. Bilgi çağında işletmeler açısından bilgi yönetimi ve stratejik Önemi. (“Knowledge Management in the knowledge age and its strategic importance for companies”). XVI. Akademik Bilişim Konferansı Bildirileri Mersin Üniversitesi 2014, 631-637., (Yayın No:2599129).
- Doğan, H.M. and Aslan, S. 2013. Aşağı Kelkit Havzası'nın bazı toprak özelliklerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri ve uzaktan algılama ile haritalanması. Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi, 25 – 33.
- Doğan, H.M., Kılıç, O.M. ve Yılmaz, D.S. 2014. Tokat ili bitki yoğunluk sınıflarının LANDSAT-7 ETM+ uydu görüntüleri ve Coğrafi Bilgi Sistemleri ile araştırılması, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 2014 (1): 46 – 53.
- Ergüven, G.Ö. ve Şener, M. 2012. Coğrafi Bilgi Sistemlerinden faydalanarak Hayrabolu sulama şebekesi bilgi JOTAF / Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi. 9(2): 75 – 81.
- Espeio, R. 1980. Information and management: the cybernetics of a small company. In The Information Systems Environment (H. LUCAS, Ed.). North-Holland, Amsterdam.
- Espeio, R. 1983. Management and information; the complementarity control-autonomy. Cybernet. & Syst. Int. J. 14: 85-102.
- Genç, L., Bostancı, Y. B. ve Genç, L. 2007. TROİA Milli Parkı arazi kullanım ve bitki örtüsü değişiminin uzaktan algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemi yardımıyla belirlenmesi. JOTAF / Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi. 4(1): 27 – 41.
- Gençoğlu, M. ve Uçan, K. 2016. Kırıkhan sulama birliği alanında Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) kullanılarak haritalanan taban suyu gözlemlerinin değerlendirilmesi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 30(1): 33 – 46.

- Geymen, A. 2016. Coğrafi Bilgi Sistemleri kullanılarak su havzalarındaki doğal kaynakların izlenmesi: Elmalı Havzası örneği. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi. 19(2): 174 – 180.
- Geymen, A. ve Yomralıoğlu, T. 2006. Yerel Yönetimler İçin Devingen Yapılı Bir Kent Bilgi Sistemi Yazılımının Geliştirilmesi: DEVKBS”, YvKB'06-Yapı ve Kentte Bilişim Kongresi, 8-9 Haziran, s.49-60, Ankara.
- Güler, M., Kara, T. ve Dok, M. 2005. Orta Karadeniz Bölgesi'nde potansiyel kanola (*Brassica napus* L.) üretim alanlarının belirlenmesinde Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) tekniklerinin kullanımı. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi. 20(1): 44 – 49.
- Hull, B. 2003. ICT and social exclusion: The role of libraries. Telematics and Informatics. 20: 131-142.
- Kavurmacı, M. ve Üstün, A. 2016. Çok kriterli karar verme analizi ve Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) kullanılarak su kalitesinin değerlendirilmesi. Journal Of Agriculture and Nature. 19(2): 208 – 220.
- Keskiner, A. Çetin, M. Uçan, M. ve Şimşek M, 2016, Coğrafi Bilgi Sistemleri ortamında standardize yağış indeksi yöntemiyle olasılıklı meteorolojik kuraklık analizi: Seyhan Havzası mrneği. Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi. 31 (2):79 – 90.
- Keskiner, A. İbrikçi, T. ve Çetin, M. 2011. Yapay sinir ağlarıyla Coğrafi Bilgi Sistemi ortamında olasılıklı sıcaklık tahmini ve karşılaştırılması. Tarım Bilimleri Dergisi. 17(3).
- Koç, A. 1993. Coğrafi Bilgi Sistemlerinde veriler ve elde ediliş yöntemleri. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi. 43(1-2): 117 – 134.
- Kürşad, Y. ve Horzum, M.B. 2005. “Küreselleşme, Bilgi Teknolojileri ve Üniversite”, Eğitim Fakültesi Dergisi, 6(10): 103-121. Youtie, Jan, Philip Shapira and Greg Laudeman 2007, “Supply, Demand and ICT- Based Services: A Local Level Perspective”, Telecommunications Policy, 31: 347-358.
- Leblebici, D.N., Öktem, M.K. ve Aydın, M.D. 2003. “Türkiye’de kamu kesiminde bilgi teknolojileri uygulamaları ve E-Bürokrasi: örgütsel dönüşüm üzerindeki etkiler”, Kamu Yönetiminde Kalite 3. Ulusal Kongresi, Ankara: TODAİE, 501-12.
- Leblebici, D.N., Öktem, M.K., Aydın, M.D. ve Pekgözlü, İ. 2003. “Bilgi teknolojileri ve polis bilgi sistemlerinin etkililiği üzerine bir değerlendirme”, 1. Polis Bilişim Sempozyumu, Ankara: Emniyet Genel Müdürlüğü, 309-13.
- Lio M. and Liu M.C. 2006. ICT and agricultural productivity: evidence from cross-country data. Agricultural Economics, 34: 221–28.
- Nonaka, I. 1994. A dynamic theory of organizational knowledge creation”. Organization Science, 5(1): 14-37.
- Nonaka I. and Takeuchi H. 1995, The knowledge creating company, Oxford University Pres, Oxford.
- Nonaka, I., Umemoto, K. ve Senoo, D. 1996. “From information Processing to Knowledge creation,” Technology in Society, Vol.18, No.2.

- Nonaka, I. 1998. The knowledge creating company. Harvard Business Review on Knowledge Management, USA: Harvard Business School Press.
- Öktem, M.K. 2004. Bilgi teknolojileri ve kamu yönetimi, Kamu Yönetimi: Gelişimi ve Güncel Sorunları içinde (der.) M. K. Öktem ve U. Ömürgönülşen, Ankara: İmaj Yayınları, 139-186.
- Özgül, M. 2003. Uzaktan algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri ile arazi kullanım haritalarının hazırlanması. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 34 (3).
- Özşahin, E. 2013. Gönen Çayı Deltası'nın toprak özelliklerinin coğrafi açıdan değerlendirilmesi. EKEV Akademi Dergisi. 57(57): 233 – 246.
- Özyavuz, M. 2011. Bitki örtüsünün ekolojik şartlarının Coğrafi Bilgi Sistemleri ve uzaktan algılama teknikleri ile analizi, Ganos (Işıklar) Dağı, Tekirdağ. JOTAF / Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi. 8(2): 37 – 47.
- Özyazıcı, M.A., Dengiz, O. ve İmamoğlu, A. 2014. Siirt İli bazı arazi ve toprak özelliklerinin Coğrafi Bilgi Sistem analizleriyle değerlendirilmesi. Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi. 1(2): 128 – 137.
- Peşkircioğlu, M., Özaydın, K.A, Özpınar, H., Nadaroğlu Y, Aytaç-Cankurtaran, G. Ünal, S. ve Şimşek, O. 2016. Bitkilerin sıcağa ve soğuğa dayanıklılık bölgelerinin Türkiye ölçeğinde Coğrafi Bilgi Sistemleri ile haritalanması. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi. 11 – 25.
- Peşkircioğlu, M, Torunlar, H. Alsancak Sırlı, B. Özaydın, K. Mermer, A. Şahin, M. Tuğaç. M, Aydoğmuş, O. Emeklier, Y. Yıldırım, Y. ve Kodal, S. 2013. Türkiye'de çeltik (*Oryza sativa* L.) yetiştirmeye uygun potansiyel alanların Coğrafi Bilgi Sistem teknikleri İle belirlenmesi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi. 22 (1): 20 – 25.
- Sancan, M. ve Karaca, S. 2017. Van- Erciş ilçesi Bayramlı köyü bağ alanlarının bazı toprak özelliklerinin belirlenmesi ve Coğrafi Bilgi Sistemleri ile haritalanması, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi. 5(2), 55 – 62.
- Sönmez, M.E., Çelik, M.A. ve Seven, M. 2013. Coğrafi Bilgi Sistemleri ve uzaktan algılama yardımıyla Kilis Merkez İlçesinin erozyon risk alanlarının belirlenmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi. 10(1): 1 – 21.
- Sönmez, N.K., Sarı, M. ve Aksoy, E. 2007. Uzaktan algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri kullanılarak sürdürülebilir arazi yönetimi ve toprak koruma planının oluşturulması: Antalya-Alanya örneği. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 20(1): 11 - 22.
- Star, J. and Estes, J. 1990. Geographical information systems: an introduction. Prentice-Hall, New Jersey.
- Susam, T., Karaman, S. ve Öztekin, T. 2006. Yüzey suları Coğrafi Bilgi Sistemi; Tokat İli örneği. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 2006 (1).
- Tuğaç, M. ve Torunlar, H. 2002. Coğrafi Bilgi Sistemi teknikleri kullanarak tarımsal amaçlı veri tabanı oluşturulması ve arazi kullanım planlaması yapılması. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi. 11(1-2).

- Turan İ.D. ve Dengiz, O. 2017. Coğrafi Bilgi Sistemi, uzaktan algılama ve istatistik yaklaşımlar kullanarak çok kriterli değerlendirme İle erozyon risk belirlenmesi. örnek çalışma; Ankara-Güvenç Havzası. Tarım Bilimleri Dergisi. 23(3).
- Vaněk, J. and Jarolímek, J. 2003. ICT in agrarian sector of the CR. Agricultural Economics – Czech, 49: 540–542.
- Yarılgaç, T. 2012. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin (CBS) meyve yetiştiriciliğinde kullanımı. Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi. 2(1), 71 – 80.
- Yerdelen, A., Mermer, A., Dedeoğlu, F., Yıldız, H., Kaya, Y., Süzer, S ve Özal, M.B. 2008. Edirne ilinde ürün deseninin Coğrafi Bilgi Sistemleri ve uzaktan algılama yöntemleri kullanılarak belirlenmesi ve ayçiçeği verim tahmini. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi. 17(1-2).
- Zaim, H. 2005. Bilginin artan önemi ve bilgi yönetimi. İşaret Yayınları, İstanbul.
- Zaim, H. 2005. “Türkiye’de bilgi yönetimi uygulamaları”, Sosyal Siyaset Konferansları, Sayı 50, ss. 761–783.



Su Stresinin Sofralık Domatesin Verimi ve Fizyolojik Özellikleri Üzerine Etkileri^A

Gökhan ÇAMOĞLU^{1*}, Kürşad DEMİREL², Arda AKÇAL³, Levent GENÇ⁴

Öz: Bu çalışmada, sofralık domateste su stresinin verime, bitki su tüketimine, sulama randımanlarına [su kullanım randımanı (WUE) ve sulama suyu kullanım randımanı (IWUE)] ve fizyolojik özelliklere (stoma iletkenliği, yaprak su potansiyeli, yaprak oransal su içeriği ve klorofil) etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma, 2017 yılında Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Dardanos Araştırma ve Uygulama Çiftliği'nde yürütülmüştür. Deneme, toprakta eksilen nemin tarla kapasitesine tamamlandığı tam sulama (kontrol) ve üç su stresi düzeyi (kontrol uygulamasına verilen suyun %25, %50 ve %75'i) olmak üzere toplam dört uygulamadan oluşturulmuştur. Çalışma sonucunda, su stresine bağlı olarak verim ve fizyolojik özelliklerde önemli düzeyde azalmalar meydana gelmiştir. Bitki su tüketimi ve verim değerleri uygulamalara göre sırasıyla 348-869 mm ve 22.7-72.2 t ha⁻¹ arasında değişmiştir. En yüksek randıman değerleri (WUE, IWUE) %50 oranında su kısıtının yapıldığı uygulamadan elde edilmiştir. Ölçülen fizyolojik özellikler ile verim azalması arasındaki belirtme katsayıları (R²) 0.47-0.94 arasında değişmiştir. Çalışmanın sonucu olarak, sofralık domates yetiştiriciliğinde su stresinin bitkiyi olumsuz etkilediği ve fizyolojik özellikler kullanılarak olası verim azalmasının yüksek doğrulukla tahmin edilebileceği söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Bitki su tüketimi, Çanakkale, domates, sulama, su kısıtı.

^A Bu çalışma Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri FHD-2017-1190 no'lu proje kapsamında desteklenmiştir.

* Sorumlu yazar/Corresponding Author: ¹ Gökhan 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)

² Kürşad DEMİREL, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Çanakkale, Türkiye, kdemirel@comu.edu.tr, [OrcID 0000-0002-2029-5884](https://orcid.org/0000-0002-2029-5884)

³ Arda AKÇAL, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Çanakkale, Türkiye, aakcal@comu.edu.tr, [OrcID 0000-0002-0426-0745](https://orcid.org/0000-0002-0426-0745)

⁴ Levent GENÇ, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, Çanakkale, Türkiye, leventgc@comu.edu.tr, [OrcID 0000-0002-0074-0987](https://orcid.org/0000-0002-0074-0987)

Atıf/Citation: Çamoğlu, G., Demirel, K., Akçal, A. ve Genç, L. 2019. Su Stresinin Sofralık Domatesin Verimi ve Fizyolojik Özellikleri Üzerine Etkileri. *Bursa Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 33 (1), 15-30.

The Effects of Water Stress on the Yield and Physiological Properties of Table Tomato

Abstract: In this study, it was aimed to determine the effects of water stress on evapotranspiration, irrigation efficiency [(water use efficiency (WUE) and irrigation water use efficiency (IWUE)) and physiological traits (stomatal conductance, leaf water potential, leaf relative water content and chlorophyll)] in table tomato. The study was conducted in Dardanos Research and Application Farm, Faculty of Agriculture, Canakkale Onsekiz Mart University in 2017. The experiment consisted of four treatments: these are full irrigation (control) which is completed to field capacity of the soil and three water stress levels (25%, 50% and 75% of the water given to the control treatment). As a result of the study, the yield and physiological traits decreased significantly depending on the water stress. Evapotranspiration and yield values varied between 348-869 mm and 22.7-72.2 tha^{-1} , respectively. The highest efficiencies (WUE, IWUE) were obtained from the 50% water deficit. The coefficient of determination (R^2) values between physiological traits and yield reduction ranged from 0.47 to 0.94. Consequently, it can be said that the plant was negatively affected by water stress in table tomato cultivation and the possible reduction in yield can be estimated with high accuracy using physiological traits.

Keywords: Çanakkale, evapotranspiration, irrigation, tomato, water deficit.

Giriş

Dünyada sebze üretimi 1.087 milyar ton olup, Türkiye 28.4 milyon ton ile 4. sırada yer almaktadır (Yanmaz ve ark., 2015). Türkiye’de üretimi yapılan sebzeler arasında domates 12.6 milyon ton ile ilk sırada yer alıp dünya üretimindeki payı ise %7.2’dir. Çanakkale ili için oldukça önemli bir yeri olan domates, 548 bin ton üretimi ile ülke üretiminin %5’ini kapsayarak 4. sırada yer almaktadır (TUİK, 2015).

Su stresi özellikle kurak ve yarı kurak iklim koşullarına sahip bölgelerde bitkinin büyümesini kısıtlayan en önemli çevresel etmenlerden birisidir. Su stresi altında bitkilerin fizyolojik durumları zamanla bozulmaya başlar ve yaprak oransal su içeriği, yaprak su potansiyeli, stoma iletkenliği, fotosentez aktivitesi ve klorofil miktarı gibi özellikleri azalır (Kacar ve ark., 2009). Bu nedenle, söz konusu fizyolojik özellikler, bitkinin stres durumunu belirlemede kullanılabilecek önemli göstergeler olmaktadır.

Bitkilerin su stresine maruz kalmamaları ve buna bağlı olarak verim kaybı yaşamaması için toprakta optimum düzeyde nemin sürekli bulunması oldukça önemlidir. Özellikle yazın ve havanın sıcak olduğu günlerde bitkiden ve topraktan hızlı bir şekilde su kaybı olmakta ve stres gözle görülebilir duruma gelmeden önce bitkilerde zararlar oluşabilmektedir. Bu durumda geri dönülemez verim ve kalite kayıpları oluşabilmektedir. Sulama yönetiminde, bitki su stresini saptamaya yönelik yapılan fizyolojik ölçümlerin, toprak nemi ölçümlerine oranla daha iyi bir gösterge olduğu belirtilmektedir (Ul ve ark., 1997). Bu nedenle, bitkinin stres durumunun anlaşılmasında ve olası verim azalmalarının önlenmesinde fizyolojik durum izlenebilmektedir. Su kaynağının kıt

olduğu kurak ve yarı kurak bölgelerde suyun etkin kullanımı açısından sulamanın doğru bir şekilde yapılmasına olan ihtiyaç, araştırmacıları sulama programlamasında yeni teknolojilerin geliştirilmesi yönünde teşvik etmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda, sulama programlanmasında bitkiye dayalı yöntemlerin önemli bir potansiyele sahip olduğu ortaya konmuş, bu amaca yönelik olarak yaprak su potansiyeli, taç sıcaklığı, özsu akışı ve gövde çapı gibi ölçümlerin hassas bir sulama planlaması için kullanılabileceği belirtilmiştir (Fernandez ve Cuevas, 2010). Kırnak ve Kaya (2004), domateste su kullanımı ve sulama suyu uygulamalarındaki azalmaya bağlı olarak bitkisel özelliklerinde, yaprak oransal su içeriğinde ve kuru biyomas değerlerinde önemli derecede azalmalar olduğunu bildirmişlerdir. Giuliani ve ark. (2018), domateste stoma iletkenliğinin su kısıtı yapılmayan uygulamalarda daha yüksek olduğunu ve bu nedenle stresin belirlenmesinde kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Bu çalışmada, su stresinin domatesin verimine, bitki su tüketimine, su kullanım randımanına, sulama suyu kullanım randımanına ve fizyolojik özelliklerine (yaprak oransal su içeriği, yaprak su potansiyeli, stoma iletkenliği ve klorofil okumaları) etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca, domatesin olası verim azalmasının fizyolojik ölçümler ile tahmin edilmesine yönelik regresyon eşitlikleri de oluşturulmuştur.

Materyal ve Yöntem

Araştırma Alanı ve Deneme Deseni

Çalışma, 2017 yılında, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dardanos Araştırma ve Uygulama Çiftliği'nde tarla koşullarında yürütülmüştür. Araştırmada, bitki materyali olarak sofralık domates (*Lycopersicon esculentum* L. cv Full F1) bitkisi kullanılmış ve sulaması damla sulama sistemiyle yapılmıştır.

Denemeye başlamadan önce toprağın fiziksel özellikleri belirlenmiştir (Çizelge 1). Sulama suyunun EC değeri 1.3 dS m⁻¹ ve pH değeri ise 7.9 olarak ölçülmüştür. Deneme, tesadüf blokları deneme desenine göre 4 sulama uygulaması 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Ele alınan uygulamalar Çizelge 2'de verilmiştir. Domates fideleri, sıra arası 100 cm ve sıra üzeri 66 cm olacak şekilde 24 Mayıs 2017 tarihinde dikilmiştir. Her parselde 4 bitki sırası ve her bitki sırasında 10 adet bitki yerleştirilmiştir. Uygulamaların olası etkileşimini ortadan kaldırmak amacıyla parsel aralarına da domates dikilmiştir. Ölçümlerin tümü ortadaki iki bitki sırasında yapılmıştır. Araştırmada kullanılan damla sulama sistemi; pompa, kontrol birimi, ana ve yan borular, su sayaçları, lateraller ve basınç düzenleyicili damlatıcılardan oluşmuştur.

Çizelge 1. Deneme alanı topraklarının bazı fiziksel analiz sonuçları

Toprak derinliği (cm)	Bünye sınıfı	Hacim ağırlığı (gr cm ⁻³)	Tarla kapasitesi		Solma noktası		Kullanılabilir su tutma kapasitesi	
			Pv (%)	d (mm)	Pv (%)	d (mm)	Pv (%)	d (mm)
0-30	SL	1.49	34.9	104.7	23.9	71.7	11.0	33.0
30-60	SL	1.53	33.9	101.7	21.6	64.8	12.3	36.9
60-90	SL	1.58	34.9	104.7	21.3	63.9	13.7	40.8
Toplam (0-90 cm)				311.1		200.4		110.7

Çizelge 2. Denemede ele alınan sulama uygulamaları

Uygulama	Açıklama
I-100	0-90 cm toprak derinliğindeki kullanılabilir nemin %40±5'i tüketildiğinde eksilen nemin tarla kapasitesine tamamlanması (kontrol)
I-75	I-100 uygulamasında tüketilen suyun %75'i
I-50	I-100 uygulamasında tüketilen suyun %50'si
I-25	I-100 uygulamasında tüketilen suyun %25'i

Tarımsal İşlemler

Dikimden önce toprak işlemeye uygun duruma geldiğinde pullukla sürüm yapılmış ve ardından rotatiller ile sürülerek dikime hazır duruma getirilmiştir. Toprak analiz sonuçlarına göre dikimle birlikte damla sulama sisteminde yer alan venturi gübreleme sistemiyle ilk gübreleme (Dekara 5 kg AquaDrip 20-20-20-TE) yapılmıştır. Diğer gübreleme işlemleri çiçeklenme ve hasat dönemleri arasında (5 kg da⁻¹ olmak üzere üç kez daha) yapılmıştır. Tüm yetiştirme periyodu boyunca ortaya çıkan yabancı otlarla mücadele elle, frezeyle ve herbisit uygulanarak yapılmıştır. Ortaya çıkan/çıkabilecek diğer hastalık ve zararlılarla mücadelede ise kükürt ve insektisit kullanılmıştır.

Sulama Suyu Miktarının ve Bitki Su Tüketiminin Belirlenmesi

Uygulamalara verilen sulama suyu miktarının belirlenmesinde toprak nem sensörleri (DECAGON 10HS) kullanılmıştır. Dielektrik prensibine göre çalışan bu sensörlerden elde edilen verilerin kaydedilmesinde veri kaydediciler (DECAGON EM50) kullanılmıştır. Sensörler, I-100 uygulamasının her bir tekrüründe toprağın 0-30 cm 30-60 cm ve 60-90 cm katmanlarına yerleştirilmiştir. Deneme başlamadan önce sensörler mevcut toprak koşullarına göre kalibre edilmiş ve kalibrasyon sonucunda elde edilen değerlere göre nem değerleri belirlenmiştir. Bu değerlerden yararlanılarak uygulamalara verilecek sulama suyu miktarları Eşitlik 1 yardımıyla hesaplanmıştır. Hesaplanan sulama suyu miktarları tüm parsellerin başına yerleştirilen su sayacı yardımıyla kontrollü olarak verilmiştir.

$$I = KSTK \times R_y \times P \times A \quad (1)$$

Eşitlikte; I: Sulama suyu miktarı (litre), KSTK: 90 cm toprak derinliğindeki kullanılabilir su tutma kapasitesi (mm), R_y: KSTK'nın tüketilmesine izin verilen kısmı (%40±5), P: Örtü yüzdesi (en az %30 alınmıştır), A: Parsel alanı (m²)

Bitki su tüketimi, her bir uygulama için su bütçesine göre Eşitlik 2 kullanılarak hesaplanmıştır (James, 1988). Nem değişimi I-100 uygulamasında toprak nem sensörlerinden, diğer uygulamalarda ise gravimetrik yöntemle belirlenmiştir. Etkili bitki kök derinliği 90 cm alınmış (Güngör ve ark., 1996), damla sulama ile sulandığı ve tarla kapasitesinin üzerinde su verilmeyeceği için yüzey akış ve derine sızma ihmal edilmiştir.

$$ET = I + P - D \pm R \pm \Delta S \quad (2)$$

Eşitlikte; ET: Bitki su tüketimi (mm), I: Sulama suyu (mm), P: Yağış (mm), D: Derine sızma (mm), R: Yüzey akış (mm), ΔS: İki örnekleme arasındaki nem değişimi (mm)

Verim ve Su Kullanım Randımanları

Her sulama uygulamasına ait parsellerde her parselin kenar etkisi olarak dikilen sıraları hariç tutularak, ortadaki iki sırada hasat olgunluğuna gelen domatesler toplanıp ağırlıkları kaydedilmiştir. Elde edilen değerler hasat edilen parsel alanı dikkate alınarak verim ton ha⁻¹ olarak hesaplanmıştır.

Uygulamalara ilişkin su kullanım randımanı (WUE) ve sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) sırasıyla Eşitlik 3 ve 4 yardımıyla hesaplanmıştır (Howell ve ark., 1990).

$$WUE = Y / ET \times 100 \quad (3)$$

$$IWUE = Y / I \times 100 \quad (4)$$

Eşitliklerde, Y: Sulu koşullarda alınan verim (kg), ET: Bitki su tüketimi (mm), I: Uygulanan sulama suyu miktarı (mm).

Fizyolojik Ölçümler

Tüm fizyolojik ölçümlere dikimden sonraki 43. günde (DSG₄₃) başlanılmış ve DSG₁₁₃'de bitirilmiştir. Ölçümlerin tümü her iki sulamada bir ve sulama öncesinde yapılmıştır.

Stoma İletkenliği

Stoma iletkenliği, difüzyon yaprak porometresi (Decagon SC-1) ile ölçülmüştür. Söz konusu ölçümler, saat 11.00-14.00 arasında, her tekerrürde rastgele seçilen 3 bitkinin güneş gören ve olgunluğunu tamamlamış birer yaprağında yapılmıştır.

Klorofil Okumaları

Yapraktaki klorofil içeriğinin göstergesi olarak kullanılan klorofil okumaları, taşınabilir ve bitkiye zarar vermeden ölçüm yapabilen bir klorofilmetre (Fieldscout CM 1000) yardımıyla yapılmıştır. Klorofil ölçüm aralığı 700-840 nm arasında ve birimsizdir. Işıklılık indeksi (Brightness Indeks) 0-9 arasındadır. Ölçümlerde bu değer 4-5 arasında tutulmuştur. Ölçümler, her bir bitkinin üç farklı yaprağından aynı yaprakta üçer kez ölçüm almak suretiyle yapılmıştır.

Yaprak Su Potansiyeli

Yaprak su potansiyeli (YSP), basınç odası aleti (PMS Model 1000) yardımıyla her bir tekerrürde 3 farklı bitkiden alınan sürgünlerde ölçülmüştür. Ölçümde bitkinin söz konusu dönemdeki tam gelişmiş güneş gören kısımları kullanılmıştır. Söz konusu ölçümler gün ortasında yapılmıştır (Shackel, 2000).

Yaprak Oransal Su İçeriği

Yaprak oransal su içeriği (YOSİ) değerlerini belirlemek için 13.00-14.00 saatleri arasında her tekerrürden üç farklı bitkiden gelişimini tamamlamış üç yaprak örneği alınmıştır. Örneklerin alınmasından hemen sonra deneme alanında bulunan kapalı alanda taze ağırlıkları tartılmıştır. Örnekler daha sonra 24 saat süre ile saf su içinde bekletilerek su ile sature edilmiş ve saturasyon işleminden sonra yine tartım yapılarak, 70 °C sabit ısıya ayarlanmış etüvde 24 saat kurutulup son tartım yapılmıştır.

Yaprak oransal su içeriği değerleri Eşitlik 5 (Ackley, 1954; Smart ve Bingham, 1974) yardımıyla hesaplanmıştır.

$$YOSİ = \frac{YA - KA}{TA - KA} \times 100 \quad (5)$$

Eşitlikte;

YOSİ: Yaprak oransal su içeriği (%), YA: Yaş ağırlık (mg), KA: 70 °C sıcaklıkta 24 saat bekletme sonrasındaki kuru ağırlık (mg), TA: 24 saat saf su içerisinde bekletilerek elde edilen turgor ağırlık (mg).

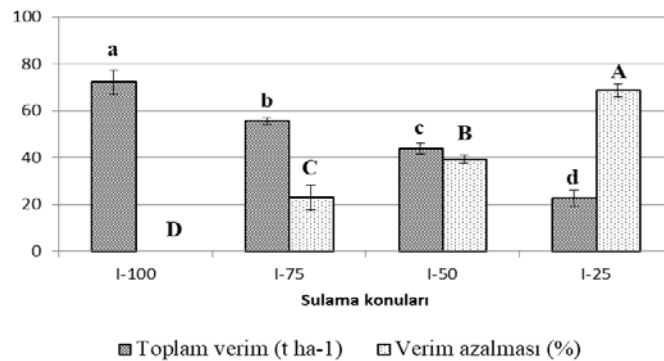
İstatistiksel Analiz

Denemede gerçekleştirilen uygulamaların sonucunda elde edilen veriler arasındaki farkın önemli olup olmadığı (p=0.05) tek yönlü varyans analizi (One-Way ANOVA) ile belirlenmiştir. Farkın önemli olması durumunda, uygulamalar arasındaki farklılığı belirlemek için Duncan testi kullanılmıştır. Fizyolojik özellikler ile verim azalması arasındaki ilişkilerin belirlenmesi için tek değişkenli regresyon analizi yapılmıştır. Tüm istatistiksel değerlendirmeler SPSS 20.0 paket programı yardımıyla yapılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Domates Verimi

Domates hasadı DSG₈₈'de başlamış ve DSG₁₅₄'de son hasat yapılarak deneme sonlandırılmıştır. Elde edilen toplam verim değerleri ve uygulamalara ilişkin Duncan sınıfları Şekil 1'de gösterilmiştir. Şekildeki küçük harfler verimdeki değişimleri, büyük harfler ise verim azalmasındaki değişimleri göstermektedir.



Şekil 1: Uygulamalara göre verim değerlerinin ve verim azalmasının değişimi

Domatesin verim değerleri 22.7 t ha⁻¹ ile 72.2 t ha⁻¹ arasında değişmiş olup söz konusu değerler sırasıyla I-25 ve I-100 uygulamalarında elde edilmiştir. Aynı yıl yetiştiriciliği yapılan sofralık domatesin ülkemiz ortalaması 71.17 t ha⁻¹, Çanakkale ortalaması da 70.79 t ha⁻¹ olarak elde edilmiştir (Anonim, 2017). Elde edilen bu veriler ile çalışmadaki I-100 uygulamasından elde edilen verim değerleri birbirine oldukça yakındır. Domateste sulama-verim konularında yapılan çalışmalarda; Evren ve İstanbulluoğlu (1995), Iğdırda 73.91 t ha⁻¹, Kuscı ve ark. (2014a), Bursada 30.2-110.7 t ha⁻¹ bulmuşlardır. Farklı illerde yapılan sonuçlar da benzerlik göstermektedir. Çanakkale ilinde yapılmış çalışmalarda; Yavuz ve ark. (2007), salçalık domateste yaptıkları çalışmada, verim değerleri sulama uygulamalarına bağlı olarak 49.90 t ha⁻¹ ile 96.36 t ha⁻¹ arasında bulmuşlardır. Yıldırım ve Bahar (2017), farklı dikim aralıklarında 57.5-95.3 t ha⁻¹ arasında elde etmişlerdir. Elde edilen bu verim değerlerinin daha yüksek olma nedeninin, özellikle araştırmacıların kullandıkları çeşitten ve farklı dikim aralıklarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Uygulamalara ilişkin verim değerlerinin tümü istatistiksel olarak birbirinden farklı gruplarda yer almıştır. Uygulamalara göre verim azalması sırasıyla %23, %39 ve %69 olmuş ve aralarındaki farklar istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. Elde edilen bu veriler, su stresinin domates verimini önemli düzeyde etkilediğini göstermektedir. Nitekim Patane ve ark. (2011) domateste yaptıkları çalışmada da, verilen sulama suyundaki azalışa bağlı olarak verim azalmasının %2.9 ile %82.9 arasında olduğunu bildirmişlerdir.

Sulama Suyu Miktarı ve Bitki Su Tüketimi

Uygulamalara göre verilen toplam sulama suyu miktarı (TSSM), mevsimlik bitki su tüketimi (mevsimlik ET), su kullanım randımanı (WUE) ve sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) değerleri Çizelge 3'de gösterilmiştir. Yetiştirme periyodu boyunca sulama uygulamalarına göre 277 mm ile 819 mm arasında değişen oranlarda sulama suyu uygulanmıştır. Yıldırım ve Bahar (2017), Çanakkale ilinde farklı dikim sıklığında domatese uygulanan toplam sulama suyu miktarının 470.4-950.4 mm arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Farklı yörelerde yapılan çalışmalarda, uygulanan toplam sulama su miktarının, Kırnak ve Kaya (2004) Şanlıurfa'da 465-920 mm, Özbahçe ve Tarı (2009) Konya'da 426-623 mm olduğunu bildirmişlerdir. Uygulanan sulama suyu miktarına bağlı olarak mevsimlik ET değerleri 348-869 mm arasında değişmiştir. Çanakkale ilinde domates bitkisinin su ihtiyacının belirlenmesine yönelik yapılan bir çalışmada, en yüksek verimin elde edildiği uygulamanın bitki su tüketimi 919 mm olarak bulunmuştur (Yavuz ve ark., 2007). Mevsimlik bitki su tüketimi; Evren ve İstanbulluoğlu (1995) Iğdır'da 802 mm, Kuscı ve ark. (2014b) da Bursa'da 375-596 mm olarak hesaplamışlardır. Çalışmadan elde edilen sulama suyu ve bitki su tüketimi değerleri diğer çalışmalar ile benzerlik göstermektedir. Bazı çalışmalarda (Özbahçe ve Tarı, 2009; Kuscı ve ark. 2014b) elde edilen farklı sonuçların domates bitkisinin çeşidinden, iklim koşullarından ve sulama uygulamalarından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 3. Uygulamalara göre TSSM, mevsimlik ET, WUE ve IWUE değerleri

Uygulama	TSSM (mm)	Mevsimlik ET (mm)	WUE (kg m ⁻³)	IWUE (kg m ⁻³)
I-100	819	869	8.3	8.8
I-75	638	694	7.8	8.5
I-50	457	520	8.4	9.6
I-25	277	348	6.5	8.2

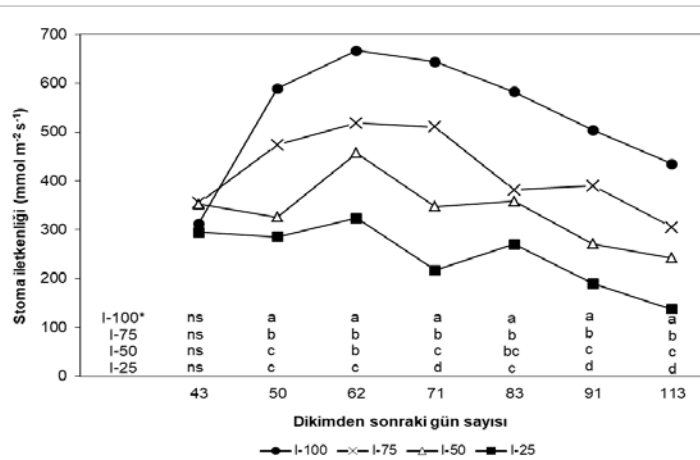
Domatesin WUE ve IWUE değerleri, sırasıyla 6.5-8.3 kg m⁻³ ve 8.2-9.6 kg m⁻³ arasında değişmiş olup her iki parametrede de en yüksek değerler I-50 uygulamasında elde edilmiştir. Bu durumda, söz konusu uygulamada bitkilerin tükettiği suyun ve uygulanan sulama suyunun verime dönüşme kabiliyetinin diğer uygulamalara göre daha yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Yavuz ve ark. (2007) tarafından aynı alanda yapılan çalışmada, salçalık domateste de az sulanan uygulamalardan daha yüksek WUE ve IWUE değerleri elde etmişlerdir. Bununla beraber, Çanakkale ilinde yapılan diğer bir çalışmada, Yıldırım ve Bahar (2017) WUE değerlerinin 7.31-8.65 kg m⁻³ arasında değiştiğini bildirmişlerdir. İtalya’da yarı-kurak Akdeniz iklimi koşullarında yapılan bir çalışmada, uygulamalara göre 44.6 mm ile 380.8 mm arasında değişen oranlarda sulama suyu uygulamışlar ve IWUE değerlerini 10.45-22.99 kg m⁻³ arasında elde etmişlerdir (Patane ve ark., 2011). Kuscı ve ark. (2014b), Bursa ilinde domates ile yaptıkları çalışmada, WUE ve IWUE değerleri sırasıyla, 7.2-18.3 kg m⁻³ ile 8.2-27.5 kg m⁻³ arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Fizyolojik Özellikler

Çalışmada, deneme süresince domates bitkisine ilişkin fizyolojik özelliklerden stoma iletkenliği, yaprak su potansiyeli, yaprak oransal su içeriği ve klorofil değerleri ölçülmüştür.

Stoma İletkenliği

Yetiştirme periyodu boyunca uygulamalara göre domates bitkisine ilişkin stoma iletkenliği değerleri ile uygulamaların Duncan sınıfları Şekil 2’de verilmiştir.

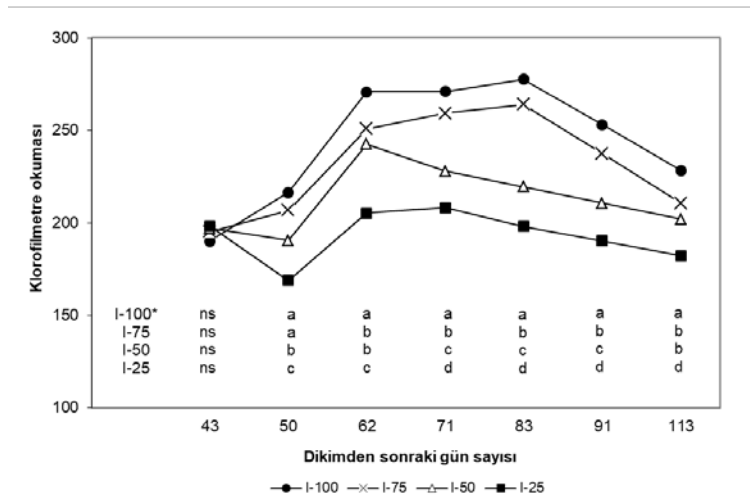


Şekil 2. Sulama uygulamalarına göre stoma iletkenliği değerlerinin değişimi

Yetiştirme periyodu boyunca ölçülen stoma iletkenliği değerleri uygulamalara göre $137 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ile $667 \text{ mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ arasında değişmiş olup en yüksek değer I-100, en düşük değerler ise I-25 uygulamasından elde edilmiştir. Du ve ark. (2018) ve Giuliani ve ark. (2018) su stresi uygulanan domates bitkisinde stoma iletkenliğinin önemli oranda düştüğünü bildirmişlerdir. Deneme başlangıcından itibaren stoma iletkenliği değerleri genel olarak tüm uygulamalarda yükselmiş, DSG_{62} 'den sonra hasada kadar tekrar azalma eğilimi göstermiştir (Şekil 2). Bu durum, söz konusu günden sonra, domates bitkisinin topraktan aldığı suyu daha çok meyve oluşumu için harcaması şeklinde yorumlanabilir. Dikimden sonraki ilk ölçümde (DSG_{43}), su stresi uygulamasına henüz başlanmadığı için uygulamalar arasında istatistiksel bir fark oluşmazken, sonraki tüm ölçümlerde stresin artışına bağlı olarak uygulamalar arasında belirgin bir farklılık meydana gelmiştir.

Klorofil Okumaları

Domates yapraklarındaki klorofil içeriğinin bir göstergesi olarak ölçülen klorofil okumaları uygulamalara göre 169 ile 278 arasında değişmiştir. Su stresinin artışına bağlı olarak klorofil değerleri de önemli oranda düşmüştür. Demirel ve ark. (2010) karpuzda yaptıkları çalışmada klorofil okumaları ile verilen sulama suyu miktarı arasında doğrusal bir ilişki olduğunu ve klorofilmetreyi kullanarak su stresinin gözlenebileceğini belirtmişlerdir. Stoma iletkenliği değerlerinde olduğu gibi klorofil okumalarında da benzer bir seyir gözlenmiştir. İlk ölçümde sulama uygulamalarına yapraklarda henüz klorofil parçalanma sürecine girmediği için bitkiler arasında su stresi meydana gelmemiş ve uygulamalar arasında istatistiksel bir fark oluşmamıştır. İlerleyen ölçümlerde uygulamalar arasındaki farklılıklar artmış ve tam sulanan I-100, diğer uygulamalardan istatistiksel olarak farklı grupta yer almıştır.

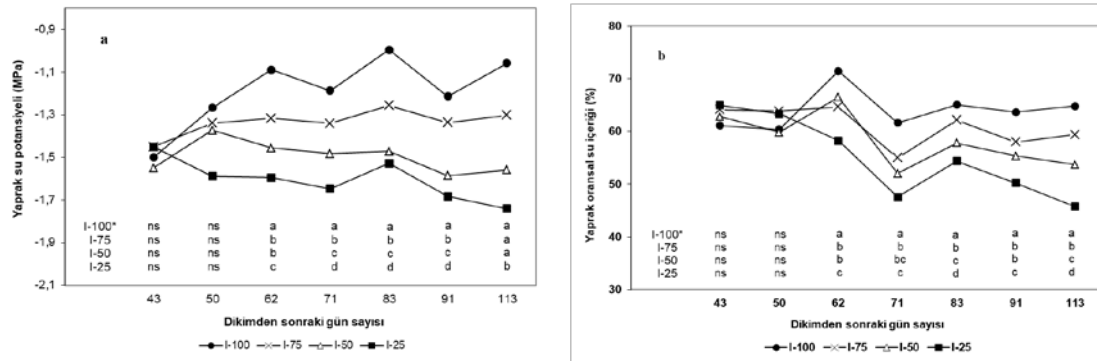


Şekil 3. Sulama uygulamalarına göre klorofil okumalarının değişimi

Yaprak Su Potansiyeli ve Yaprak Oransal Su İçeriği

Yetiştirme periyodu boyunca uygulamalara göre domates bitkisine ilişkin yaprak su potansiyeli (YSP) ve yaprak oransal su içeriği (YOSİ) değerleri ile uygulamaların Duncan sınıfları Şekil 4’de verilmiştir.

Yapraktaki su durumunun göstergesi olarak belirlenen YSP ve YOSİ değerleri en yüksek I-100 uygulamasında elde edilirken, en düşük değerler I-25 uygulamasından elde edilmiştir. Yetiştirme dönemi boyunca ölçülen YSP değerleri uygulamalara göre -1.74 MPa ile -0.99 MPa arasında değişmiştir. Nardella ve ark. (2008) domateste üç farklı sulama düzeyi (%100, %75 ve %50) uyguladıkları çalışmalarında, ölçüm zamanına ve uygulanan uygulamalara göre YSP değerlerini -1.04 ile -0.19 arasında bulmuşlardır.



Şekil 4. Sulama uygulamalarına göre YSP (a) ve YOSİ (b) değerlerinin değişimi

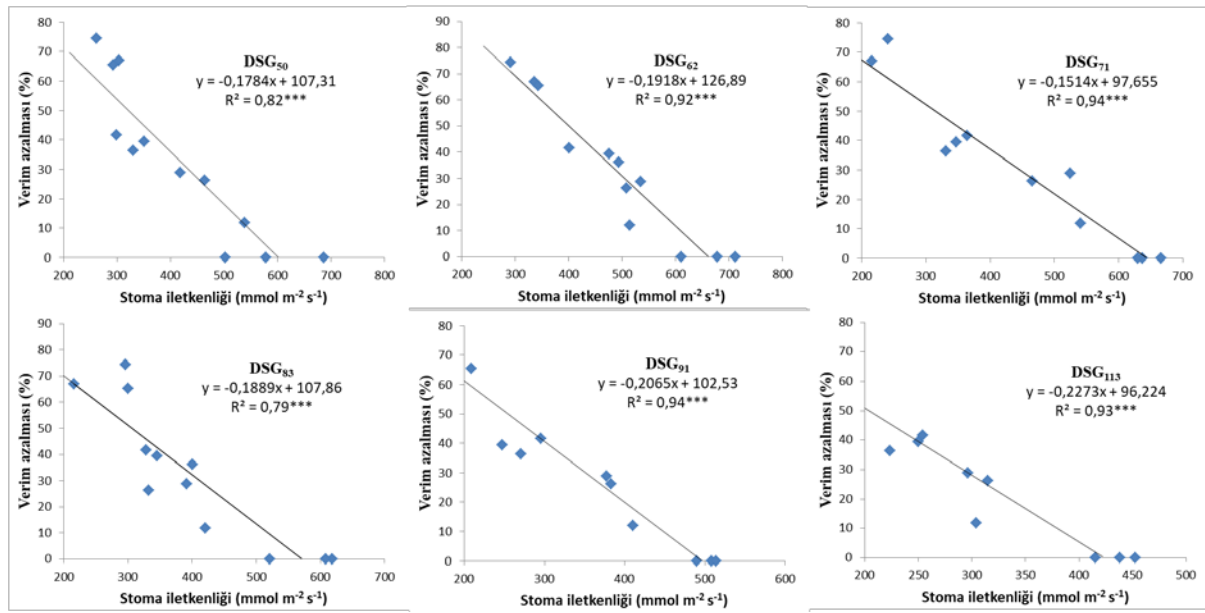
YOSİ değerleri uygulamalara göre %48 ile %71 arasında değişmiştir. Uygulamaların YSP ve YOSİ değerlerinin her ikisi de DSG_{50} 'den sonra farklılaşmıştır. Sonraki ölçümlerin tümünde su stresi uygulanan bitkilerin yapraklarındaki su düzeyleri önemli düzeyde azalmış ve azalma istatistiksel olarak farklı olmuştur. Domateste su stresine bağlı olarak hem YSP hem de YOSİ değerlerinin önemli düzeyde düştüğü Du ve ark. (2018) tarafından yapılan çalışmada da bildirilmiştir. Mastrorilli ve ark. (2010) domateste su stresinin YSP değerini önemli oranda azalttığını belirtmiş ve stoma iletkenliği ile YSP arasındaki regresyon katsayısını 0.79 olarak bulmuşlardır. Kırnak ve Kaya (2004), domateste farklı sulama seviyeleri altında YOSİ değerlerini %70.5-95.2 arasında değiştiğini bildirmiştir. Alp ve Kabay (2017), farklı domates çeşitlerine uygulanan su stresinin YOSİ değerlerini %3.7-67.9 oranında azalttığını belirtmişlerdir. Demirel ve ark. (2010) Çanakkale ilinde başka bir bitkide (karpuz) yaptıkları çalışmada da su stresindeki artışa bağlı olarak yapraktaki su miktarının önemli düzeyde düştüğünü bildirmişlerdir.

Fizyolojik Özellikler ile Verim Azalması Arasındaki İlişkiler

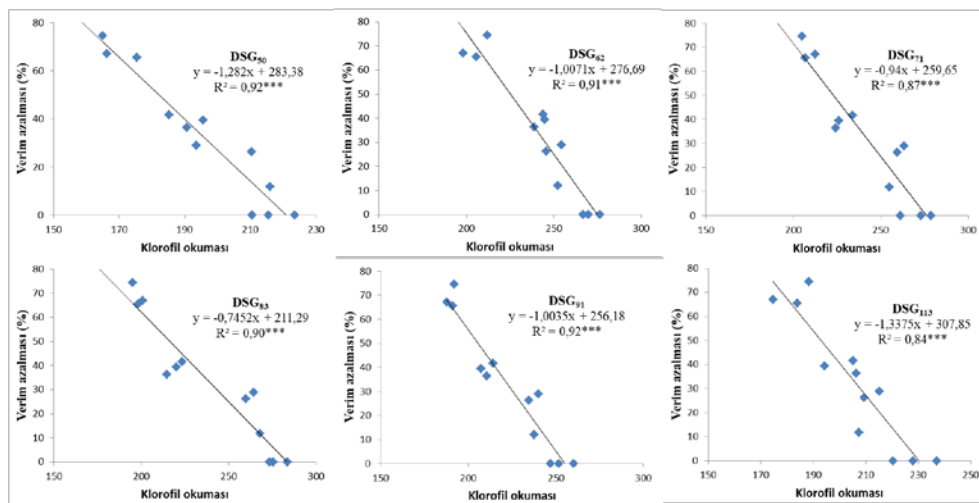
Verim azalması ile fizyolojik özellikler arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla, her bir ölçüm için belirlenen stoma iletkenliği, klorofil okuması, yaprak su potansiyeli ve yaprak oransal su içeriği değerlerine karşılık verim azalmasının tahmin edilmesine yönelik yapılan regresyon analizleri sırasıyla Şekil 5, 6, 7 ve 8’de verilmiştir.

Stoma iletkenliği ile verim azalması arasındaki regresyon analizi sonuçlarına göre elde edilen R^2 değerleri 0.79 ile 0.92 arasında değişmiş olup tüm ölçüm zamanları için %0.1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Şekil 5). En

düşük değer DSG₈₃'de elde edilirken, en yüksek değer DSG₇₁ ve DSG₉₁'de bulunmuştur. Klorofil okuması için R² değerleri 0.84 (DSG₁₁₃) ile 0.92 (DSG₅₀ ve DSG₉₁) arasında değişmiştir (Şekil 6). Elde edilen tüm R² değerleri p<0.001 düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Çamoğlu ve ark. (2012) Çanakkale'de mısırdaki yaptıkları çalışmada klorofil okumaları ile verim arasındaki R² değerlerini büyüme dönemlerine bağlı olarak 0.79 ile 0.95 arasında bulmuşlardır. Demirel ve ark. (2009) ise yine aynı bölgede karpuz için söz konusu değerleri 0.91 ile 0.94 arasında olduğunu bildirmişlerdir.

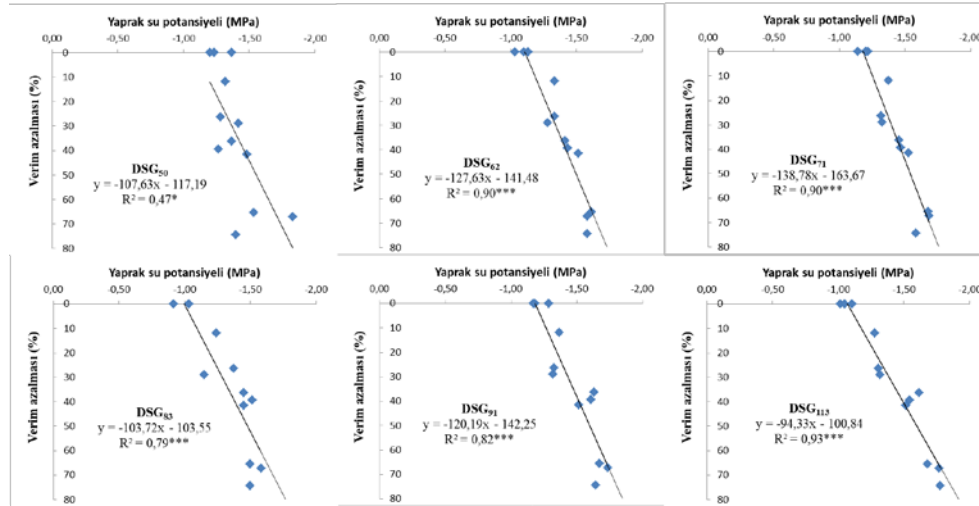


Şekil 5. Stoma iletkenliği ile verim azalması arasındaki regresyon analizleri

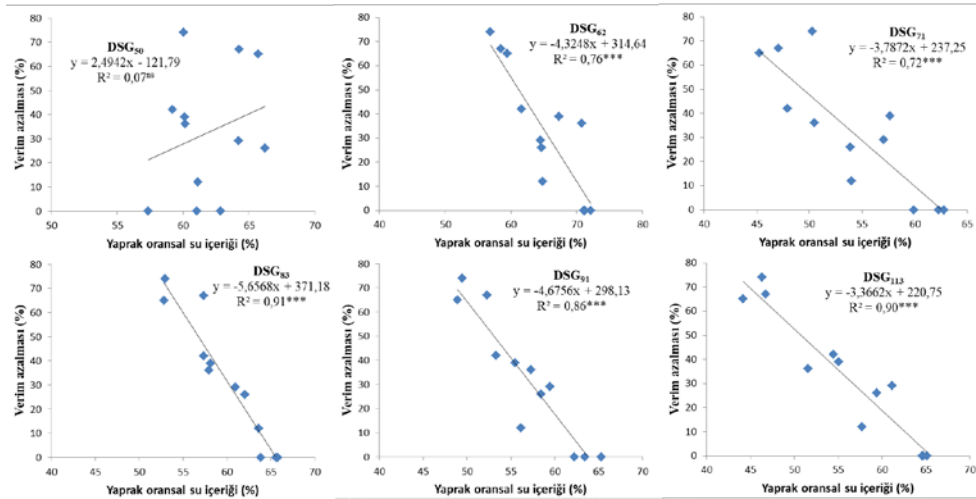


Şekil 6. Klorofil okuması ile verim azalması arasındaki regresyon analizleri

Yaprak su potansiyeli ile verim azalması arasındaki R^2 değerleri 0.47 ile 0.93 arasında değişmiş olup söz konusu değerler sırasıyla ilk ve son ölçüm günlerinde elde edilmiştir (Şekil 7). DSG_{50} 'deki R^2 değeri %5 düzeyinde önemli çıkarken diğer ölçümlerin tümünde %0.1 seviyesinde önemli bulunmuştur. Yaprak oransal su içeriğinde R^2 değerleri ilk ölçümde önemsiz bulunmuş ancak söz konusu değerler sonraki ölçümlerde yükselmiş ve %0.1 düzeyinde önemli olmuştur (Şekil 8). Özellikle DSG_{83} ve sonrasında yapılan yaprak oransal su içeriği ölçümlerinin verim azalmasını belirlemede daha başarılı olduğu söylenebilir.



Şekil 7. Yaprak su potansiyeli ile verim azalması arasındaki regresyon analizleri



Şekil 8. Yaprak oransal su içeriği ile verim azalması arasındaki regresyon analizleri

Verim azalmasının doğru tespiti için her bir ölçüm gününü ayrı değerlendirilmek gerekmektedir. Buna göre her bir ölçüm gününde elde edilen en yüksek R^2 değerleri göz önüne alındığında; DSG_{50} , DSG_{62} , DSG_{71} ve

DSG₉₁'de stoma iletkenliği; DSG₈₃'de yaprak oransal su içeriği ve DSG₁₃'de stoma iletkenliği veya yaprak su potansiyeli ölçülerek verim azalımı daha doğru tahmin edilebilir.

Sonuç

Bu çalışmada, domateste bir kontrol ve üç farklı su kısıtı uygulamasının verime, su kullanım randımanlarına ve fizyolojik özelliklere etkileri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda, su stresi düzeyi arttıkça verimde önemli azalmalar meydana gelmiştir. Bu nedenle, Çanakkale koşullarında yetiştirilen domates bitkisinde, herhangi bir su stresi yaşanmadan bitkinin ihtiyacı olan su miktarının tam olarak karşılanması gerektiği söylenebilir. Söz konusu koşulda, bitkinin mevsimlik su tüketimi 869 mm olarak hesaplanmıştır. En yüksek su kullanım randımanı ve sulama suyu kullanım randımanı %50 oranında su kısıtının yapıldığı uygulamadan konudan elde edilmiştir. Fizyolojik özelliklerden stoma iletkenliği, klorofil okumaları, yaprak su potansiyeli ve yaprak oransal su içeriği değerleri su stresine bağlı olarak önemli düzeyde azalmıştır. Ölçülen bu fizyolojik özellikler ile verim azalması arasında oldukça önemli ilişkiler bulunmuş ve elde edilen eşitlikler ile olası verim azalmasının başarılı bir şekilde belirlenebileceği ortaya çıkmıştır.

Kaynakça

- Ackley, W.B. 1954. Water contents and water deficits of leaves of bartlett pear trees on the two rootstocks P. Communis and P. Serotina, Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 64(1): 181-185.
- Anonim 2017. Çanakkale İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü, 2017 Yılı Brifing Raporu. <https://canakkale.tarim.gov.tr/Menu/13/Brifingler> (Erişim tarihi: 02.06.2018).
- Çamoğlu, G., Genç, L. ve Aşık, Ş. 2012. Su stresi koşullarında klorofil okumalarıyla mısırın verim ve biyokütle tahmini. II. Ulusal Sulama ve Tarımsal Yapılar Sempozyumu, 24-25 Mayıs, İzmir, Türkiye, s:791-795.
- Demirel, K., Genc, L., Camoglu, G., Sacan, M., Asar, B. and Asik, S. 2009. Estimation of yield and some quality parameters by chlorophyll readings for watermelon. 2nd International Conference Research People and Actual Tasks on Multidisciplinary Sciences 10–12 June, Lozenec, Bulgaria, p:243-247.
- Demirel, K., Genç, L., Çamoğlu, G. ve Aşık, Ş. 2010. Karpuz bitkisinde yaprak su içeriği ve klorofil okumalarından yararlanarak su stresinin belirlenmesi. *Namık Kemal Üni. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*. 7(3): 155-162.
- Du, Q., Zhang, D., Jiao, X., Song, X. and Li, J. 2018. Effects of atmospheric and soil water status on photosynthesis and growth in tomato. *Plant Soil Environ*. 64(1): 13-19.
- Evren, S. ve İstanbulluoğlu, A. 1995. Iğdır ovasında domates su gereksinimi. Köy Hiz. Gen. Müd. Erzurum Araş. Ens., Genel Yayın No:41(37) Erzurum.
- Fernandez, J.E. and Cuevas, M.V. 2010. Irrigation scheduling from stem diameter variations: A Review. *Agricultural and Forest Meteorology*. 150(2): 135-151.

- Howell, T.A., Cuenca, R.H. and Solomon, K.H. 1990. Crop yield response management of farm irrigation systems. In: Hofman, G.J., et al. (Eds.), Management of Farm Irrigation Systems. ASAE, St. Joseph, Michigan, 311-312p.
- Giuliani, M.M., Carucci, F., Nardella, E., Francavilla, M., Ricciardi, L., Lotti, C. and Gatta, G. 2018. Combined effects of deficit irrigation and strobilurin application on gas exchange, yield and water use efficiency in tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Scientia Horticulturae*. 233: 149-158.
- Güngör, Y., Erözel, A.Z. ve Yıldırım, O. 1996. Sulama, Ankara Üniv. Ziraat. Fak. Ders Kitabı:424, Yayın No:1443, 25-26.
- James, L.G. 1988. *Principles of Farm Irrigation Systems Design*, John Wiley and Sons, New York. 543p.
- Kacar, B., Katkat, A.V. ve Öztürk, Ş., 2009. *Bitki Fizyolojisi*. Nobel Yayın Dağıtım. 563s.
- Kırnak, H. and Kaya, C. 2004. Determination of irrigation scheduling of drip irrigated tomato using pan-evaporation in Harran plain. *Gaziosmanpaşa Üniv. Ziraat Fakültesi Dergisi*. 21(1): 43-50.
- Kuscu, H., Turhan, A. and Demir, A.O. 2014a. The response of processing tomato to deficit irrigation at various phenological stages in a sub-humid environment. *Agricultural Water Management*. 133: 92-103.
- Kuscu, H., Turhan, A., Ozmen, N., Aydinol, P. and Demir, A.O. 2014b. Optimizing levels of water and nitrogen applied through drip irrigation for yield, quality, and water productivity of processing tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) *Hort. Environ. Biotechnol*. 55(2): 103-114.
- Mastrorilli, M., Campi, P., Palumbo, A.D. and Modugno, F., 2010. Ground-based remote sensing for assessing tomato water-status. *Italian Journal of Agronomy*. 5(2): 177-183.
- Nardella, E., Giuliani, M.M., Gatta, G., Tarantino, E. and De Caro, A. 2008. Irrigation scheduling in processing tomato crop cultivated in Southern Italy: the role of physiological parameters. *Italian Journal of Agronomy*. 3(3): 685-686.
- Özbahçe, A. and Tari, A.F. 2009. Effects of different emitter spaces and irrigation levels on yield and yield components of processing tomato. *Gaziosmanpaşa Üniv. Ziraat Fakültesi Dergisi*. 26(2): 63-70.
- Patane, C., Tringali, S. and Sortino, O. 2011. Effects of deficit irrigation on biomass, yield, water productivity and fruit quality of processing tomato under semi-arid mediterranean climate conditions. *Scientia Horticulturae*. 129(4): 590-596.
- Shackel, K. 2000. The Pressure Chamber, a.k.a. "the bomb". University of California Fruit & Nut Research and Information Center website. <http://fruitsandnuts.ucdavis.edu/pressure-chamber.html>.
- Singandhupe, R.B., Rao, G.G.S.N., Patil, N.G. and Brahmanand, P.S. 2003. Fertigation studies and irrigation scheduling in drip irrigation system in tomato crop (*Lycopersicon esculentum* L.). *Europ. J. Agronomy*. 19(2): 327-340.
- Smart, R.E. and Bingham, G.E. 1974. Rapid estimates of relative water content. *Plant Physiol*. 53(2): 258-260.
- TÜİK (2015). Türkiye İstatistik Kurumu, Bitkisel Üretim İstatistikleri, Ankara. <https://biruni.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul> (Erişim tarihi:27.02.2017).

- Ul, M.A., Anaç, S., Dorsan, F., Kapar, A. ve Kukul, Y. 1997. Farklı sulama suyu tuzluluk ve potasyumlu gübre düzeylerinin satsuma mandarini yaprak su potansiyeli üzerine etkileri, 6. Ulusal Kültürteknik Kongresi, 5-8 Haziran, Kirazlıyayla-Bursa, s:489-497.
- Yanmaz, R., Duman, İ., Yaralı, F., Demir, K., Sarıkamış, G., Sarı, N., Balkaya, A., Kaymak, H.Ç., Akan, S. ve Özalp, R. 2015. Sebze üretiminde değişimler ve yeni arayışlar. Türkiye Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik kongresi, 12-16 Ocak, Ankara, s:579-605.
- Yavuz, M., Yıldırım, M., Camoglu, G. and Erken, O. 2007. Effect of different irrigation levels on yield, water use efficiency and some quality parameters of tomato. *The Phillippine Agricultural Scientist*. 90(4): 283-288.
- Yıldırım, M. and Bahar, E. 2017. Water and radiation use-efficiencies of tomato (*Lycopersicum Esculentum* L.) at three different planting densities in open field. *Mediterranean Agricultural Sciences*. 30(1): 39-45.



Hatay İlinde Yakacak Olarak Kullanılan Pirina Briketinin Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi^A

Kadriye HATİPOĞLU¹, Cengiz KARACA^{2*}

Öz: Çalışmada; Hatay ilinde yakacak olarak satışa sunulan pirinanın kalite özellikleri ve Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın yayınladığı katı yakıtların kontrolü tebliğinde Ek-1 Katı Yakıt Özellikleri tanımlarında Pirina Briketi Özelliklerine uygun olup olmadığı kontrol edilmiştir. Bu amaçlarla materyal olarak çeşitli işletmelerden alınan pirinanın özgül kütle, nem içeriği, yağ miktarı, Na içeriği, su alma direnci, deformasyon kuvveti direnci, ısı değer, kül içeriği ve elementel analizi yapılmıştır. Belirlenen bu özelliklere göre işleme lisansına sahip imalatçılar tarafından üretilen briketlerin tebliğde belirtilen değerlere uygun olduğu tespit edilmiştir. Fakat üretim lisansı olmayan üreticiler tarafından üretilen pirina briketlerinin yağ içeriği ve ısı değer özellikleri bakımından tebliğe uymadığı belirlenmiştir. Lisanssız yakacak pirina briketi üretimi sonucunda yaklaşık 1000 ton zeytinyağı kaybının oluştuğu belirlenmiştir. Ayrıca briketlerin bazı fiziksel özelliklerine bakıldığında lisanssız üretimin lisanslı üretilen briketlerden daha kötü bir briketleme kalitesine sahip oldukları görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Pirina, Briket Kalitesi, Hatay.

^A Yayın yüksek lisans tezinden yapılmıştır.

¹ Kadriye HATİPOĞLU, Nurdağı Gıda Tarım ve Hayvancılık İlçe Müdürlüğü Nurdağı/Gaziantep, Türkiye, e-postal@posta.posta, [OrcID 0000-0002-4974-7581](https://orcid.org/0000-0002-4974-7581)

^{*} **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** ² Cengiz KARACA, Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Hatay, Türkiye, ckaraca@mku.edu.tr [OrcID 0000-0001-5161-1512](https://orcid.org/0000-0001-5161-1512)

Determination of Quality Characteristics of Olive Pomace Briquette Used as A Fuel in Hatay Province

Abstract: In this study; it was checked the quality characteristics of the olive pomace which offered as a fuel for sale in the province of Hatay and whether it is appropriate with the communiqué of solid fuel control published by the Ministry of Environment and Urbanization in accordance with Olive Pomace Briquette Specifications in Annex-1 Solid Fuel Specification Definitions. For these purposes the specific mass, moisture content, the amount of oil, Na content, water absorption resistance, deformation force resistance, calorific value, ash content and ultimate analysis of the olive pomace taken from various manufacturers were determined. According to these specifications, it has been determined that briquettes produced by the manufacture having a processing license are in conformity with the values specified in the communiqué. However, it has been determined that the briquettes produced by manufacturers without a production license do not comply with the communiqué in terms of oil content and thermal value. As a result of the unlicensed production of prina briquettes, it was determined that approximately 1000 tons of olive oil loss occurred. In addition, some of the physical characteristics of briquettes have shown that unlicensed production has a worse briquetting quality than licensed briquettes.

Key Words: Olive pomace, briquette quality, Hatay.

Giriş

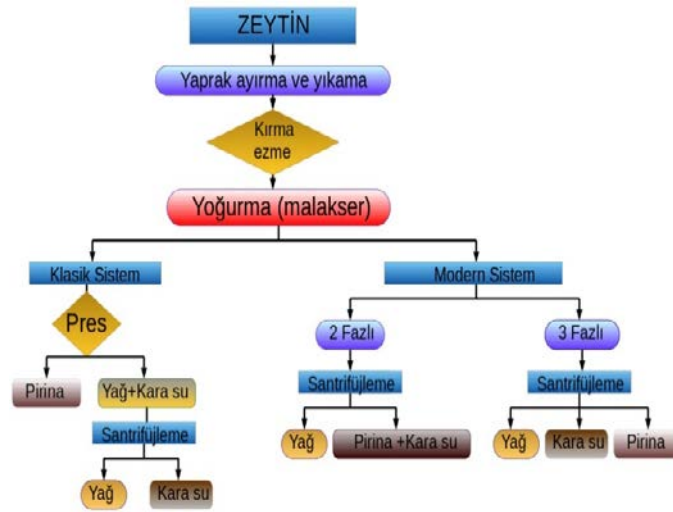
Dünya nüfusu arttıkça yıllık enerji ihtiyacı da nüfus artışına paralel olarak hızla artmaktadır. Dünya mevcut enerji tüketiminin % 90'ını fosil yakıtlar karşılamaktadır. Fosil yakıtların yanması sonucu oluşan ve atmosfere verilen kirletici emisyonlarla beraber sera etkisi yaratarak iklim değişikliğine neden olan CO₂ emisyonları çevreyi olumsuz yönde etkilemektedir. Bu olumsuz etkiler yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasının önemini arttırmaktadır. Genel olarak biyokütle enerjisi; doğada yaygın olarak mevcut tarımsal kökenli ürünlerden; değişik fiziksel, kimyasal ve biyolojik yöntemlerle üretilen, ticari özelliğe sahip, temel ve belirli özellikleri standartlaştırılmış olan katı, sıvı ve gaz halindeki bitkisel enerji kaynaklarıdır (Horuz ve ark., 2015).

Ülkemizde gerek tarımsal ürünleri işleyen, gerekse tarımsal aktivitede bulunan çeşitli işletmelerden her yıl önemli oranda ve değişik özelliklere sahip organik atıklar ortaya çıkmaktadır. Bu atıklardan biri de zeytin bitkisinden elde edilen zeytinyağı eldesinden sonra arta kalan zeytin katı atığı olan pirinadır. Ülkemizde zeytin yetiştiriciliğinde yağlık zeytin üretiminin % 49'u Ege Bölgesinde, % 26.6'sı Akdeniz Bölgesi'nde, % 12.1'i Marmara Bölgesi'nde ve % 12.3'ü Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde gerçekleştirilmektedir (TÜİK, 2016).

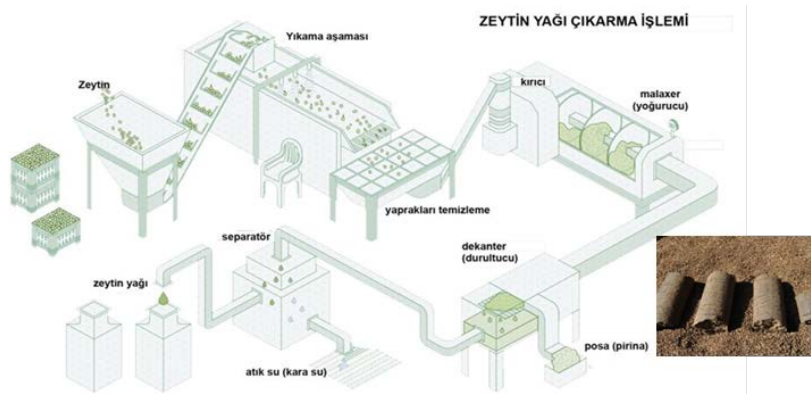
Zeytinyağı üretiminde klasik ve modern üretim yöntemleri olmak üzere iki yöntem mevcuttur. Her iki yöntemde de yağın yanı sıra kara su ve pirina olarak isimlendirilen atıklar oluşmaktadır (Şekil 1). Modern üretim

yönteminde 2 fazlı ve 3 fazlı olmak üzere iki farklı yöntem uygulanmaktadır. En yaygın kullanılan sistem 3 fazlı sistemdir. Bu sistemde yağ, prina ve karasu olarak üç ürün çıkmaktadır (Şekil 2).

Pirina zeytinyağı fabrikalarının bir atığı olup Akdeniz ülkelerinde görülen önemli bir biyokütledir. Zeytinyağı üretiminden geriye kalan zeytin çekirdeği ve posasından oluşan bir katı atıktır. İçeriği bakımından önemli bir biyokütle yakıtı olarak kullanılabilir. Ortalama 100 kg zeytinden 20-25 kg zeytinyağı ve 40-45 kg yaş prina elde edilebilmektedir. Geleneksel pres veya sürekli santrifüjleme işlemi uygulayan zeytinyağı fabrikalarından elde edilmesine bağlı olarak iki tip prina çeşidi bulunmaktadır. Söz konusu iki tip prina sırasıyla % 25-30 ve % 45-55 nem içermeleri ile birbirinden ayrılmaktadır.



Şekil 1. Zeytinyağı üretim yöntemleri (Karaca ve ark., 2015)



Şekil 2. Zeytinyağı 3 fazlı üretim sistemi (Karaca ve ark., 2015)

Modern sürekli sistemlerden elde edilen prina klasik sistemlerden gelen prinaya oranla daha çok nem ve daha az yağ içerdiği için daha düşük ticari değer taşımaktadır (Başkan, 2010). Pirinanın elementel analizinin belirlenmesi, yakılacağı sistemlerin özellikleri, yakıtın yakılması durumunda baca gazı kirleticilerinin belirli sınırlar arasında olması gerekmektedir.

Çalışmada, Hatay ilinde yakacak olarak satışa sunulan pirina briketinin Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın belirlediği sınır değerle içerisinde kalıp kalmadığı ve pirina briketinin bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerine bakarak briket kalitesinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Çalışmada materyal olarak Hatay ilinde yakacak olarak satışa sunulan, zeytinyağı atığı olan pirina kullanılmıştır. Materyal olarak çeşitli işletmelerden alınan pirinalar P harfiyle isimlendirilmiştir. P₁₁, P₁₂, P₁₃, P₂₁, P₂₂, P₂₃, P₃₁, P₃₂, P₃₃ olmak üzere toplamda 9 örnek üzerinde çalışılmıştır.

P₁₁, P₁₂, P₁₃: Pirina işleme lisansına sahip olan bir X firmasına ait hammaddenin farklı bir firma tarafından briquete dönüştürülmüş olan örnekler

P₂₁, P₂₂, P₂₃: Pirina işleme lisansına sahip olan bir Y firmasına ait hammaddenin aynı firma tarafından briquete dönüştürülmüş olan örnekler

P₃₁, P₃₂, P₃₃: Pirina işleme lisansına sahip olmayan lisanssız briket üreten üç farklı firmadan alınan örnekler

Lisanssız üretim yapan firmaların temsilini sağlamak açısından üç farklı firmadan birer örnek alınmıştır.



Şekil 4. Hatay'da pirina üreten firmalardan rastgele toplanan örnekler

Çalışmada Hatay'da pirina briketi imalatı yapan firmalardan toplanan yakacak olarak kullanılan pirina briketlerinin fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla özgül kütle, nem içeriği, yağ içeriği, sodyum içeriği, su alma direnci, deformasyon kuvveti, ısı değeri, kül içeriği ve elementel analiz yöntemleri kullanılmıştır.

Özgül Kütle

Briketlerin özgül kütlelerinin belirlenmesi için su taşıma yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde briketlerin su almasını önlemek için dış yüzeyleri özgül kütlesi 930 kg m⁻³ olan parafinle (mum) kaplanmıştır. Kaplama yapılmadan önce briketlerin kütleleri ölçülmüştür. Parafinle kaplı briketlerin kütleleri ölçülerek kaydedilmiştir. Parafin kaplı briketler silme su ile dolu bir kaba tamamı ile batırılıp çıkarılmış ve briketlerin kaptan taşıdıkları suyun kütlesi ölçülmüştür. Taşınan suyun hacmi parafinli briket hacmi olarak kaydedilmiştir (Karaca, 2009).

Nem İçeriği

Dövülerek granül hale getirilen briketler 105 ° C sıcaklıkta 24 saat kurutma fırınında (etüv) bekletilmişler ve yapılan ölçümler sonucunda briketlerin nem içerikleri belirlenmiştir (ASTM D 3173).

Yağ Miktarının Belirlenmesi

Pirininin içerdiği yağ miktarının belirlenmesinde Soxhlet (Soxhlet Extraction Method, EPA 3540C) yöntemi kullanılmıştır. Bu işlemler Soxhlet cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Sodyum (Na) İçeriğinin Belirlenmesi

Sodyum içeriği belirlenirken ön işlem olarak yağ yakma işlemi uygulanmıştır. Ön işlemden geçirilen örneklerin Alev Fotometresinde Spektrofotometrik Metod sodyum içeriği belirlenmiştir.

Su Alma Direnci

Su alma direnci suya daldırılan briketlerin belirli bir süre sonunda bünyelerine emdikleri su miktarının ve buna bağlı olarak yapılarındaki bozulmanın gözlenmesi amacıyla yapılmıştır. Bu testte briketler suya daldırılmadan önce kütlesi tartılarak kaydedilip ve daha sonra her bir briket örneği yaklaşık 27 °C sıcaklığındaki su dolu kaba 25 mm derinliğe daldırılmıştır. 10 s bekletildikten sonra briketler çıkarılarak kütlesi tekrar ölçülmüştür. Briketlerin emdikleri su miktarları yüzde olarak hesaplanmıştır. Her bir örnek 3'er kez daldırılmıştır (Karaca, 2009).

Deformasyon Kuvveti Direnci

Bu testte briketlerin deformasyon kuvvetleri belirlenmiştir. Bu amaçla kullanılan materyal test cihazında (LLOYD LRK Plus) briketlere düzlemsel kuvvet uygulanarak kuvvet-deformasyon eğrileri çizilip testte kullanılan briketlerin uzunluk çap oranı ASTM D 2938 standardına göre hazırlanmıştır. Bu standartta belirtilen orana göre hazırlanan briketlerin test cihazına yatay olarak yerleştirilmiştir.

Isıl Değerlerini Belirleme

Briketlerin üst ısıl değerleri ASTM D 5865 standardına göre kalorimetre cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Üst ısıl değeri ise aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır.

$$LHV=HHV-(0.212 H)-(0.0245 M)-(0.008 O) \quad (1)$$

LHV: Alt Isıl Değer, HHV: Üst Isıl Değer, H: Hidrojen İçeriği, M: Nem İçeriği O: Oksijen İçeriği

Kül İçeriği Belirleme

Yaklaşık 1 g kütlesindeki örnek kapaklı bir kapsüle yerleştirilerek yakma fırınına koyulur. Fırın sıcaklığı kademeli olarak 1 saat içerisinde 500 °C sıcaklığa kadar artırılır. Örnekler 2 saat içerisinde 750 °C sıcaklığa kadar ısıtılmaya devam edilir. Bu sıcaklıkta örnekler 2 saat daha fırın içerisinde bırakılır. 4 saat sonunda örnekler fırından çıkarılarak kütleleri tartılarak kül içerikleri belirlenir (ASTM D 3174).

Elementel Analiz

Briketlerin toplam karbon (C) ve hidrojen (H) içeriği ASTM D 3178 standardına, toplam nitrojen (azot) (N) içeriği ASTM D 3179 standardına ve toplam sülfür (kükürt) (S) içeriği ASTM D 3177 standardına göre elementel analiz cihazı (THERMO SCIENTIFIC Flash 2000) kullanılarak belirlenmiştir Oksijen içeriği fark hesabı ile belirlenmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Özgül Kütle, Nem, Yağ İçeriği ve Sodyum İçeriği

Çalışmada kullanılan briket örneklerinin özgül kütle, nem, yağ ve sodyum içerikleri belirlenmiş ve Çizelge 2 'de verilmiştir.

Çizelge 2. Briket örneklerinin özgül kütle, nem ve yağ içeriği değerleri

Örnek	Özgül Kütle(kg m ⁻³)	Nem(%)	Yağ(%)	Na (ppm)
P _{1(ortalama)}	1291.2	9.6	1.2	115.8
P _{2(ortalama)}	1211.4	8.8	0.8	110.8
P ₃₁	1056.8	8.2	4.7	22.5
P ₃₂	1074.0	8.9	6.9	45.0
P ₃₃	968.8	9.8	5.2	112.5

Özgül kütle yüksek olması yapılan briketin kalitesini gösteren bir özelliktir. Briketleme işleminde sıkıştırmanın ne kadar yüksek olduğunu gösterir. Ölçülen bu değerler üretim lisansına sahip olan firmaların briketleme kalitelerinin lisanssız üretim yapan firmalardan daha iyi olduğunu göstermektedir.

Pirinin nem içeriği briket yoğunluğunun ve dayanıklılığının belirlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. P₃₃ örneği en yüksek nem oranına sahiptir ve onu % 9.6 ile P₁ örneği izlemektedir. P₃₁ örneği ise en düşük neme sahip olan örnektir. Katı Yakıtlar Kontrol Tebliği'ne göre nem miktarının en fazla % 15 olması gerekmektedir. Tüm örnekler bu değerin altında kaldığı için nem içeriği bakımından uygun bulunmuştur.

Katı Yakıtlar Kontrol Tebliği'nde en yüksek yağ içeriğinin % 1.5 olması gerektiği belirtilmiştir. Buna göre örneklerinin yağ yüzdelerine bakıldığında yalnızca P₁ ve P₂ örneklerinin tebliğe uygun olarak üretildiği görülmüştür. Bu durum lisans sahibi firmaların ürettikleri pirinaların tebliğe uygun olduğunu göstermektedir. Lisanssız üretimlerin yağ içeriğinin ise sınır değer 4 katından daha fazla yağ içeriğine sahiptir. Hatay ilinin toplam 39 bin ton prina üretimi yapılmaktadır (Karaca ve ark., 2015). Bu prinanın yaklaşık 12 bin tonunu lisanslı olan işletmeler işlemektedirler. Geriye kalan 27 bin ton prina lisansı olmayan işletmeler tarafından yakacak prina briketi haline getirmektedirler. Bu durumda lisanssız üretim ile yaklaşık 1,000 tona varan miktarda zeytinyağı kaybı oluşmaktadır.

Pirina örneklerinin Na içeriği analiz sonuçlarına göre en yüksek Na 115.8 ppm ile P₁ örneğinde bulunmaktadır ve onu 112.5 ppm ile P₃₃ örneği izlemiştir. P₃₂ örneği ise 45 ppm ile en az Na bulunduran örnek olarak görülmüştür. Katı Yakıtlar Kontrol Tebliği'ne göre bir pirina briketinde bulunması gereken Na miktarı 300 ppm olarak verilmiştir. Bu durumda tüm örnekler bu değer altında kaldığı için Na miktarı açısından uygun görülmüştür. Bu değer üzerinde olan Na prina briketlerindeki bozulmayı artırmanın yanında yakma sistemlerinin kirliliğini de artırmaktadır.

Elementel Analiz

Çizelge 3. Elementel analiz değerleri

Örnek	C (%)	H (%)	N (%)	S (%)	O (%)
P ₁ (ortalama)	49.9	5.94	1.25	0.07	42.8
P ₂ (ortalama)	48.9	6.13	2.74	0.05	42.2
P ₃₁	50.9	6.59	2.02	0.10	40.4
P ₃₂	53.9	7.07	2.89	0.07	36.1
P ₃₃	38.6	5.22	1.27	0.02	54.9

Biyokütle C içeriği katı fosil yakıtlarından daha düşüktür ve % 42-71 aralığında değişmektedir (Eren, 2011). Ölçülen elementel analiz değerleri incelendiğinde (Çizelge 3) literatürde belirtilen değerlerin altında sadece % 38.6 ile P₃₃ örneği kalmıştır. Biyokütlerdeki H içeriği katı fosil yakıtlarından daha yüksektir ve bu oran % 3-11 arasında değişkenlik göstermektedir (Eren,2011). Tüm briket örneklerinin verilen değerler arasında olduğu belirlenmiştir. Azot içeriği % 0.1-12 aralığında değişmektedir (Eren,2011). Briket örneklerinin N içeriği bu değerlerin arasında değişmektedir. Örneklerin kükürt (S) içeriği % 0.01-2.3 aralığında değişmektedir (Eren,2011). Tüm örneklerin bu aralıkta kaldığı belirlenmiştir. Biyokütle örneklerinin oksijen (O) içeriği ise % 42-71 aralığında değişkenlik göstermektedir (Eren,2011). En büyük O oranına % 54.9 oranla P₃₃ örneği sahiptir. P₃₁ ve P₃₂ örnekleri sırasıyla % 40.4 ve % 36.1 oranlarına sahiptir ve verilen değerlerin altında kalmıştır.

Isıl Değer ve Kül İçeriği

Briketlerin belirlenen alt ve üst ısıl değerleri ve kül içerikleri Çizelge 4 'de verilmiştir. Biyokütle çeşitlerinin, kuru baza göre belirlenen kül içeriği, % 0.1-46 aralığında değişmektedir (Eren, 2011). Örneklerin kül içeriklerinin verilen bu aralıkta kaldığı belirlenmiştir.

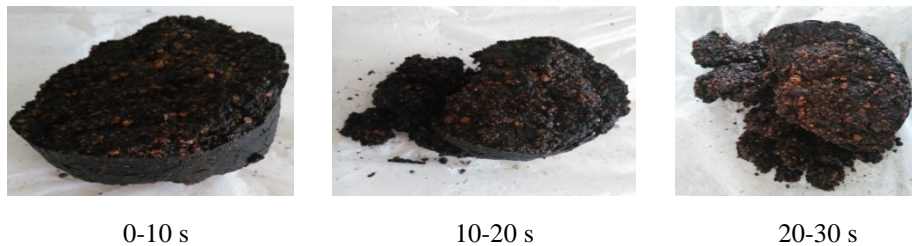
Çizelge 4. Briketlerin Alt ve Üst Isıl Değeri ile Kül İçeriği

Örnek	Kül İçeriği	Üst Isıl Değer (MJ kg ⁻¹)(kcal kg ⁻¹)	Alt Isıl Değer (MJ kg ⁻¹)(kcal kg ⁻¹)
P _{1(ortalama)}	3.8	18.6 (4440)	16.8 (4013)
P _{2(ortalama)}	2.3	18.9 (4526)	17.0 (4060)
P ₃₁	1.5	19.5 (4648)	17.6 (4204)
P ₃₂	2.4	18.2 (4346)	16.2 (3869)
P ₃₃	13.1	17.2 (4096)	15.4 (3678)

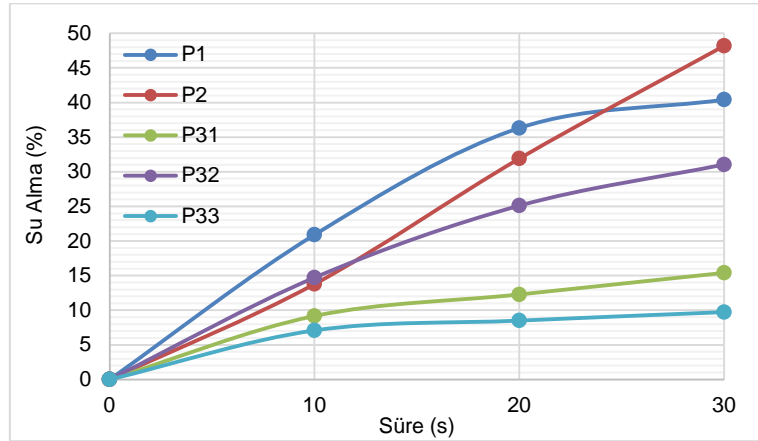
Katı Yakıtlar Kontrol Tebliğinde pirina briketinin alt ısıl değerinin en az 3,700 kcal kg⁻¹ olması gerektiği belirtilmiştir. Briketlerin ısıl değerleri incelendiğinde en yüksek ısıl değerin P₃₁ örneğine ve en düşük ısıl değerin P₃₃ örneğine ait olduğu belirlenmiştir. Ayrıca P₃₃ örneğinin ısıl değeri tebliğde verilen değer altında kalmıştır. Aynı zamanda P₃₃ ve P₃₂ briketlerinin ısıl değerlerinin il ve ilçe sınırlarında kullanılacak briketler için tebliğde belirtilen sınır değer (4,000 kcal kg⁻¹) altında olduğu belirlenmiştir.

Su Alma Direnci

Briketlerin su alma direnci testi sonundaki briketlerde meydana gelen deformasyon görüntüleri Şekil 5 'de ve ölçülen su alma değerleri Şekil 6'da verilmiştir. Briketlerin su alma değerleri incelendiğinde P₂ örneği 30s süre sonunda bünyesine %48.2 su almıştır. Örneklerin 10 s içerisinde su almasının artması briketin dış yüzeyinde oluşan ufak parçalanmalar sonucu bünyesine su girişinin artmasıdır. Literatürlerde (Eriksson ve Prior, 1990) briketlerin su alma oranının % 50'yi geçmemesi gerektiği belirtilmiştir. Hiçbir örnek belirlenen bu oranı geçmemiştir. P₃₃ örneği en az düzeyde su almıştır ve su almaya karşı iyi bir direnç göstermiştir.



Şekil 5. Briket örneklerinin suya daldırıldıktan sonraki görüntüleri



Şekil 6. Briket örneklerinin zamanla su alma değerleri

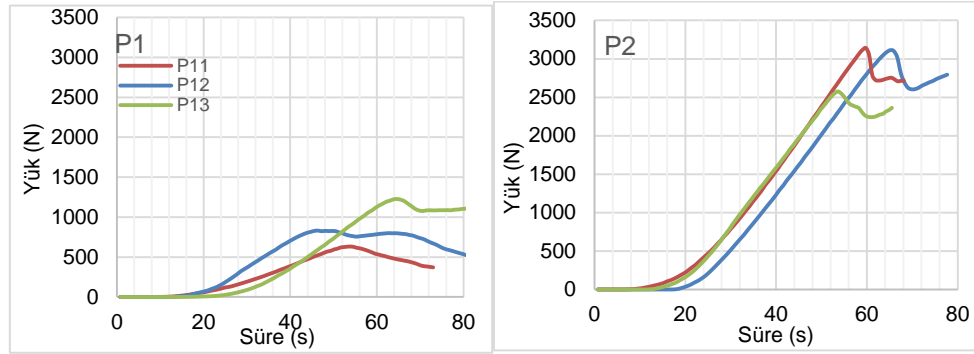
Örnekler suya daldırıldıktan 10s sonra yaklaşık olarak %7-21 arasında değişen miktarlarda su almıştır ve çok fazla bozulma olmamıştır. Ancak 20. saniyenin sonunda özellikle P₁ ve P₂ briketlerinin %30'un üzerinde su aldıkları ve uçlarından parçalanmaya başladıkları görülmüştür. Son aşama olan 30. saniye sonunda yine bu iki örneğin bünyelerine %40'ın üzerinde su aldıkları ve yapısal olarak dağıldıkları görülmüştür. Örneklerden su alma direnci en fazla olanların P₃₃ ve P₃₁ olduğu görülmüştür. Bu durum örneklerin yağ içeriklerine bağlı olarak su almaya direnç gösterdiklerini ifade etmektedir. En az yağ içeriğine sahip olan P₂ örneğinin su almaya karşı en az direnç gösterdiği belirlenmiştir.

Deformasyon Testi

LLOYD LRK Plus test cihazı kullanılarak (Şekil 7) briketlerin deformasyon kuvveti değerleri belirlenmiştir.



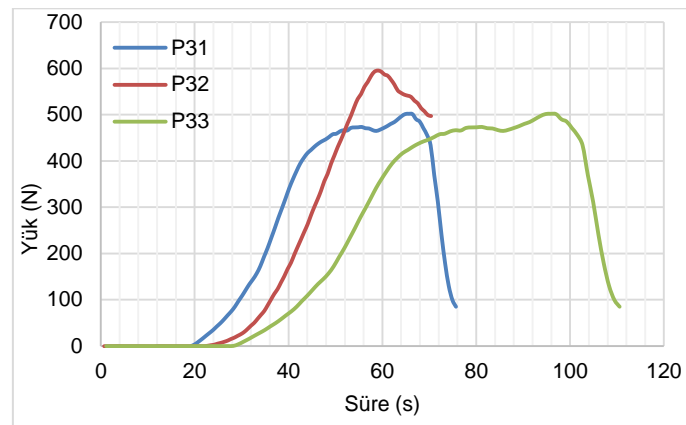
Şekil 7. Pirina briketlerin deformasyon testi



Şekil 8. P_1 ve P_2 pirina briketlerinin üç tekrarlı deformasyon kuvveti grafiği

P_1 örneğinin kırılma noktasının 1,200 N'a kadar çıktığı görülmüştür. Briketlerin kuvvet deformasyon eğrileri incelendiğinde en yüksek deformasyon kuvvetinin P_2 örneklerinde olduğu belirlenmiştir. Bu durum briketlerinin sıkıştırma oranının ve buna bağlı olarak briketleme kalitesinin derecesini göstermektedir.

P_3 örneklerinin deformasyon eğrileri incelendiğinde P_{32} örneği 600N da kırılmaya uğradığı görülmüştür. P_3 briketlerinin sıkıştırma kalitesinin ve buna bağlı olarak briket kalitesinin diğer örneklerden daha düşük olduğu belirlenmiştir. Deformasyon kuvveti briketlerin taşınması ve depolanması esnasında kırılma ve parçalanma nedeniyle oluşabilecek kayıpların ne derecede oluşabileceğinin bir göstergesidir. Buda briketleme kalitesinin ifadesi için kullanılır. Lisanssız üretim olan bu briketlerin taşınması ve depolanması esnasında oluşacak kayıpların daha çok olacağını ifade etmektedir.



Şekil 9. P_3 pirina briketlerinin deformasyon kuvveti grafiği

Sonuç

Antakya'da yakacak olarak kullanılan pirina briketlerine uygulanan analizler sonucunda belirlenen özellikleri Çizelge 5'de özetlenmiştir. Çizelgede Nem, Yağ ve Na içerikleri ile Alt ısı değerleri ilgili Tebliğde belirtilen

sınır değerler ile kıyaslanmıştır. Diğer analiz sonuçları ise tüm örneklerin o özellikteki ortalamasına göre kıyaslanmıştır.

Briketlerin tamamının nem içeriği ve Na içeriği tebliğde belirtilen yasal sınırlar içerisinde kalmıştır.

Yağ içeriği bakımından P₃ briketlerinin hepsinin yasal sınırların üzerinde yağ içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlar dikkate alındığında lisanssız prina briketi üretimi ile ilde yıllık ortalama 1,000 ton zeytinyağı yakılarak kaybedilmektedir.

Çizelge 5. Pirina briketlerinin analiz sonuçları

	P ₁	P ₂	P ₃₁	P ₃₂	P ₃₃
Nem İçeriği (%)	✓9.6	✓8.8	✓8.2	✓8.9	✓9.8
Yağ İçeriği (%)	✓1.2	✓0.8	✗4.7	✗6.9	✗5.2
Na İçeriği (ppm)	✓115.8	✓110.8	✓22.5	✓45	✓112.5
Alt Isıl Değer (kcal)	✓4013	✓4060	✓4204	✓3869	✗3678
Özgül Kütle (kg/m ³)	↑1291.2	↑1211.4	↓1056.8	↓1074	↓968.8
Su Alma Oranı (%)	↑40.4	↑48.2	↓15.4	⇒31.1	↓9.7
Deformasyon Kuvveti (N)	↓1226.6	↑3112.8	↓501.8	↓595.2	↓704.5
Kül İçeriği	↓3.8	↓2.3	↓1.5	↓2.4	↑13.1
Elementel Analiz					
C(%)	↑49.9	↑48.9	↑50.9	↑53.9	↓38.6
H(%)	⇒5.94	⇒6.13	↑6.59	↑7.07	↓5.22
N(%)	↓1.25	↑2.74	⇒2.02	↑2.89	↓1.27
S(%)	⇒0.07	⇒0.05	↑0.1	⇒0.07	↓0.02
O(%)	⇒42.8	↓42.2	↓40.4	↓36.1	↑54.9

Alt ısıl değer bakımından sadece P₃₃ briketinin tebliğde belirtilen sınır değerinin altında kaldığı görülmüştür.

Briket örneklerinin özgül kütle sonuçlarına göre tüm örnekler literatürde belirlenen değerlere yakın olduğu belirlenmiştir. Fakat P₁ ve P₂ briketlerinin özgül değeri diğer örneklerden daha yüksektir.

P₁ ve P₂ briketlerinin bünyesine su alma oranlarının diğerlerinden daha fazla olduğu görülmektedir.

Briketlere uygulanan deformasyon kuvveti testinde lisanslı üretim yapan firmalar tarafından üretilen briketlerin briketleme kalitesinin çok iyi olduğu görülmüştür. Fakat lisanssız üretim yapan firmalara ait briketlerin bu konuda çok iyi sonuçlar vermediği belirlenmiştir.

Briketlerin kül içeriği sonuçlarına göre P₃₃ briketi haricinde tüm briketlerde kül içeriğinin birbirine yakın olduğu ve literatürde belirtilen sınırlar içerisinde olduğu görülmektedir. P₃₃ briketinin kül içeriğinin yüksek olması briketin ısıl değerinde negatif bir etki oluşturmaktadır.

Materyallerin elementel analizleri sonucunda belirlenen H, N ve S içerikleri literatürde belirtilen değerlerle aynı olduğu belirlenmiştir. Fakat C içeriği P₃₃ örneğinde yaklaşık % 39 çıkarak diğer örneklerden ve literatürde belirtilen değerlerden daha düşük olduğu görülmüştür. Diğer örneklerin C içeriğinin ise birbirine ve literatürde belirtilen değerlere yakın olduğu belirlenmiştir. O₂ içeriği ise P₃₁ örneğinde % 40.4 ve P₃₂ örneğinde % 36.1 oranlarıyla diğer örneklerden ve literatürde verilen değerlerden düşük çıkmıştır.

Yapılan bu çalışmalar ve belirlenen değerler göze alınarak Hatay ilinde yakacak olarak satışa sunulan işleme lisansına sahip olmayan izinsiz olarak üretilen pirina çeşitlerinin mevcut olduğu tespit edilmiştir. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın yayınladığı Katı Yakıtların Kontrolü Tebliğinde Ek-1 katı yakıt özellikleri tanımlarında pirina briketi özellikleri referans alınarak tebliğe göre özellikle lisanssız olarak üretilen briketlerin verilen değerlere uygun olmadığı belirlenmiştir. Tebliğe uygun olamayan bu briketlerin yakıt olarak kullanılması sonucunda düşük yanma veriminden başlamak üzere yanma emisyonlarında artış, yağ kaybı ile oluşacak ekonomik kayba kadar gidecek olumsuzluklar meydana gelmektedir.

Teşekkür Bilgi Notu

Bu makale, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından desteklenmiş olan (Proje No:15673) Yüksek Lisans çalışmasından hazırlanmıştır.

Kaynaklar

- Başkan, A.E. 2010. *Zeytinyağı İşletmelerinin Atıkları ve Değerlendirilme Yolları*. T.C. Güney Ege Kalkınma Ajansı, Denizli
- ASTM Standard (American Society for Testing and Materials). D 2938, D 3173, D 3174, D 5865, D 3177, D 3178, D 3179.
- Eren, Ö. 2011. Çukurova Bölgesinde Tatlı Sorgum (*Sorghum Bicolor* (L.) Moench) Üretiminde Yaşam Döngüsü Enerji Ve Çevresel Etki Analizi. Doktora Tezi, Ç.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü..
- Eriksson, S. and Prior, M. 1990. *The briquetting of agricultural wastes for fuel*. FAO Environment and Energy Paper 11, FAO of the UN, Rome-Italy
- Horuz, A., Korkmaz, A. ve Akınoğlu, G. 2015. Biyoyakıt Bitkileri ve Teknolojisi. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi 3(2): 69-81.
- Karaca C. 2009. Çukurova Bölgesindeki Tarıma Dayalı Sanayi Atıklarının Enerjiye Dönüşüm Olanaklarının İncelenmesi. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Karaca, C., Bozoğlu, B. and Polat, O. 2015. Hatay İli Pirina Atık Miktarının ve Enerji Potansiyelinin Haritalanması. *Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 29(2), 55-60
- TÜİK., 2016. Türkiye İstatistik Kurumu Bitkisel Üretim İstatistikleri 2015 Verileri.



Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Amfi Çatısının Güneş Elektriği Potansiyelinin Tahminlenmesi

Onur TAŞKIN^{1*}, Ali VARDAR²

Öz: Günümüzde artarak devam eden elektrik enerjisi talebini çoğunlukla fosil yakıtları kullanarak karşılamaktayız. Ancak, bu yöntemin kullanılması ile iletim hatlarının uzunluğundan kaynaklanan kayıplar yaşanmakta, CO₂ ve diğer sera gazı emisyonlarının salınımı gerçekleşmekte ve iletim hatlarının işletme ve bakım maliyetinin yüksekliği gibi zorluklarla karşılaşmaktadır. Bu çalışma ile “Enerjinin tüketildiği yerde üretilmesi” amacıyla Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Amfi derslik binası çatısına PV-SOL yazılımı ile 8 farklı seçeneikli senaryo oluşturulmuştur. Tüm senaryolarda sırasıyla en fazla ve en düşük elektrik üretiminin temmuz ve ocak ayında gerçekleştiği, artan güneş panelleri sayısına bağlı olarak şebekeye iletilen toplam güç ve kaçınılan CO₂ emisyonu oranının arttığı belirlenmiştir. Sonuç olarak, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi tüm binaları dikkate alındığında Amfi derslik binası çatısının güneş elektriği üretimine en uygun yapı olduğu belirlenmiştir. Bu yöntem üniversitenin tüm ihtiyacını karşılamak adına diğer fakültelerin çatıları içinde geliştirilmelidir.

Anahtar Kelimeler: Gölgeleme, güneş enerjisi, simülasyon.

* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** ¹ Onur TAŞKIN, Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Bursa, Türkiye, onurtaskins@gmail.com, **OrcID:** 0000-0002-5741-8841

² Ali VARDAR, Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Bursa, Türkiye, dravardar@uludag.edu.tr, **OrcID:** 0000-0001-6349-9687

Estimating Solar Electricity Potential of Uludag University Agricultural Faculty Lecture Theater Rooftop

Abstract: Nowadays, the electricity demand is meeting mostly by using fossil fuels. However, there are difficulties of this method such as the loss of prolongation losses of transmission lines, the emission of CO₂ and other greenhouse gas emissions, and the high operating and maintenance costs of transmission lines. With this study, 8 different scenarios were created with the PV-SOL software on the rooftop of the Uludag University Faculty of Agriculture Lecture Theater building in order to "produce the place where the energy is consumed". In all scenarios, the highest and lowest electricity production was realized in July and January, respectively. It has been determined that the total power delivered to the grid and the avoided CO₂ emissions ratio increase due to the increased number of solar panels. As a result, considering all the buildings of the Uludag University Agricultural Faculty, it was chosen that the roof of the Lecture Theater building is the most suitable for solar electricity production. This method should be developed within the buildings of other faculties in order to meet all the electricity needs of the university.

Keywords: Shading, simulation, solar energy.

Giriş

Sanayileşmenin bir sonucu olarak enerji talebinin hızlı bir şekilde artması, iklim değişikliği, küresel ölçekte fosil yakıtların azalması, yüksek ve öngörülemeyen petrol fiyatları ve uzak bölgelere yapılan şebeke uzantıları, yenilenebilir enerji sistemlerinin gelişimini teşvik etmektedir (Patarau ve ark. 2015). Fotovoltaik sistemler ile elektrik enerjisi üretimi; kurulum ve üretimin sade oluşuyla sürdürülebilirliği kolaylaştırmakta, en önemli ve en yaygın yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olmasını sağlamaktadır (Işık ve ark. 2015).

Fotovoltaik sistemlerin binalara entegrasyonu sırasında modüllerin optimal olmayan yönelimleri ve gölgeleme sorunları gibi bazı faktörler elektrik enerjisi üretiminde kayıplara neden olabilir (Maturi ve ark. 2010). Bu nedenle yapılacak yatırımlar öncesinde simülasyon, modelleme ve analizler süreç performansını iyileştirmek veya araştırmak için giderek daha popüler bir teknik haline gelmektedir (Lalwani ve ark. 2010). Simülasyon uygulamaları çok farklı kullanım alanlarına sahip olmasına rağmen, bazı programlar özellikle fotovoltaik uygulamaları için tasarlanmıştır (Sharma ve ark. 2014).

Yapılan bu çalışma ile Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Amfi derslik binası çatısına PV-SOL yazılımı ile farklı seçenekli tasarımlar yapılarak, teknik analizleri sunulmuştur. Şebeke bağlantılı olarak belirlenen her bir senaryo için elde edilen enerji simülasyonları karşılaştırılmış ve uygun seçeneğin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada enerji simülasyon programı aracılığı ile elde edilen hesaplama sonuçları tartışılarak, ileride yapılabilecek bir yatırıma teknik açıdan bir değerlendirme sunulmuştur.

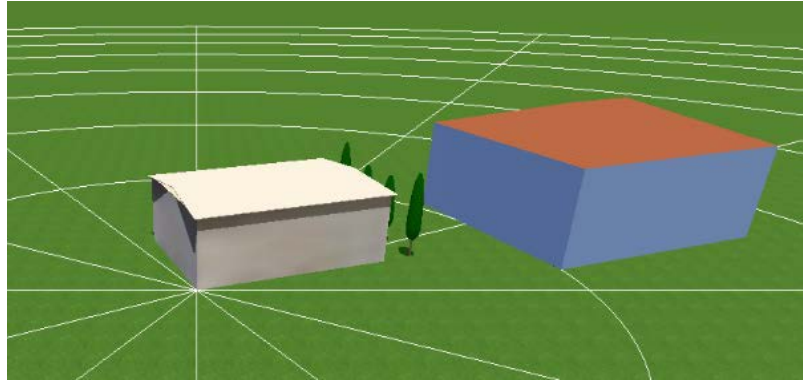
Materyal ve Yöntem

Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi binalarına ait genel görünüş Şekil 1’de gösterilmiştir. Mevcut binaların çatı tipleri ve yönleri dikkate alındığında 6,1° çatı eğimine ve 27,8 m x 10,2 m ölçülere sahip olan Amfi derslik binasının (5) (40.13°K; 28.51°D) güney cephesi bu çalışma kapsamında ele alınmıştır.

Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi binalarının PV-SOL yazılımına aktarılmasında ve çatıya oluşabilecek gölge analizin yapılabilmesi amacıyla 5 ve 6 numaralı binaların AutoCAD çizimleri kullanılmıştır (Şekil 2). Bölgenin güneş ışınımı ve iklimsel değerleri ise Meteonorm yazılımından otomatik olarak alınmıştır. Oluşturulan farklı tasarımlarda PV-SOL yazılımı kullanılırken seçilen polikristal güneş paneli ve invertör’e dair teknik özellikler sırasıyla Çizelge 1 ve Çizelge 2’de verilmiştir.



Şekil 1. Ziraat fakültesi binaları



Şekil 2. PV-SOL yazılımda 5 ve 6 numaralı binaların çizimi

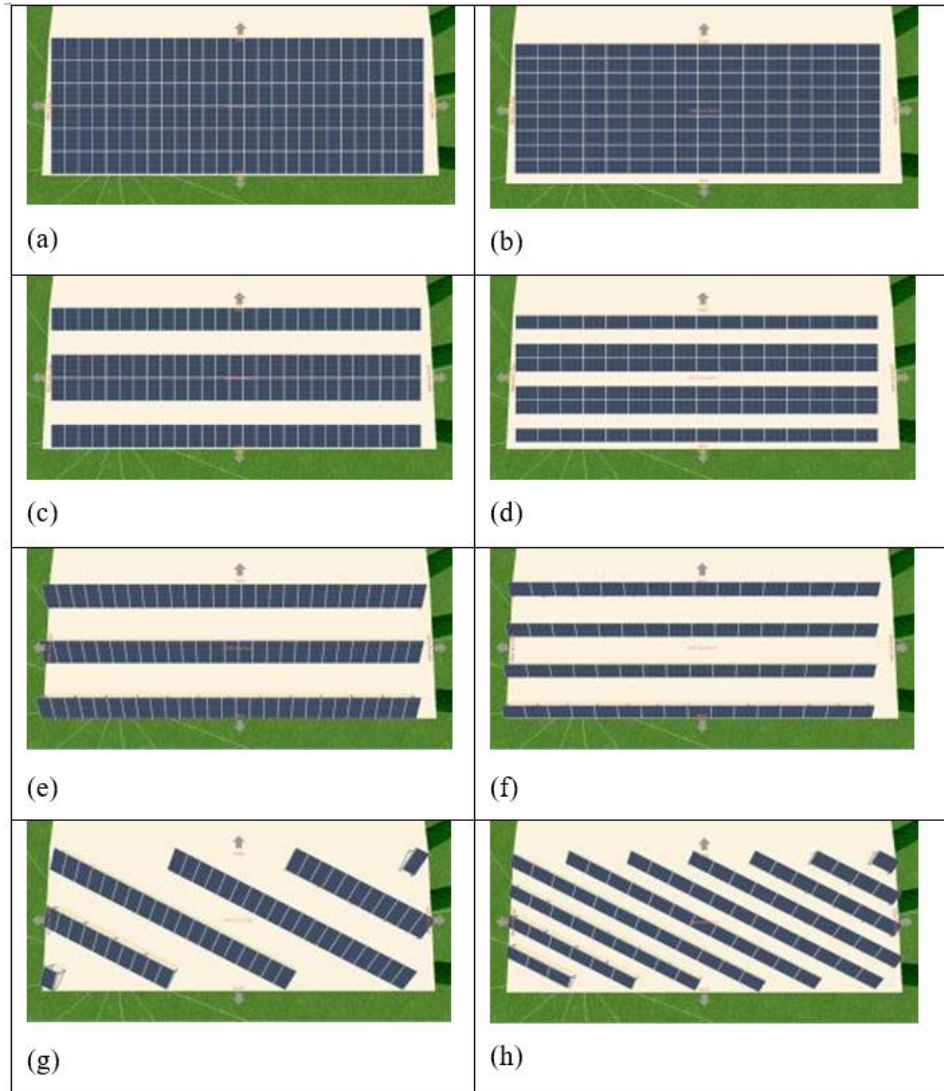
Çizelge 1. Güneş Paneli Özellikleri

Özellik	Değer
Maksimum Güç	250 W
Modül Verimliliği (%)	15,27
Çalışma Sıcaklığı Aralığı (°C)	-40°C~+85°C
Sıcaklık Katsayısı (P _{maks})	-0,43%/°C
Nominal Hücre Çalışma Sıcaklığı (NOCT)	45±2°C

Çizelge 2. İnvörtör Özellikleri

Özellik	Değer
Maksimum DC Güç Girişi	4000 W
Maksimum Verimliliği (%)	97,5
Çalışma Sıcaklığı Aralığı (°C)	-40°C~+60°C
Gürültü Emisyonu	< 25 dB(A)
Gece İç Tüketimi	< 1 W

Şekil 3’de tasarlanan 8 farklı senaryonun PV-SOL yazılımında hazırlanmış görüntüleri sunulmaktadır. Bunlar sırasıyla; dikey (a), yatay (b), dikey aralıklı (c), yatay aralıklı (d), optimum açılı dikey (e), optimum açılı yatay (f), optimum yön ve açılı dikey (g) ile optimum yön ve açılı yatay (h) panel montajlarıdır. Tasarımlarda 6 numaralı bina ile 5 ve 6 numaralı binaların arasında bulunan ağaçlardan yaşanabilecek gölgelenme ihtimaline karşı güneş panelleri çatının batısından başlanarak tasarlanmıştır.



Şekil 3. PV-SOL yazılımında hazırlanan senaryolar

Bulgular ve Tartışma

Oluşturulan 8 farklı senaryo ile PV-SOL yazılımı programı kullanılarak teknik değerlendirilme yapılmış olup güneş paneli yönlendirilmesine bağlı olarak şebekeye iletilen toplam güç, kaçınılan CO₂ emisyonu ve gölgelenme simülasyonu sırası ile sunulmuştur. Sistem şebekeye bağlı tam besleme olarak planlanmıştır. Yapılan senaryolarda kablo kayıpları %0,5 olarak kabul edilmiştir.

Senaryo a, b, c ve d için paneller çatıya monte (iyi arka havalandırılmalı), Senaryo e ve f'de ise toplam panel eğimi 23° olacak biçimde (Gebremedhen, 2014) ve tüm bu senaryolarda binanın yapısı gereği 160° Güney-Doğu eksenine bakacak şekilde yerleştirilmiştir. Senaryo g ve h için tam optimum koşulların oluşturulabilmesi adına toplam panel eğimi 23° ve 180° ile tam Güney'e bakacak biçimde yerleştirilmiştir. Bu yerleşimler neticesinde her bir senaryo ile farklı sayıda panel yerleştirilebilmiştir. Buna bağlı olarak farklı kurulu güçlere ulaşılmış ve farklı sayıda invertör ihtiyacı doğmuştur (Çizelge 3).

Tüm senaryolarda en fazla elektrik üretimi temmuz, en düşük ise ocak ayında gerçekleşmiştir. Temmuz ayında sırasıyla Senaryo a, b, c, d, e, f, g ve h için üretim miktarı 6.172 kWh, 5.471 kWh, 4.113 kWh, 3.647 kWh, 3.045 kWh, 2.405 kWh, 2.267 kWh ve 2.824 kWh olmuştur. Ocak ayında ise 1.641 kWh, 1.446 kWh, 1.094 kWh, 964 kWh, 1.049 kWh, 828 kWh, 799 kWh ve 988 kWh olmuştur. Çizelge 3 incelendiğinde her bir senaryo için üretilebilecek toplam elektrik miktarı ve bu elektriğin fosil kaynaklı yakıt ile üretilmesi durumunda oluşabilecek CO₂ miktarı da gösterilmiştir. Bunun yanı sıra şebekeye iletilen toplam gücün, kurulu güce oranının (kWh/kWp) dikey yerleşimli panellerde yatay yerleşimli panellere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Dikey yerleşimli paneller analiz edildiğinde ise optimum yön ve açıya sahip senaryo g, optimum açılı senaryo e'den daha verimli bulunmuştur. Ayrıca doğal panel yıkınımı olarak kabul edilen yağmur ile temizliğin dikey paneller için daha uygun olacağı bilinmektedir.

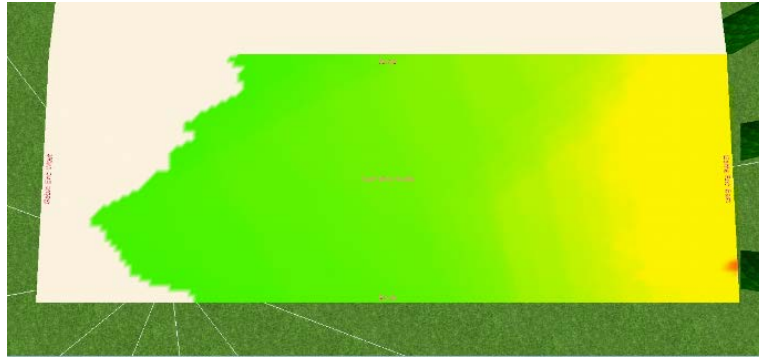
Çizelge 3. Senaryoların Kurulum ve Üretim Değerleri

	Panel (Adet)	Kurulu Güç (kWp)	İnvertör (Adet)	Şebekeye İletilen Toplam Güç (kWh)	Kaçınılan CO ₂ Emisyonu (kg/yıl)
Senaryo (a)	162	40,5	9	46.076	27.584
Senaryo (b)	144	36	9	40.805	24.421
Senaryo (c)	108	27	6	30.711	18.386
Senaryo (d)	96	24	6	27.192	16.274
Senaryo (e)	81	20,25	5	24.619	14.738
Senaryo (f)	64	16	4	19.448	11.641
Senaryo (g)	61	15,25	4	18.620	11.145
Senaryo (h)	76	19	5	23.134	13.847

Mangan ve Oral (2013) yaptıkları çalışmada benzer biçimde TOKİ (Toplu Konut İdaresi) tarafından inşa edilmiş bir konut projesinin teras çatı alanında oluşturulan fotovoltaik sistemlerin enerji performansının değerlendirilmesi amacıyla yıllık elektrik enerjisi üretimi ve CO₂ salım azaltım değerleri, PV-SOL Expert programı kullanılarak hesaplamıştır. Monokristal ve polikristal panellerin kullanımı ile oluşturulmuş fotovoltaik

sistemlerden yıllık üretilen elektrik enerjisi ve CO₂ salım azaltım değerleri ele alınan İstanbul, Antalya ve Erzurum için değişkenlik göstermiştir. Sırasıyla 24,68 kW kurulu güce sahip polikristal paneller ile oluşturulan fotovoltaik sistem ile yıllık 39.403 kWh, 39.571 kWh ve 28.672 kWh elektrik enerjisi üretilmiş olup, CO₂ salım değerlerinde yıllık 34.917 kg, 35.059 kg ve 25.399 kg azaltım sağlanabileceğini bildirmişlerdir.

Ziraat fakültesinin 6 numaralı binası ile 5 ve 6 numaralı binaların arasında bulunan ağaçlardan kaynaklı yaşanan gölgelenme sonucu güneş panellerinin üretim performansında düşüşler yaşanmıştır. Panellerin birbiri üzerine gölgelenme yapmaması adına ise senaryo e'de 2,7 m, senaryo f'de 1,9 m, senaryo g'de 2,2 m ve senaryo h'da 1 m olarak ara boşluklar bırakılmıştır. Sırasıyla yaşanan toplam gölgelenme zararı (%/yıl) 1,1, 1,1, 1,1, 1,1, 0,3, 0,2, 0,2 ve 0,5 olarak gerçekleşmiştir. Çatı üzerine yıllık toplam gölgelenme zararları ise Şekil 4'de gösterilmiştir. PV-SOL yazılımı ile yapılmış gölgelenme analizi üzerine Srpak ve Pajan (2016) çalışmada bulunmuştur. Bu çalışmaya göre panellerin kurulacağı çatının sağ yüzeyince gölgelenme yaşanacağını belirlemişlerdir. Bu sebep ile çatının sol yüzeyine doğru panel montajlarını gerçekleştirmişlerdir. Simülasyonu yapılan panellerin verim kaybı oranları %4,3 - %0,1 arasında değişmiştir.



Şekil 4. Çatı üzerinde oluşan gölgelenme

Sonuç

Güneş panellerinin günümüzde düşük kabul edilebilecek verim düzeylerine rağmen Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Amfi derslik binası çatısına montajı ile fakültenin enerji ihtiyacının bir kısmını karşılamada kullanılabilir. Oluşturulan 8 farklı senaryo ile artan güneş panelleri sayısına bağlı olarak şebekeye iletilen toplam güç ve kaçınılan CO₂ emisyonu oranı da artmaktadır. Yürüyüş yollarına sahip c, d, e, f, g ve h senaryolarından biri ile oluşturulan bir sistem sayesinde yaşanabilecek bir afet risklerine karşı önlemlerin daha kolay alınabilecek ve panel temizliklerinin kolaylığı açısından daha uygun bir seçim olabilecektir. Ayrıca panel üzerine düşebilecek gölgelenme risklerinden kaçınmak adına 5 ve 6 numaralı binalar arasındaki ağaçların budama işlemleri ihmal edilmemelidir. Güneş panelleri konusundaki farkındalığın arttırmak, üniversitenin enerji giderleri maliyetini azaltmak için bu enerji kaynağını kullanmak önemli olacaktır. Ayrıca, yapılabilecek bir yatırım esnasından maliyetlerini düşürmek adına TKDK, BEBKA vb. kurumlardan alınabilecek hibe desteklerinden de faydalanılmalıdır.

Kaynakça

- Gebremedhen, Y.B. 2014. Determination of optimum fixed and adjustable tilt angles for solar collectors by using typical meteorological year data for Turkey. *International Journal of Renewable Energy Research*, 4(4): 924-928.
- Işık, A.H., Ş. Erden and M. İmeryüz, 2015. Design of the solar energy system in ITU faculty of electric and electronics. International Conference on Renewable Energy Research and Applications, 22-25 November 2015, Palermo, Italy, p: 867-871.
- Lalwani, M., Kothari, D.P. and Singh, M. 2010. Investigation of solar photovoltaic simulation softwares. *International Journal of Applied Engineering Research*, 1(3): 585-601.
- Mangan, S.D. ve Oral, G.K. 2013. Türkiye'nin farklı iklim bölgelerinde bir konut binasının enerji etkin iyileştirilmesi. 11. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 17-20 Nisan 2013, İzmir, Türkiye, p: 921-931.
- Maturi, L., W. Sparber, B. Kofler and W. Bresciani. 2010. Analysis and monitoring results of a BIPV system in northern Italy. 25th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition, 6-10 September 2010, Valencia, Spain, p:1-4.
- Patarau, T., D. Petreus, and R. Etz. 2015. Analysis and optimization of a geothermal, biomass, solar hybrid system: An application of PV*Sol software. 38th International Spring Seminar on Electronics Technology, 6-10 May 2015, Eger, Hungary, p: 370-375.
- Sharma, D.K., Verma, V. and Singh, A.P. 2014. Review and analysis of solar photovoltaic softwares. *International Journal of Current Engineering and Technology*, 4(2): 725-731.
- Srpak, D., and D. Pajan. 2016. The impact of module shading and azimuth on solar power plant production. In 25. Mednarodno Posavetovanje "Komunalna Energetika 2016", 10-12 May 2016, Maribor, Slovenia, p:1-10.



Tohum Uygulamalarının Soğan (*Allium cepa* L.) Tohumunun Bazı Fiziksel ve Mekanik Özelliklerine Etkisi

Zeynep DUMANOĞLU^{1*}, Bülent ÇAKMAK²

Öz: Soğan (*Allium cepa* L.), ülkemizde ticari anlamda ön plana çıkan önemli bitkilerden biridir. Geniş alanlarda mekanizasyon uygulamaları ile daha kaliteli tohum üretimini arttırmak amacıyla çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Tohum uygulamaları (film kaplama ve pelletleme) özellikle amorf, hafif ve küçük boyuttaki tohumları büyük, ağır, pürüzsüz bir yüzeye ulaşmasını sağlamak amacıyla yapılmaktadır. Bu çalışma da, soğan tohumuna ait (uygulama öncesi ve sonrası) bazı fiziksel (şekil, boyut, yüzey alan, bin tane ağırlığı) ve mekanik (statik ve dinamik sürtünme katsayısı) özellikler belirlenmiştir. Tohum uygulamalarının ardından soğan tohumun fiziksel özelliklerinin yaklaşık 1,5 kat büyüdüğü ve bin dane ağırlığının yaklaşık 2,5 kat arttığı saptanmıştır. Tohumların mekanik özellikleri bakımından, taşıma ve depolama için kullanılan farklı yüzeylerdeki davranışları incelenmiş ve tohum uygulamaları sonrasında bu yüzeylerdeki değişimin istatistiki olarak önemli farklılıklara neden olduğu ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: *Allium cepa* L., soğan tohumu, sürtünme katsayıları, tohum film kaplama, tohum pelletleme.

* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** ¹ Zeynep DUMANOĞLU, Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, 12000, Bingöl, Türkiye, zeyno0191@gmail.com / **OrcID:** 0000-0002-7889-9015

² Bülent ÇAKMAK, Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, İzmir, Türkiye, e-posta: bulent.cakmak@ege.edu.tr / **OrcID:** 0000-0002-3587-0933

Effects of Seed Coating and Pelleting Applications on The Quality of Onion Seeds (*Allium cepa* L.)

Abstract: The onion (*Allium cepa* L.) is one of the most important plants in the commercial sense in our country. Several studies have been done to increase the production of better quality seeds and mechanization practices on large areas. Seed treatments (film coating and pelleting) are carried out in order to ensure that seeds, especially in amorphous, light and small size, reach a large, heavy, smooth surface. In this study, some physical (shape, size, surface area, thousand grain weight) and mechanical (static and dynamic friction coefficient) properties of seeds were determined after seed application. When the physical properties of the onion seeds on which the seeds were applied were examined, it was found that it grew about 1.5 times and the weight of thousand seeds increased about 2.5 times. In terms of mechanical properties of seeds, the behavior of different surfaces used for transportation and storage are examined. It was determined that the change in these surfaces caused statistically significant differences after seed application.

Keywords: *Allium cepa* L., friction coefficient, onion seed, seed film coating, seed pelleting.

Giriş

Tohum, bitkisel üretim girdilerinin içinde önemli bir yere sahiptir. İklim, su, gübre ve diğer gereksinimler gibi tohum kalitesi de üretim miktarına doğrudan etki etmektedir. Bu nedenle tohum kalitesini artırıcı yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemler arasında yer alan film kaplama ve pelletleme uygulamaları, tohum yapısına bağlı olarak sıkça tercih edilmektedir. Özellikle farklı renklerde uygulanan film kaplama malzemelerinin bitkisel üretim sırasında oluşabilecek hataların (ekim sıklığı-derinliğinin doğru uygulanmaması) önüne geçildiği araştırmacılar tarafından belirtilmiştir (Duman ve İlbi, 2001; Gençkan ve ark., 2005; Eser ve Gökçöl, 2009).

Hafif ve amorf yapıya sahip küçük boyutlu tohumların özellikle geniş alanlara mekanizasyon yardımı ile ekiminin başarıyla gerçekleştirilebilmesi için tohumların bu uygulamalar ile ağır, homojen ve büyük hale getirilmesi gerekmektedir. Makineli ekim için uygun forma getirilen tohumların toprağa yerleştirilmeleri daha kolay olmakta ve bu bitkilerin geniş alanlarda bitkilerin tarımının yapılmasına olanak sağlamaktadır. Bunun yanında uygulama yapılan tohumların olumsuz çevre etkisinden (sıcaklık ve su stresi gibi) de en az düzeyde etkileneceği ön görülmektedir (Dumanoğlu, 2016).

Soğan, *Allium* cinsine ait 700'den fazla türü bulunan önemli bir bitkidir. Anavatanı ile ilgili pek çok söylem olmasına karşın ülkemizin de içinde bulunduğu Orta Asya ülkeleri olduğu kabul edilmektedir (Shrestha, 2007; Candar, 2013). Ülkemizde geniş alanlarda üretimi yapılan soğan; kuru soğan olarak 2015/16 döneminde yaklaşık 57.704 ha alanda üretilmiş ve kullanılabilir olarak 1.800.263 t ürün elde edilmiştir. Yine aynı dönemdeki taze soğan üretimi ise üretim alanı belirtilmemesine karşın 138.432 t olarak gerçekleşmiştir (TÜİK, 2017). Soğan tohumu kademeli olarak çiçeklenmesi ve tohum özelliğine bağlı olarak iki ya da üç büyüme sezonuna ihtiyaç duymaktadır (Candar, 2013).

Bünyesinde yer alan vitamin ve mineral bakımından (C vitamini, Kalsiyum, Demir gibi) zengin olan soğan, aynı zamanda içerdiği kükürtlü maddeler nedeniyle antiseptik özelliğine de sahiptir (Günay, 2005; Candar, 2013).

Beslenme ve ticari anlamda kıymetli olan bu bitkinin üretim miktarının artırılması gerekmektedir. Daha geniş arazilere mekanizasyon aracılığı ile ekiminin gerçekleştirilebilmesi için, tohumların ekim makinasının ekici ünitesine uygun formda olması üretim maliyetlerinin düşmesi açısından önem taşımaktadır. Bu nedenle, çalışmada soğan tohumlarının mevcut amorf yapısının daha homojen bir forma ulaşması amacıyla tohum kalitesini artırıcı yöntemler uygulanmıştır. Hazırlanan tohumların ekim makinesiyle tohum yatağına ulaşmasında hem birbirleriyle hem de yüzeyle sürtünerek ilerlemesi söz konusudur. Ayrıca tohumların depolanması sırasında bir yerden başka bir yere taşınmasında da farklı özelliklere sahip yüzeyler üzerinden geçmektedir. Kolaylıkla ve tohum yüzeyi zarar görmeden sağlıklı bir şekilde bu işlemlerin gerçekleştirilebilmesi için tohuma ait sürtünme (statik-dinamik) özelliklerinin belirlenmesi gerekmektedir. Böylelikle, işleme bağlı olarak yüzey seçimi önceden belirlenerek tohumların aktarımı gerçekleştirilebileceği ön görülmektedir.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada, Soğan (*Allium cepa L.*)'nın tohumlarından *Valencia* cinsi kullanılmıştır. Tohumlar, kontrol ve kaliteyi artırıcı yöntemlerden olan film kaplama ve pelletleme yöntemleri uygulanan tohumlar olarak hazırlanmıştır. Daha sonra bu tohumların özellikleri ayrı ayrı incelenmiştir.

Film kaplama malzemesi olarak konunun uzmanı bir firmaya ait standart polimerik film kaplama materyali kullanılırken; pelletleme malzemesi olarak organik (mısır kocanı, bezelye kabuğu, barbunya kabuğu, enginar yaprağı gibi), inorganik (kil) ve yapıştırıcı madde (şekerli su) kullanılmıştır (Dumanoglu, 2016). Kullanılan tüm malzemelerin tohumun çimlenmesine engel olmayacak kalınlıkta ve özellikte olmasına özellikle önem verilmiştir.

Tohumun etrafını saracak olan malzemenin kalınlığı, tohumun formuna bağlı olarak değişmektedir. Tohum uygulamaları sonrasında daha homojen bir forma sahip, ekici düzenden problem yaşamadan kolaylıkla ekim işlemini gerçekleştirebilmek hedeflenmektedir. Ancak tohumu saran bu materyallerin kesinlikle tohumun çimlenmesini önleyici yapı ve özellikte olmamasına dikkat edilmelidir. Zira tohumu saran bu katmanın kalınlığı tohum çimlenmesini önleyici bir bariyer etkisi de oluşturabilmektedir. Bu durumda, ekim işlemi mekanizasyon yardımı ile başarıyla gerçekleştirilse dahi, tohumların çimlenmesi-çıkışı gerçekleşmeyecek ve üretici zarar edecektir. Bu nedenle, çalışmada tohumların çimlenme durumları da incelenmiştir. ISTA (2007) kurallarına bağlı olarak soğan tohumları çimlendirilmiş, tohumların ortalama çimlenme yüzdeleri ise kontrol grubundaki tohumlar %97, film kaplı tohumlar %98 ve pelletlenen tohumlar %83 oranında saptanmıştır. Böylelikle tohumlara uygulanan malzeme kalınlığı ve miktarının tohumların çimlenme yüzdesini olumsuz yönde etkilemediği belirlenmiştir.



Şekil 1. Statik sürtünme katsayısının belirlenmesinde kullanılan düzenek

Çalışmada, tohumlara ait temel özellikler Nexius Zoom marka stereo mikroskop ile mikroskoba ait yazılım (Image Focus 4.0 V2.4) kullanılarak belirlenmiştir. Soğan tohumlarının statik sürtünme katsayısı değerlerinin belirlenmesi için, EÜ Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalında tasarlanıp, üretilen bir düzenek kullanılmıştır (Şekil 1). Dinamik sürtünme katsayılarının belirlenmesinde ise Geratech marka 0,001 kg f hassasiyetli dijital el dinamometresi kullanılmıştır (Şekil 2). Ayrıca tohuma ait sürtünme (statik-dinamik) değerlerinin belirlenmesinde farklı düzeneklerden faydalanılarak çalışmanın daha zenginleşmesi amaçlanmıştır.



Şekil 2. Dinamik sürtünme katsayısının belirlenmesinde kullanılan düzenek

Yöntem

Bu çalışmada, soğan (*Allium cepa L.*)'nin *Valencia* cinsinin tohumlarına yapılan tohum film kaplama ve pelletleme uygulamaları sonrasında hazırlanan tohumların bazı fiziksel ve mekanik özellikleri belirlenmiştir. Fiziksel özellikleri açısından tohuma ait şekil, boyut, yüzey alan ve bin dane ağırlığı (g) ile mekanik olarak statik sürtünme katsayısı ve dinamik sürtünme katsayısı üçer tekrarlı olacak şekilde beş farklı yüzey (kâğıt, ahşap, alüminyum, branda, kauçuk) üzerinde tekrarlı olacak şekilde denetlenmiştir. Bu yüzeyler, tohumların taşınması ve depolanması sırasında kullanılan ya da kullanılacak yüzeylerden olmasına özen gösterilmiştir. Özellikle tohum miktarına bağlı olarak, laboratuvar gibi sınırlı ve dar alanlarda kağıt malzemeden faydalanılabileceği gibi depolanacak alana bağlı olarak ahşap, alüminyum, branda ya da kauçuk yüzeyler kullanılarak da tohumların aktarımı yapılabilmektedir.

Tüm ölçümler kontrol, film kaplı ve pelletlenmiş tohumlarına ayrı ayrı uygulanmıştır. Elde edilen veriler tesadüf deneme parselleri desenine göre SPSS V.18 paket programı kullanılarak $p < 0,05$ önem düzeyinde istatistiki olarak değerlendirilmiştir.

Tohumlara Ait Şekil ve Boyutların Belirlenmesi

Tohumların şekil ve boyutları pek çok tarımsal işlemin gerçekleştirilmesinin yanında (ekim, hasat, vb.) ayrıca ürün işleme basamaklarında (sınıflandırma, ayırma, temizleme gibi) kullanılacak olan makinaların (triyörler gibi) elek özelliklerinin (büyük, küçük veya oval, uzun vb.) seçilmesinde önem taşımaktadır. Özellikle kaliteli ürün elde edilmesi açısından tohumlara ait bu verilerin bilinmesi gerekmektedir. Tohumlara ait temel özellikler içinde uzunluk (a), genişlik (b) ve kalınlık (c) değerleri yer almaktadır.

Çizelge 1. Geometrik özelliklerine göre tohumların sınıflandırılması <(Yağcıoğlu, 2015)>

Tohumların geometrik tanımlaması	Tane genişliği/Tane uzunluğu (b/a)
Uzun taneler	0.6
Orta taneler	0.6 – 0.7
Kısa taneler	> 0.7

Tohumlar, geometrik özelliklerine bağlı olarak uzun, orta, kısa taneler olarak (Çizelge 1), şekillerine göre ise yuvarlak, oval, uzun taneler olarak sınıflara ayrılmaktadır (Çizelge 2).

Çizelge 2. Tanelerin şekillerine göre sınıflandırma <(Yağcıoğlu, 2015)>

Tohumların şekil olarak tanımlanması	Uzunluk (a), Genişlik (b), Kalınlık (c) (mm)
Yuvarlak taneler	$a \approx b \approx c$
Oval taneler	$b \approx c > a/3$
Uzun taneler	$c < b < a/3$

Bu çalışmada, soğan tohumlarından rastgele 100'er adet tohum seçilmiş ve bu tohumlardan kontrol-film kaplı-pelletlenmiş olanlarda ait temel özellikler, stereo mikroskop yardımı ile belirlenmiştir. İncelenen soğan tohumlarının uygulama öncesi ve sonrasında tohum büyüklüklerindeki değişimi mikroskop altında incelenmiş ve ölçümlenmiştir.

Tohumların Yüzey Alanlarının Belirlenmesi

Tohum yüzey alanının belirlenmesi tohum uygulamaları sırasında kullanılacak olan malzeme miktarının belirlenmesi açısından önem taşımaktadır. Bu nedenle stereo mikroskop ile tohumlara ait yüzey alan değerleri belirlenmiştir. Kontrol, film kaplı, pelletlenmiş soğan tohumlarından rastgele seçilen 100'er adet tohum ayrı ayrı

incelenmiştir. Elde edilen veriler kullanılarak aşağıdaki eşitlik yardımıyla tohumlara ait iz düşüm alanı (mm^2) belirlenmiştir (Kara, 2012).

$$A = (\pi * L * W)/4$$

L : Tohum tane uzunluğu (mm)

W : Tohum tane genişliği (mm)

π : 3.14

Tohumların Bin Dane Ağırlığının Belirlenmesi

Kontrol, film kaplı, pelletlenmiş soğan tohumlarından rastgele olacak şekilde 1000'er adet tohum rastgele olacak şekilde belirlenmiş ve üçer tekrarlı olacak tartılarak, belirlenmiştir.

Tohumların Statik Sürtünme Katsayısının Belirlenmesi

Tohumların birbirleri üzerinde ve yüzeyle yapmış olduğu sürtünme sonucunda meydana gelen sürtünme direnci ve bu değerden bir katsayı hesaplanmaktadır (Alayunt, 2000). Statik sürtünme katsayısı değerlerinin bilinmesi tohumların depolanması (silo, depo içerisinde) ve taşınması (ürün işleme sırasında konveyörler, bantlı elevatörler tarafından) sırasında özellikle kaplanmış/pelletlenmiş olan tohumların dış yüzeylerindeki malzemelerin aşınması, dağılması, kırılıp parçalanması gibi olumsuz durumların önlenmesi açısından önem taşımaktadır.

Oluşturulan düzenekte, hareketini elektrik motorundan alan kol kademesiz hareketlendirilen bir platform bulunmaktadır. Platform 150 mm strokta limit anahtarla kontrol edilmektedir. Bu strok içinde platform eğimi 0-65° arasında hassas ve kademesiz olarak değiştirilebilmektedir. Böylece düzenekteki platform üzerine konan örneklerin statik sürtünme açıları hassas bir şekilde belirlenebilmektedir.

Fleksiglass malzemeden üretilen platform, zemine paralel (yatay) konumda iken üzerine kâğıt, ahşap, alüminyum, branda, kauçuk olmak üzere beş farklı yüzey sabitlenmiş ve uygulama yapılan tohumlar bu yüzey üzerinde serbest olacak şekilde yerleştirilmiştir.

Kâğıt yüzey olarak, standart çimlendirme kâğıdı (100x100 mm), ahşap yüzey olarak kontrplak (50x50x5 mm), alüminyum yüzey için 6060 kalite malzeme (50x50x5 mm); branda (50x50x5 mm), PE kalın dokuma branda ve kauçuk yüzey için standart konveyör bandı kullanılmıştır (50x50x5 mm). Soğan tohumlarının nem durumu ise, ISTA (2007) kurallarına bağlı olarak % 6,92 olarak bulunmuştur.

Statik sürtünme denemeleri, kontrol ve uygulama yapılan soğan tohumları için üçer tekrarlı olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Tohumlar, eğimi değişen platform üzerinde sabit konumdan hareketli konuma geçtikleri anda platformun eğim açısı belirlenmiş ve aynı zamanda fotoğraflanarak kayıt altına alınmıştır. Platform açısının doğrulanması için alınan fotoğraflar Solid Works 2012 programına aktarılmış ve belirlenen açı değerlerinin doğrulanması yapılmıştır. Elde edilen değerler SPSS V.18 paket programına aktarılarak $p < 0.05$ önem düzeyinde değerlendirilmiştir.

Tohumların Dinamik Sürtünme Katsayısının Belirlenmesi

Tohumlarda dinamik sürtünme katsayısı iki ayrı yöntem (döner plakalı- yatay doğrusal hareket yöntemleri) ile tespit edilebilmektedir (Alayunt, 2000; Kara, 2012). Bu çalışmada, yatay doğrusal hareketli plaka yöntemi kullanılarak soğan tohumlarına ait dinamik sürtünme katsayısı değerleri belirlenmeye çalışılmıştır. Bu yöntemde tohumlar yatay yüzeyi hareketli bir plakaya yerleştirildikten sonra ağırlığı bilinen bir yük ile yüklenmekte ve yatay düzlemde sürtünme yüzeyi hareket ettirilerek tohumların yüzeye yapmış oldukları sürtünme kuvvet değeri ölçülmektedir. Bu ölçümün alınması sırasında cihaz bir veri toplama ünitesine de bağlanmaktadır. Böylelikle elde edilen anlık verilerin tamamı bu veri toplama ünitesi içerisine depolanmaktadır (Alayunt, 2000; Kara, 2012). Elde edilen veriler aşağıdaki eşitlik yardımı ile değerlendirilir. Bu çalışmada ikinci yöntem uygulanmış ve elde edilen veriler aşağıdaki eşitlikte kullanılarak kontrol ve uygulama yapılan tohumların dinamik sürtünme katsayıları hesaplanmıştır.

$$\mu_d = F_s / F_n$$

μ_d : Dinamik sürtünme katsayısı, boyutsuz

F_s : Sürtünme kuvveti (N)

F_n : Normal Kuvvet (N)

Kontrol ve uygulama yapılan soğan tohumları hazırlandıktan sonra 20x20 mm boyutlarında, her iki tarafına çift taraflı bant yapıştırılmış ahşap kalıpların üzerine boşluk kalmayacak şekilde yerleştirilmiştir. Bu amaçla hazırlanan tohum plakaları uygulama öncesinde tartılmış ve plaka üzerine etkiyen düşey kuvvete eklenerek hesaplama hatası giderilmiştir. Bu değerler, kontrol grubu plakası için 27.35 g, film kaplı tohum plakası için 27.50 g ve pelletlenen tohum plakası için 27.44 g olarak belirlenmiştir.

Hazırlanan plakalardaki tohumlar yüzeye temas edecek şekilde sürtünme yüzeyi üzerine yerleştirilip üzerine değeri bilinen ağırlıklar eklenmiştir. Bu düzen yatay düzlemde sabit olarak konumlandırılan 0.001 kgf hassasiyetli dijital dinamometrenin yük algılama koluna bağlanmıştır. Daha sonra standın yan tarafındaki kol ile doğrusal ve tek yönde sabit hızla düzenin çekilmesi sağlanmıştır (Şekil 2). Statik sürtünme denemesinde kullanılan beş ayrı yüzey, üçer tekrarlı olarak şekilde soğan tohumlarına ait dinamik sürtünme katsayılarının belirlenmesinde de kullanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Tohumlara Ait Şekil ve Boyutların Belirlenmesi

Soğan tohumlarına ait temel ölçüleri belirlenmiştir. Bu değerlere göre kontrol grubunda yer alan tohumların uzunluk değerinin minimum 0.51 mm, maksimum 1.83 mm ve ortalama olarak 1.52 mm belirlenmiştir. Film kaplı soğan tohumlarınsa uzunluk değerleri açısından minimum 1.08 mm, maksimum 1.72 mm ortalama ise 1.51 mm değerine sahip olduğu bulunmuştur. Pelletlenen soğan tohumlarının uzunluk değeri bakımından minimum 1.52 mm, maksimum 2.37mm ve ortalama 1.51 mm değerine sahip olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Soğan tohumlarına ait ölçüler

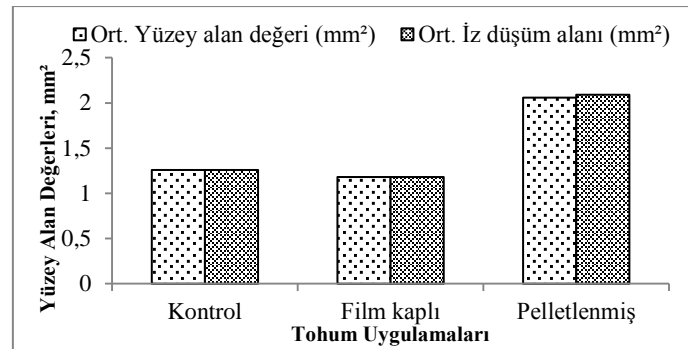
Tohum Uygulamaları	Uzunluk (a) (mm)				Genişlik (b) (mm)			
	Min.	Mak.	Ort.	σ	Min.	Mak.	Ort.	σ
Kontrol	0.51	1.83	1.52	0.12	0.82	1.25	1.06	0.08
Film kaplı	1.08	1.72	1.51	0.11	0.70	1.49	1.06	0.10
Pelletlenmiş	1.52	2.37	1.88	0.13	1.18	1.80	1.42	0.13

Soğan tohumlarının genişlik değerleri ise; kontrol grubunda yer alan tohumların minimum 0.82 mm, maksimum 1.25 mm ve ortalama 1.06 mm olarak belirlenmiştir. Film kaplı soğan tohumlarının yer aldığı gruptaki genişlik değerleri ise, minimum 0.70 mm, maksimum 1.49mm ve ortalama 1.06 mm olarak bulunmuştur. Pelletlenen soğan tohumlarının genişlik değerleri ise; minimum 1.18mm, maksimum 1.80mm ve ortalama 1.42 mm olarak tespit edilmiştir (Çizelge 3).

Geometrik özellikleri bakımından kontrol-film kaplı-pelletlenmiş soğan tohumları incelendiğinde (Yağcıoğlu, 2015), kontrol ve film kaplı tohumların orta boyutlu taneler sınıfında yer aldığı ancak, pelletlenerek boyutları arttırılan tohumların uzun boyutlu taneler sınıfına girdiği belirlenmiştir. Ayrıca soğan tohumları şekil özelliklerine göre incelendiğinde, tohumların uygulama öncesi ve sonrasında oval şekilde olduğu belirlenmiştir. Pelletlemenin tohumun şekil özellikleri (W/L) üzerine etkisi $p<0.05$ önem düzeyinde önemli bulunmuştur.

Tohumların Yüze Alanlarının Belirlenmesi

Soğan tohumlarının kontrol grubunda ortalama yüzey alan değeri ve ortalama iz düşüm alanı ise 1.26 mm^2 olarak belirlenmiştir. Film kaplı tohumlarda ise ortalama yüzey alan değeri ve ortalama iz düşüm alanı 1.18 mm^2 olarak saptanmıştır. Pelletlenmiş tohumlarda ise yüzey alan değeri 2.06 mm^2 , ortalama iz düşüm alanı ise 2.09 mm^2 olarak bulunmuştur. Tohum uygulamalarından film kaplama işleminin tohum ölçülerinde çok fazla değişikliğe neden olmadığı ancak pelletleme işleminin tohum boyutlarını arttırdığı belirlenmiştir (Şekil 3).



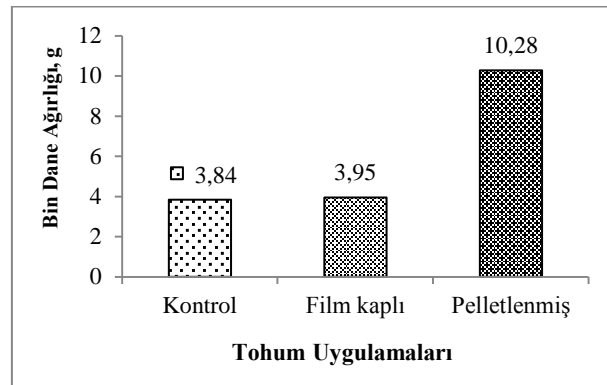
Şekil 3. Tohumlarına ait ortalama yüzey alan ve ortalama iz düşüm alanları

Kontrol ve uygulama yapılan soğan tohumlarının yüzey alan değerlerinin tohum durumundan istatistiksel olarak etkilendiği sonucuna ulaşılmıştır ($P<0.05$). Tohumlarının ortalama yüzey alanı değerlerinin DUNCAN

gruplandırmasına göre kontrol grubundaki tohumlar 1.26 mm^2 , film kaplı tohumlar 1.14 mm^2 ve pelletlenen tohumlar 2.05 mm^2 değerlerini elde etmiş ve ayrı gruplarda yer almıştır. Kontrol grubundaki tohumlar ile film kaplı olanlar arasında çok küçükte olsa bir yüzey alan değerleri arasında farklılık belirlenmiştir. Bu durum tohumların her uygulama öncesinde, tohum yığını içerisinde rast gele olacak şekilde seçilmesinden kaynaklanmaktadır. Bu seçim tohum yığının özelliklerinin bütünüyle çalışmaya yansıtılması amacıyla yapılmaktadır. Soğan tohumlarının ortalama iz düşüm alan değerleri ile ilgili olarak istatistiksel analiz yapılmıştır. DUNCAN gruplandırmasına göre kontrol grubu 1.26 mm^2 , film kaplı tohumları 1.18 mm^2 ve pelletlenen tohumlar 2.09 mm^2 değerleri ile ayrı ayrı gruplarda değerlendirilmiştir ($P < 0.05$).

Tohumların Bin Dane Ağırlığının Belirlenmesi

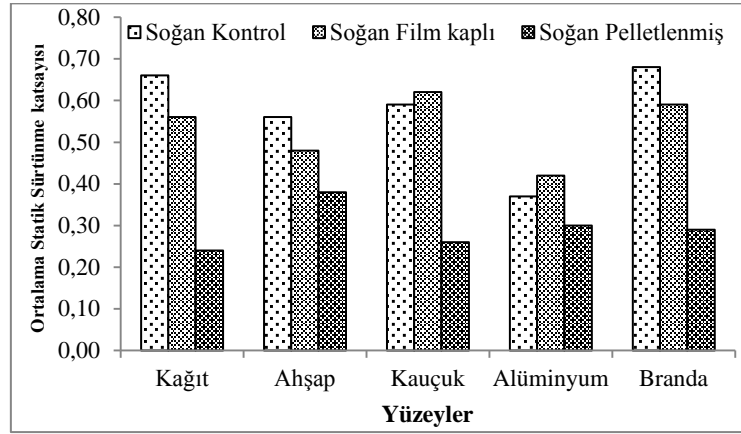
Soğan tohumlarının bin dane ağırlıkları incelendiğinde, kontrol grubu 3.84 g, film kaplılar 3.95 g ve pelletleme uygulaması yapılan tohumlar 10.28 g olarak belirlenmiş ve özellikle pelletli tohumların ağırlıkları yaklaşık 2.5 kat artmıştır (Şekil 4). Bir sonuçtan pelletleme uygulaması ve malzemesinin soğan tohumların ağırlıklarına doğrudan etki ettiği ve olumlu anlamda ağırlık artışına neden olduğu anlaşılmaktadır.



Şekil 4. Tohumların bin dane ağırlıkları (g/1000dane)

Tohumların Statik Sürtünme Katsayısının Belirlenmesi

Soğan tohumlarının kontrol ve uygulama yapılan tohumlarına ait statik sürtünme dirençleri farklı yüzeylerde (kağıt, ahşap, alüminyum, branda, kauçuk) tekrarlı olacak şekilde ölçülmüştür.



Şekil 5. Tohumlarının ortalama statik sürtünme katsayı değerleri

Soğan tohumlarının ortalama statik sürtünme katsayı değerlerinin birbirlerine yakın fakat farklı değerler de olduğu belirlenmiştir. Kontrol grubunda yer alan tohumlarda en yüksek statik sürtünme katsayısı 0.34 ile branda yüzeyde elde edilirken; en düşük değer ise 0.20 ile alüminyum yüzeyde belirlenmiştir. Film kaplı tohumlarda ise, kauçuk yüzeyde 0.32 ile en yüksek değer belirlenirken, 0.23 ile en düşük değer alüminyum yüzeyde saptanmıştır. Pelletlenen soğan tohumlarında en yüksek değer ahşap yüzeyde 0.21, en düşük değer ise 0.14 ile kağıt yüzeyde olduğu belirlenmiştir (Şekil 5).

Çizelge 4. Soğan tohumlarına ait statik sürtünme katsayısı DUNCAN gruplandırması

Tohum Uygulamaları	Statik Sürtünme Katsayısı
Pelletlenmiş	0.29 ^a
Film kaplı	0.53 ^b
Kontrol	0.57 ^b

Soğan tohumlarının statik sürtünme katsayısı ile ilgili DUNCAN gruplandırmasında kontrol ve film kaplı tohumların aynı grup içerisinde yer aldığı ancak pelletlenen tohumların ise yüzey farklılıklarından daha fazla etkilendiği istatistiki olarak belirlenmiştir (Çizelge 4).

Soğan tohumları statik sürtünme katsayılarına ait DUNCAN gruplandırmasına göre beş farklı yüzey içerisinde ahşap, kağıt, kauçuk ve branda yüzeyler aynı grup altında, alüminyum farklı gruplar içerisinde yer almıştır. Alüminyum yüzey özellikleri bakımından tohumları daha belirgin bir şekilde etkilediği istatistiki olarak belirlenmiştir (Çizelge 5).

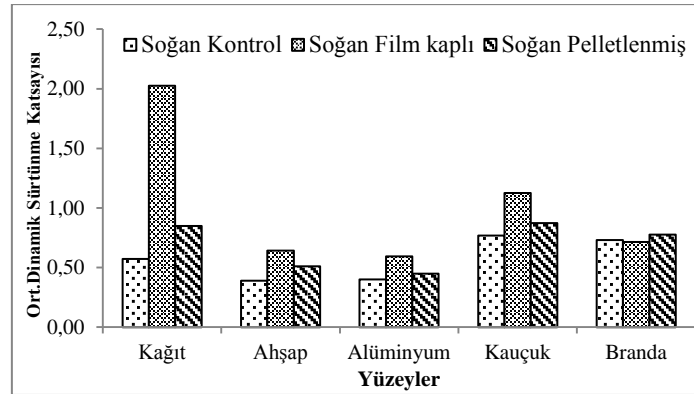
Çizelge 5. Soğan tohumlarının statik sürtünme katsayısı (yüzey) ve DUNCAN gruplandırması

Yüzey	Statik Sürtünme Katsayısı
Alüminyum	0.36 ^a
Ahşap	0.47 ^b
Kağıt	0.49 ^b
Kauçuk	0.49 ^b
Branda	0.52 ^b

Tohumların Dinamik Sürtünme Katsayısının Belirlenmesi

Soğan tohumlarının, farklı yüzeylerde (kağıt, ahşap, alüminyum, branda, kauçuk) dinamik davranışlarının belirlenmesi amacıyla dinamik sürtünme katsayıları saptanmıştır. Kontrol ve uygulama yapılan tohumların dinamik sürtünme katsayısı değerleri Şekil 7’te görülmektedir.

Kontrol grubundaki soğan tohumları 0.77 ile kauçuk yüzeyde en yüksek direnci gösterirken, 0.39 ile en düşük değeri ahşap yüzeyde direnç göstermiştir. Film kaplı tohumlarda en yüksek değer 2.03 ile kağıt yüzeyde belirlenmiştir. Dinamik sürtünme katsayı değerinin 1’in üzerine çıkması özellikle tohum yüzeyine uygulanan film malzemesinin gerekenden fazla olması durumunda tutunma miktarının ne kadar yüksek olduğunu göstermek amacıyla Şekil 6 üzerinde belirtilmiştir. En düşük değerse 0.64 ile ahşap yüzeyde belirlenmiştir. Pelletlenen tohumlarda ise; en yüksek değer 0.88 ile kauçuk yüzeyde elde edilirken, en düşük değer 0.45 ile alüminyum yüzeyde elde edilmiştir (Şekil 6).



Şekil 6. Tohumlarının ortalama dinamik sürtünme katsayısı değerleri

Tohum uygulamaları sonrasında genel olarak dinamik sürtünme katsayıları bakımından pelletlenen tohumlarının ve film kaplı tohumların kontrol grubuna göre daha önemsiz çıktığı yapılan DUNCAN gruplandırması sonucu ortaya çıkmıştır (Çizelge 6).

Çizelge 6. Soğan tohumlarına ait dinamik sürtünme katsayısı DUNCAN gruplandırması

Tohum Uygulamaları	Dinamik Sürt. Katsayısı (boyutsuz)
Kontrol	0.57 ^a
Pelletlenmiş	0.69 ^b
Film kaplı	1.02 ^c

Dinamik sürtünme katsayı değerlerinin beş farklı yüzeydeki değişimine ait DUNCAN gruplandırılması sonucunda alüminyum ve ahşap yüzeyler aynı grup içerisinde olmak üzere diğer branda, kauçuk ve kağıt yüzeyler ayrı birer grup olarak değerlendirilmiştir (Çizelge 7). Alüminyum ve ahşap yüzeylerin diğer yüzeylere göre istatistiki olarak da tohumlar üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 7. Soğan tohumlarının dinamik sürtünme katsayısı (yüzey) ve DUNCAN gruplandırması

Yüzey	Dinamik Sürt. Katsayısı (boyutsuz) (fs/fn)
Alüminyum	0.48 ^a
Ahşap	0.51 ^a
Branda	0.74 ^b
Kauçuk	0.92 ^c
Kağıt	1.15 ^d

Sonuç

Ülkemizde ticari anlamda ön plana çıkan bitkilerden biri olan soğan bitkisine ait tohumların tohum uygulamaları (film kaplama-pelletleme) yardımı ile boyutlarının, yüzey alan değerleri ve bin dane ağırlıklarının arttığı belirlenmiştir. Yapılan uygulamaların tohumların çimlenmesini önleyici bir bariyer etkisi oluşturmadığı, film kaplı tohumların %98, pelletlenen tohumların ise %86 oranında çimlendiği ISTA (2007) kurallarına göre belirlenmiştir. Mekanizasyon yardımı ile daha geniş alanlarda ekiminin gerçekleştirilmesi için uygun forma gelen tohumların ayrıca taşıma ve depolama işlemlerinde kullanılacak sistemlerinde, tohumun dış yapısına zarar vermeyen bir yüzey seçilebilmesi için beş farklı yüzeyde mekanik özellikleri de incelenmiştir. Bu yüzeyler sadece büyük ve geniş alanlar değil laboratuvar gibi sınırlı alanlarında ihtiyaçları gözetilerek belirlenmiştir.

Tohum kalitesini arttırmaya yönelik olarak yapılan film kaplama ve pelletleme uygulamalarının sonucunda soğan tohumunun boyutlarının arttığı, 3.84 g olan bin dane ağırlığının film kaplama uygulaması sonrasında 3.95 g'a, pelletleme uygulaması sonrasında ise 10.28 g'a ulaştığı belirlenmiştir.

Tohumların hem birbirleri üzerinden hem de yüzeyle yapmış oldukları sürtünme (statik-dinamik)nin belirlenmesi için düzenekler oluşturulmuş, tekrarlı olacak şekilde yapılan denemeler sonrasında elde edilen veriler SPSS V18 paket programında istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Soğan tohumlarının (kontrol-film

kaplı-pelletlenmiş) statik sürtünme katsayıları farklı yüzeyler üzerinde incelendiğinde, genel olarak pelletlenen tohumların bu durumdan daha fazla etkilendiği, yüzeyler bakımında ise alüminyumun diğer yüzeylere göre tohumları daha fazla etkilediği ortaya çıkmaktadır.

Dinamik sürtünme katsayı bakımından soğan tohumları (kontrol-film kaplı-pelletlenmiş) incelendiğinde ise, özellikle uygulamalarda kullanılan materyal miktarının ne kadar etkili olduğunu göstermek adına Şekil 7 üzerinde film kaplı soğan tohumlarının dinamik sürtünme katsayısının 1'i nasıl geçtiğine vurgu yapılmıştır. Bunun dışında yüzeyler bakımından dinamik sürtünme de sadece alüminyum değil aynı zamanda ahşapta istatistiksel olarak aynı grupta yer almış ve diğer yüzeylere göre tohumlara etki ettikleri istatistiksel olarak belirlenmiştir.

Teşekkür Bilgi Notu

2013-ZRF-022 nolu Bilimsel Araştırma Projesine destek veren *Ege Ün. Araştırma Fonu*'na teşekkür ederiz.

Kaynakça

- Alayunt F. N., 2000. Biyolojik Malzeme Bilgisi, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makineleri Bölümü Ders Kitabı, Ege Ün. Ziraat Fak. Yayınları No: 541, İzmir.
- Candar A., 2013. Soğan (*Allium cepa L.*) Tohumu Üretiminde Kullanılan Baş Soğanların Farklı Dikim Sistemlerinin Tohum Verimine Etkileri, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enst. Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Bursa
- Duman İ. ve H. İlbi, 2001. Bazı Sebze Tohumlarının Optimum Önçimlendirme Sürelerinin ve Yöntemlerinin Belirlenmesi, E.Ü. Araştırma Fonu, 99-ZRF-002 nolu proje sonuç raporu, s:81, İzmir.
- Dumanoğlu Z., 2016. Bazı Tıbbi ve Aromatik Bitki Tohumları İçin Uygun Kaplama ve Pelletleme Yöntemlerinin Belirlenmesi, Ege Ün. Fen Bilimleri Enst. Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, İzmir
- Eser B., Duman İ., ve A. Gökçöl, 2009. Türk Tarımında Tohumun Stratejik Önemi, Türktarım, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Dergisi, Tem-Agus. 2009, Sayı:188, s:30-38, Ankara.
- Gençkan T., M. E. Turgay, H. H. Geçit, B. Bozkurt, E. Ergun, H. Ekiz, K. Yalvaç, M. N. Gevrek, A. Elçi ve A. Balkan, 2005. Türkiye'de Tohumluk Fide ve Fidan Üretimi ve Kullanımı, Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi, 2:803-823.
- Günay A., 2005. Sebze Yetiştiriciliği cilt I. Meta Basım Evi, İzmir, 403 s
- International Rules for Seed Testing (ISTA), 2007. International Rules for Seed Testing Book
- Kara M., 2012. Biyolojik Ürünlerin Fiziksel Özellikleri, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 242, Erzurum.

- Shrestha, H., 2007. A plant monograph on onion (*Allium cepa L.*). The School of Pharmaceutical and Biomedical Sciences Pokhara University Simalchaur, Pokhara, Nepal, 6s.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), 2017. Yıllara göre Bitkisel Denge Tabloları-Sebzeler, www.tuik.gov.tr (erişim tarihi: 12.09.2017)
- Yağcıoğlu A., 2015. Ürün İşleme, Ege Üniversitesi Yayınları Ziraat Fakültesi Yayın No: 517, Genişletilmiş 2. Baskı, İzmir.



Kuru Kayıslarda Ferrik Oksit ve Ozon Gazı Uygulamalarının, Kuru Meyve Akarı *Carpoglyphus lactis* (L.) (Acari: Carpoglyphidae) Kaynaklı Mikrobiyal Bulaşma Yüküne ve Meyve Kalite Parametrelerine Etkisinin Belirlenmesi

**Ayşegül YILDIRIM KUMRAL^{1*}, Vefa TURGU², Ece YILDIZ³, Nabi Alper KUMRAL⁴,
Rabia Nur ÇEVİK⁵, İlknur SEVİNÇ⁶, Gamze KARAPAPAK⁷,
Asude Nur YÜKSEL⁸, Esra ERSÖZ⁹**

Öz: Türkiye kuru kayısı üretiminde dünyada birinci sırada olup, kayısı üretiminin önemli bir kısmını tek başına karşılamaktadır. Kayısı meyvelerinin kurutulması su kapsamının düşürülmesi mikrobiyal etmenlerin gelişmesini her ne kadar engelse de şeker kristallerinin artışı kuru meyve akarı *Carpoglyphus lactis* (L.) (Acari:

* Sorumlu yazar/Corresponding Author: 1 Ayşegül YILDIRIM 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 Vefa TURGU, Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Bursa, Türkiye, vefaturgu@hotmail.com, [OrcID 0000-0002-0235-9709](https://orcid.org/0000-0002-0235-9709)

³ Ece YILDIZ, Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa, Türkiye, yildiizece.95@gmail.com, [OrcID 0000-0001-9678-5807](https://orcid.org/0000-0001-9678-5807)

⁴ 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)

⁵ Rabia Nur ÇEVİK, Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa, Türkiye, rabiaaaa.cevikk@gmail.com, [OrcID 0000-0002-6234-7312](https://orcid.org/0000-0002-6234-7312)

⁶ İlknur SEVİNÇ, Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa, Türkiye, ilknursevinc8@gmail.com, [OrcID 0000-0002-6789-1122](https://orcid.org/0000-0002-6789-1122)

⁷ Gamze KARAPAPAK, Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa, Türkiye, gamzkrppk@gmail.com, [OrcID 0000-0003-0972-2395](https://orcid.org/0000-0003-0972-2395)

⁸ Asude Nur YÜKSEL, Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa, Türkiye, asudenur11@gmail.com, [OrcID 0000-0002-7706-8535](https://orcid.org/0000-0002-7706-8535)

⁹ Esra ERSÖZ, Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa, Türkiye, esraersz37@gmail.com, [OrcID 0000-0003-1261-2293](https://orcid.org/0000-0003-1261-2293)

Carpoglyphidae)'in üremesine imkan vermektedir. Zararlının bulaşması ve beslenmesi kuru meyvelerde bazı mikrobiyal etmenlerin gelişimini teşvik etmekte ve insanlarda sindirim sisteminde bozukluklara ve alerjen etkilere neden olmaktadır. Oksidasyon ve kısa süreli oksijen azaltıcı özelliği olan ozon gazı ile oksijen ve nem çekici özelliğe sahip ferrik oksit uygulamalarının kuru kayıslarda *C. lactis* popülasyonlarına etkisi daha önce belirlenmiştir. Farklı olarak, bu araştırma ile ozon gazı ve ferrik oksit uygulamalarının paketlenmiş kurutulmuş kayıslarda bu akarın bulaşıklığından kaynaklanan mikrobiyal yüke, meyve kalite parametrelerine ve duysal özelliklere olan etkisi ortaya konulmuştur. Araştırma sonuçlarına göre, 44 mg L⁻¹ ozon gazı ve 35000 mg L⁻¹ ferrik oksit uygulaması akar popülasyonlarını tamamen baskı altına alırken, bu uygulamaların toplam mezofil aerob bakteri, maya ve küf yüküne herhangi bir etkisi tespit edilmemiştir. Diğer taraftan, ozon uygulaması kuru kayıslardaki akar bulaşıklığına bağlı renk açılmalarını önlemiştir. Akar bulaşıklığı kayıslarda sertliği önemli düzeyde azaltırken, hem ozon hem de ferrik oksit uygulamaları bu parametreleri olumlu yönde düzeltmiştir. Ayrıca, ozon ve ferrik oksit uygulamalarının meyvenin duysal özelliklerine herhangi olumsuz etkisi belirlenmemiştir.

Anahtar Kelimeler: Akar, alerji, alternatif yöntemler, bulaşanlar, gıda güvenliği, kayısı.

Determination of the Effect of Ferric Oxide and Ozone Gas Applications on the Fruit Quality Parameters and Microbial Contamination Load Caused by Dried Fruit Mite, *Carpoglyphus lactis* (L.) (Acari: Carpoglyphidae) Infestation

Abstract: Turkey is the number one dried apricot producer, and alone provides the large part of the dried apricot production around the world. Although drying the fruits by reducing the water content prevents the development of microbial factors, the increase of sugar crystals allows the reproduction of the dried fruit mite *Carpoglyphus lactis* (L.) (Acari: Carpoglyphidae). Infection and feeding of the mites promote the development of some microbial factors on dried fruits and cause some disorders in the digestive system and allergic reactions in humans. The effects of ozone gas as an oxidative agent and short-term oxygen scavenger, and ferric oxide as an oxygen and moisture absorber against *C. lactis* populations have been shown previously. Unlike previous studies, in this study, the effect on microbial load caused by infestation, and the effect of these applications on the fruit quality parameters and sensory properties were also revealed. According to the results of this study, applications of 44 mg L⁻¹ of ozone gas and 35000 mg L⁻¹ of ferric oxide were completely suppressed mite populations, but no effect on the number of total mesophilic aerobic bacteria, yeasts and molds were detected. On the other hand, ozone application prevented the discoloration of the dried apricots caused by the mite infestation. Whilst mite infestation significantly decreased the firmness of the apricots, both ozone and ferric oxide treatments positively affected and improved these parameters. Additionally, no negative effects of ozone and ferric oxide treatments on sensory characteristics of fruits were detected.

Keywords: Allergy, alternative methods, apricot, contaminants, food safety, mite.

Giriş

Kayısı (*Prunus armeniaca* L.) Rosales takımının Rosaceae familyasının Prunoideae alt familyasının *Prunus* cinsine girer (Asma ve ark. 2017). Özellikle kuru olarak tüketilen kayısının faydaları oldukça fazladır. Yüksek demir içerdiğinden dolayı anemi hastalığına karşı etkilidir, selüloz içerdiğinden dolayı kabızlığa yani sindirime faydası vardır, kuru kayısının suyu güneş yanıklarında, kaşıntılarda, egzamada ve uyuzda etkili bir çözümdür, yüksek derecede A vitamini içerdiğinden göz sağlığına etkisi üst düzeydedir (Anonim, 2017a). Türkiye, dünya yaş ve kuru kayısı üretiminde birinci sırada yer almaktadır. Dünya kuru kayısı üretimi 176 bin ton civarında olup, Türkiye bunun %62'sini tek başına karşılamaktadır. Türkiye'yi İran ve Özbekistan uzak ara takip etmektedir. Dünya kuru kayısı ihracatına ilişkin veriler incelendiğinde, ülkemizin %74'lük pay ile söz konusu ürünün ihracatında birinci sırada yer alır. Dolar bazında baktığımız zaman ihracatımız 2014 yılında 344.297 (bin dolar) 2015 yılında 302.689 (bin dolar) olarak gerçekleşmiştir. Ülkemizde kayısı başta Malatya olmak üzere Elazığ, Erzincan, Sivas, Kars, Iğdır illeri ile Ege, Akdeniz, İç Anadolu ve Marmara bölgelerinde üretilmektedir. Malatya ilinde yetiştirilen kayısının büyük bölümü kurutulmaya yönelik olup, %90-%95'lik kısmı ihraç edilmektedir (Anonim 2017b, Anonim 2017c, Anonim 2017d).

Kayısı meyvelerinin kurutularak su kapsamının düşürülmesi mikrobiyal etmenlerin gelişmesini her ne kadar engellese de şeker kristallerinin artışı Kuru meyve akarı *Carpoglyphus lactis* (L.) (Acari: Carpoglyphidae)'in üremesine imkan vermektedir (Aksoy ve ark. 2004). Ayrıca ürün depolanma sürecinde, akar için uygun sıcaklık ve nem koşulları kolayca oluşmakta ve bu durum akar yoğunluğunun gelişmesine neden olmaktadır. Türkiye'de ilk kez bu akar Özer ve Toros (1978) tarafından belirlenmiş olup, depolanmış ürünlerde belirlenen en önemli tür olarak değerlendirilmiştir. Daha sonra, İzmir'de Kuru meyve akarının kuru incir, kuru kayısı ve kuru üzüm depolarındaki bulaşıklık oranı % 53.3 olarak saptanmıştır (Genç ve Özar 1986). Malatya, Elazığ ve İzmir illerinde depolanmış kuru kayıslarda yürütülen bir başka çalışmada ise akarların %69'u, zararlı akar türlerinin ise %97'sinin bu türe ait olduğu ortaya konulmuştur (Çobanoğlu ve ark. 2004).

Depo akarlarının bulaşmasının gıdalarda besin değeri düşmelerine sebep olduğu, ayrıca alerjen ve mikroorganizma taşıyıcısı oldukları daha önce belirlenmiştir. Ayrıca, *C. lactis*'in mikotoksin oluşturan *Aspergillus* ve *Penicillium* türleri ile ilişkisi daha önce tespit edilmiştir (Hubert ve ark. 2011; 2015). *Carpoglyphus lactis*'in chelicerası yardımıyla şeker oranı yüksek meyvelerin üzerindeki şeker kısmını kazıyarak beslendiği ve tükürük bezlerindeki salgılar nedeniyle tatlımsı maddeler üzerinde küflerin gelişimini hızlandırdığı bilinmektedir. Ayrıca bu akar sadece besin maddelerini bulaştırmakla kalmayıp, akarlı maddelerle uğraşan insanlarda sindirim sisteminde bazı bozukluklara ve deri hastalıklarına neden olmaktadır. Esas zararları da çok sayıda çoğalmaları nedeniyle üzerinde buldukları meyveyi kendi salgıları ve ölü vücutları ile bulaştırmaları şeklindedir. Ağır bulaşmalar sonucu depo ürünleri istenmeyen tat ve koku nedeniyle tüketime uygun olmayan hale gelebilmektedir (Özer ve Toros 1978, Genç ve Özar 1986, Özer ve ark.1989, Turanlı 2003; Çobanoğlu 1996, Öztekin ve ark. 2007, Güldalı ve Çobanoğlu, 2010).

Taze kayısı meyveleri genellikle kükürt ile muamele edildikten sonra kurutulmakta, bu sayede hem meyve rengi korunmakta hem de akarlar ve mikroorganizmalara karşı koruma sağlanarak meyvenin raf ömrü uzatılmaktadır. Ancak, bu işlem sonucunda kuru kayısılarda kükürt miktarı, ürünün ticari değerini yitirmesine, endüstriyel kullanımında sıkıntılar yaşanmasına, özellikle de bazı ülkelerin düşük kükürt limitleri talebi nedeniyle ürünün ihracatında sorunlara neden olmaktadır (Hepsağ ve ark. 2016). Bu akar zararını kontrol altına almak için uzun yıllar metil bromür kullanılmıştır. Ancak, bu gazın ozon tabakasını inceltici bir etkisinden dolayı ultraviyole ışınların geçişini kolaylaştırıcı bir etkisi vardır. Bu nedenle Kyoto protokolü uyarınca kullanımı birçok ülkede sınırlandırılmıştır (Anonim 2017e). Bunun dışında akarın kontrolünde fosfin, karbonil sülfid, sülfuril, florit, cyfluthrin ve iodomethane de uygulanmaktadır (Ferizli ve ark. 2004; Şen ve ark. 2009). Fakat kullanılan bu kimyasalların da insan ve çevre sağlığına zararları vardır. Üretim ve kullanım açısından bunların çoğu insan sağlığı açısından büyük riskler taşır. Bu nedenle bu son derece zehirli kimyasallara alternatif daha çevreci ve zehirli olmayan mücadele araçlarına ihtiyaç duyulmaktadır.

Kuru meyve akarının gelişimi ve üremesi sıcaklık, nem ve oksijen miktarlarına göre farklılık göstermektedir. Ergin ömür uzunluğu 18°C ve %65 nemde, yumurta verimi 28°C ve %80 nem koşullarında maksimum seviye ulaşır. Kuru meyve akarları düşük nem ve yüksek sıcaklık seviyelerinde su kaybı yaşayıp ölümler (Cunnington 1985, Emekçi ve Toros 1989, Bell ve Conyers 2002). Ortamdaki oksijen miktarını düşürmek akarların hayatta kalma süresini kısaltmakta ve hatta karbondioksit seviyesinin yükselmesi akarlar için öldürücü olmaktadır (Emekçi ve ark. 2004, Wang ve ark. 2008). Bugüne kadar yapılan çalışmalarda özellikle artırılmış karbondioksit veya düşük nem uygulamalarının oldukça başarılı olduğuna dair birçok olumlu sonuç vardır (Longshu ve ark. 1992, Ferizli ve Emekçi 2000, Şen ve ark. 2009, Aksoy ve ark. 2012). Paketli kuru kayısılarda nem ve oksijen düzeylerinin kontrolü *C. lactis* mücadelesinde etkili sonuçlar vermektedir. Turgu ve Kumral (2019), paketlenmiş kayısılarda nem düzeyini indirmek için; kalsiyum klorür ve silika jel; oksijen düzeyini indirmek için ferrik oksit (FO) ve ozon gazının bu akar üzerinde öldürücü etkisi olduğunu ortaya koymuştur. Benzer olarak, ozon gazının bademde yüksek konsantrasyon ve kısa maruz kalma sürelerinde zararlı türlere karşı etkili olduğu tespit edilmiştir (Işıkber ve ark. 2015). Diğer taraftan, ozonun, yüksek oksidasyon kapasitesi ile mikroorganizmalar üzerine öldürücü etkiye sahip olduğu belirtilmiştir (Güzel-Seydim ve ark. 2004). Bunun yanında, bazı metal veya metal oksitlerin antimikrobiyal özellik gösterdiği, oksijen, karbondioksit ve nemin gıdaya geçişini önlemede bariyer görevi gördüğü belirtilmektedir. Bu amaçla ticari olarak kullanılan önemli metaller; gümüş ve altın, metal oksitler ise; çinko oksit, silika, titanyum dioksit, alüminyum oksit ve demir oksit olarak sıralanmaktadır (Kavas ve Kavas 2001, Çelik ve Tümer 2016). Demir oksitin, mikroorganizma gelişmesini, renk ve koku değişikliklerini, ransiditeyi ve böcek bulaşmasını önleyici etkisi nedeni ile birçok gıda ve yem yanında kuru meyvelerin ambalajlanmasında da kullanıldığı belirtilmektedir (Janjarasskul ve Suppakul 2018; Yıldırım ve ark. 2018).

Bir taraftan ürünü bu yöntemlerle korurken diğer taraftan ürünün pazar değerini etkilememesi önemli bir husustur. Kuru meyveler, düşük su aktivitesine sahip olduklarından, nispeten daha dayanıklı ürünlerdir ve oda sıcaklığında ticareti gerçekleştirilebilir. Kuru meyvelere özgü kalite kriterleri, renk, görsel albeni, tekstür, rehidrasyon karakteristikleri, aroma, su aktivitesi, kimyasal stabilite, leke, kötü koku, mikrobiyal yük, zararlılar,

bulaşanlar ve sağlıklılık olarak sıralanabilir (Desmarchelier 1998). Paketlenmiş kuru kayıslarda ozon gazı ve ferrik oksit uygulamalarının akar popülasyonları üzerine etkisi yapılan ön çalışmalar ile belirlenmiştir (Turgu ve Kumral 2019). Ancak, *C. lactis* ile bulaşık kuru kayıslarda yapılan bu uygulamaların mikroorganizma yüküne, meyve kalite parametrelerine ve duyuşal özelliklerine etkisi henüz bilinmemektedir. Bu çalışmada ise eksik kalan ve meyvenin pazar değeri açısından önem taşıyan bu parametreler belirlenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Akarın Orjini ve Teşhisi

Kuru meyve akarı popülasyonları Bursa ilinde halk pazarında açıkta satılan kuru kayısı örneklerinden elde edilmiştir. Akarın tür teşhisi Hoyer ortamında preperatı yapılarak ışıklı mikroskopla Hughes (1976)'da belirtilen morfolojik karakterlere göre yapılmıştır.

Akarın Kitle Halinde Üretimi

Carpoglyphus lactis'in popülasyonu iklim odasında, 27°C sıcaklık ve %65 nem koşullarında, loş ortamda kurutulmuş kayısı meyveleri üzerinde üretilmiştir. Kültür ortamı olarak üstü tülle kaplanmış ve altında nemlendirilmiş peçete bulunan plastik saklama kapları kullanılmıştır. Akarlar bu ortamda uzun süre canlı kalabilmiş ve hızlı bir şekilde üreyebilmişlerdir.

Kuru Kayısı Örnekleri

Denemede kullanılan kuru kayısı örnekleri vakumlu ambalajda satılan bir firmadan elde edilmiştir. Kuru kayıslarda muamele yapmadan önce tüm örnekler 10 sn %70'lik ethanol ile muamele edilmiş ve daha sonra 30 dk mikrobiyolojik ekim kabiniinde ultraviyole ışık altında yüzeysel strelizasyona tabi tutulmuştur (Halkman 2005). Bu şekilde kurutulmuş kayıslar steril kavanozlara aktarılarak muameleler yapılan kadar +4°C'de muhafaza edilmiştir.

Akarların Bulaştırılması

Daha önce belirtildiği gibi üretimi yapılan stok kültürden temin edilen dişi akarlar, steril koşullarda steril her bir kuru kayısıya stereomikroskop altında (Leica, Almanya) bir fırça yardımıyla 50'şer adet bulaştırılmıştır. Her deneme 3 tekkerürlü yürütülmüş ve toplamda 150 akar kullanılmıştır. Bulaştırılan kayıslar mikrobiyolojik ekim kabiniinin içinde steril bir kaba nakledilerek, sıcaklık, nem ve ışık kontrollü bir iklimlendirme odasında 27°C sıcaklık ve %65 nem koşullarında loş ortamda iki hafta boyunca bekletilmiştir. Bu şekilde akarların kayısı üzerinde beslenmesi, çoğalması, deri ve dışkı bırakması sağlanmıştır.

Ferrik Oksit ve Ozon Uygulamaları

Ferrik oksit paketleri piyasadan 3.5gr'lık vakumlu 100'lü paketler halinde temin edilmiştir. Denemeler 100 ml hacimli hava sızdırmaz cam kavanozlarda yürütülmüştür. Turgu ve Kumral (2019)'in belirlediği LC₉₉ (popülasyonun %99'unu öldüren doz) değerine göre her kavanoza 1 paket ferrik oksit paketi (35000 mg L⁻¹) kullanılmıştır. Paketler açıldığı an havadaki oksijeni bağladığı için uygulamalar küçük gruplar halinde ve hızlı bir şekilde yapılmıştır. Yine Turgu ve Kumral (2019)'in belirlediği LT₉₉ (popülasyonun %99'unu öldüren zaman) değerine bağlı olarak kavanozlar 72 saat sonra değerlendirme yapılmak için açılmıştır.

Ozon gazı uygulamasında Turgu ve Kumral (2019) tarafından modifiye edilmiş 250 ml'lik nüce erlenleri kullanılmıştır. Erlenlerin giriş ve çıkışlarına silikon hortum bağlanmış ve etrafı sızdırmaması için sıcak silikonla kaplanmıştır. Hortum uçlarına ise birer adet sızdırmaz gaz vanası monte edilmiştir. Ozon gazı uygulanmadan önce erlenlerin içindeki hava vakum pompası ile tahliye edilmiştir. Daha sonra, Turgu ve Kumral (2019)'in belirlediği LC₉₉ değerine göre her erlene 44 mg L⁻¹ dozunda 20 sn ozon gazı bir ozon jeneratörü (Sabo SE-5, Türkiye) ile uygulanmıştır. Erlenler 72 saat sonra değerlendirme yapılmak üzere açılmıştır.

Uygulamaların Akar Popülasyonlarına Etkisi

Daha önce tarif edildiği gibi steril koşullarda 50 adet *C. lactis* dişisi bulaştırılan ve 2 hafta bekletilen kayısıların üçer adeti ferrik oksit denemesinde 100 ml'lik kavanozlara, ozon uygulamasında yukarıda belirtilen erlenlere sık dokulu tül içine sarılarak bırakılmıştır. Daha sonra yukarıda belirtilen uygulamalar yapılmıştır. Diğer taraftan, kontrol olarak kavanoz ve erlenlere birer adet yine akarla bulaşık kayısı konulmuş, toplamda 150 akar kullanılmış ancak bunlara ferrik oksit ve ozon uygulaması yapılmamıştır. Denemeler 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Sırasıyla 72 saat sonra denemeler açılarak stereomikroskop (Leica, Almanya) altında ölü canlı birey sayımı yapılmıştır. Uygulama yapılan ve yapılmayan örneklerdeki akar ölüm oranları yüzde (%) oran olarak ifade edilmiştir. Uygulamaların sonucunda elde edilen tüm ölüm oranları kontrol (uygulama yapılmayan) uygulamalarına göre Abbott (1925)'un aşağıda belirtilen formülü kullanılarak düzeltilmiştir (Simon 2014):

$$\% \text{ Ölüm} = \frac{\text{Kontroldeki canlılık oranı} - \text{Muameledeki canlılık oranı}}{\text{Kontroldeki canlılık oranı}} \times 100 \quad (1)$$

Uygulamaların Mikroorganizma Yüğü Üzerine Etkisi

Uygulamaların mikroorganizma (m.o.) yüğü üzerine etkisini saptamak üzere, toplam mezofilaerob bakteri (TMAB) ve maya-küf sayımları gerçekleştirilmiştir. Mikrobiyolojik analizler, "Uygulamaların akar popülasyonlarına etkisi" bölümünde tarif edildiği gibi hazırlanan uygulama yapılmış ve yapılmamış akarla bulaşık kuru kayısı örneklerinde ve hiç akar bulaştırılmamış steril kuru kayısılarda 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Aseptik koşullarda hazırlanan dilüsyonlardan toplam mezofil aerob bakteri sayımı için Plate Count Agar'a, maya-küf sayımı için ise Yeast Extract Glucose Chloramphenicol Agar'a spiral ekim yöntemi kullanarak ekim yapılmış, Petriyer 30°C'de sırasıyla 72 saat ve 5 gün inkübasyona bırakılmıştır (Anonim 2018a).

Uygulamaların Meyve Kalite Parametrelerine Etkisi

Bir önceki bölümde tarif edildiği gibi akar bulaştırılmış ve bulaştırılmamış kayısıların ferrik oksit ve ozon uygulaması yapıldıktan sonra sırasıyla 72 saat sonra örneklerin renk ve tekstür özellikleri belirlenmiştir. Renk analizi için, Konica Minolta CR 400 renk tayin cihazı kullanılarak L, a ve b değerleri belirlenmiştir (Demirtaş ve Kırnak 2009). Kuru kayısı örneklerinin Hunter Lab Sistemi ile ölçülmesinde, L değeri parlaklığı (siyahlık ve beyazlık), a değeri kırmızılık ve yeşillik, b değeri ise sarılık ve mavilik belirtmekte olup, her üç değer de 0 ile 100 arasında değişkenlik göstermektedir. +a değerlerindeki artış kırmızılık, +b değerlerindeki artış sarılık, L değerlerindeki artış ise beyazlık göstergesidir (Keskin ve ark. 2017).

Tekstür analizi ile kuru kayısı örneklerinin sertlik ve çiğnenebilirlik özellikleri belirlenmiştir (Anonim 2018b). Sertlik, besin maddesinin uygulanan herhangi bir etkiye karşı koyma gücü olup, katı gıdanın öğütücü dişler arasındaki basınca karşı koyması için gerekli güçtür. Sertlik, sıklık ile ilişkilidir ve rutubet ile arasında zıt bir ilişki belirlenmiştir. Çiğnenebilirlik ise, besinin yutmaya hazır duruma gelmesine kadar harcanan enerji, çiğneme süresi ve çiğneme sayısı ile ilgili bir özelliktir. Meyve ve sebzelerde sertlik önemli bir kalite kriteridir. Meyve ve sebzelerin sert ve gevrek olarak nitelendirilen tekstürel özellikleri çiğneme sırasında etki göstermektedir (Ertaş ve Doğruer 2010). Bu amaçla TA XT Plus (Stable micro Systems, Surrey, İngiltere) tekstür analiz cihazı HDP/BS bıçak seti ile sıkıştırma modunda (2 mm/s test hızı ve % 30 deformasyon oranında) kullanılmıştır. Ayrıca kontrol olarak, yine akar bulaştırılmış ve bulaştırılmamış kayısılar kullanılmış ancak bunlara ferrik oksit ve ozon uygulaması yapılmamıştır. Denemeler 10 tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

Uygulamaların Meyvelerin Duyusal Özelliklerine Etkisi

Ferrik oksit ve ozon uygulamalarının meyve duyusal özelliklerine etkisini belirlemek amacıyla, uygulama yapılan ve yapılmayan akar bulaştırılmamış temiz kayısılarda denemeler yürütülmüştür. Akar bulaştırılmış kayısıların sağlık açısından olumsuz etkileri olacağı göz önünde bulundurularak sadece akar bulaştırılmayan muameleler puanlama testi ile duyusal değerlendirmeye tabi tutulmuştur. On kişiden oluşan panelist grubu, örnekleri görünüş, renk, koku, tat, aroma, yeme kalitesi ve genel kabul edilebilirlik açısından 0 ile 10 arasında puanlayarak değerlendirmiştir (Altuğ ve Elmacı 2005).

İstatistikî Analiz

Uygulamalar arasındaki farklılıkları göstermek için her bir muamelenin ortalama değerleri tek yönlü ANOVA testine tabi tutulmuştur. Yüzde oran olarak elde edilen sonuçlara ANOVA uygulanmadan önce arcsin transformasyonu yapılarak değerlerin analizi SPSS 23 programında yapılmıştır. Uygulamalar arasındaki farklılıklar % 5 veya %1 düzeyinde önemli bulunması durumunda Tukey ve LSD (kontrolle karşı ikili testlerde) testleri ile muameleler arasındaki farklılık gruplandırılarak gösterilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Kuru kayısı örneklerindeki akar popülasyonlarının hem ferrik oksit hem de ozon uygulamaları ile uygulama yapılmayan kontrol gruplarına göre istatistiki anlamda etkilendiği belirlenmiştir ($F_{3,16}= 2016.7$; $P<0.01$); Çizelge 1). Ozon uygulamasının akar ölümlerine etkisi % 91.7; ferrik oksit uygulamasının etkisi ise %97.2 olarak belirlenmiştir. Benzer olarak, Janjarasskul ve Suppakul (2018), ferrik oksit uygulamalarının akarlar için en yakın olarak aynı şubede bulunan böcekler (Arthropoda) üzerinde etkili olduğunu belirtmektedir. Aynı şekilde, ozon gazının da yüksek konsantrasyon ve kısa maruz kalma sürelerinde zararlı böcek türlerine karşı etkili olduğu bildirilmektedir (Işıkber ve ark. 2015). Turgu ve Kumral (2019)'ın daha önce laboratuvar koşullarında belirlendiği ozon gazı ve ferrik oksit dozlarının kapalı paketlerde *C. lactis*'i etkili bir şekilde kontrol ettiği bu çalışmada doğrulanmıştır.

Çizelge 1. Ferrik oksit ve ozon uygulamalarının akar popülasyonlarına etkisi

Uygulama	Birey sayısı (n)	Zaman (saat)	Ortalama ölüm oranı±SH (%)
Ozon (44 mg/L)	150	72	92.0±2.0b
Kontrol (vakumlu hava)	150	72	6.7±1.8c
Ferrik oksit (35000 mg/L)	150	72	97.2±1.0a
Kontrol (temiz hava)	150	72	0.0±0.0c

* Aynı sütundaki farklı harfler Tukey testine göre %1 düzeyinde önemli düzeyde farklılığı göstermektedir

Uygulamaların Toplam Mikroorganizma Yüküne Etkisi

Akar bulaştırılan kuru kayısı örneklerinde, TMAB sayısı incelendiğinde, ozon uygulaması bakteri sayısını göreceli anlamda düşürmesine rağmen, sayısal farkın istatistiki anlamda önemli olmadığı belirlenmiştir ($F_{1,10}= 0.72$; $P=0.42$). Kontrol grubu olarak seçilen, ozon uygulanan ve uygulanmayan akar bulaştırılmamış kuru kayısı örneklerinde herhangi bir mikrobiyal gelişme gözlenmemiştir (Çizelge 2). Akar bulaştırılan kuru kayısı örneklerinde, maya-küf sayısı incelendiğinde, ozon uygulamasının, beklenenin aksine, maya-küf popülasyonunu istatistiki anlamda artırdığı belirlenmiştir (Ozon maya küf $F_{1,10}= 7.35$ $P=0.02$; Çizelge 2). Kuru kayısı örneklerine uygulanan sterilizasyon işlemleri sonucunda akar bulaştırılması yapılmayan kayısı örneklerinde m.o. gelişmesi görülmemesine rağmen, akar bulaştırılan tüm örneklerde yoğun m.o. gelişmesi görülmüştür (Çizelge 2). Bu sonuç, akarların, TMAB ve maya-küf bulaşmasında aktif taşıyıcı görevi gördüğünü göstermiştir. Kuru kayısılarda, uygulanan üretim teknikleri ile (kurutma), mikrobiyal güvence sağlanabilse de (Cemeroğlu ve Acar, 1986), akar bulaşması durumunda, ürünün tekrardan mikrobiyolojik anlamda riskli hale gelebileceği bu çalışma ile gösterilmiştir. Benzer olarak, başka bir çalışmada bu akarın mikotoksin üreten *Aspergillus* ve *Penicillium* türlerinin taşıyıcısı olduğu da gösterilmiştir (Hubert ve ark. 2011; 2015).

Ozon, yüksek oksidasyon kapasitesi ile mikroorganizmalar üzerine öldürücü etkiye sahiptir. Ancak, çok kısa sürede parçalanması ve ortama sürekli ozon verilmediği durumlarda kararlılığını koruyamadığından, m.o. üzerine engelleyici etkisi sınırlı seviyede kalmaktadır. Ozonun su içerisinde parçalanma süresi daha uzun olduğu için,

hijyen sağlama amaçlı olarak su içindeki uygulamaları tercih edilmektedir (Güzel-Seydim ve ark. 2004). Bu çalışmada, akar bulaştırması yapılan örnekler üzerine uygulanan ozon dozu ve süresi, akar popülasyonunu istatistiksel anlamda düşürmesine rağmen m.o. yükünü azaltamamıştır. Bu durumun, uygulanan ozon dozunun yeterli olmaması ve kuru koşullarda örnek kabı içerisinde çok hızlı O_2 ve O^- şeklinde parçalanmasından kaynaklandığı, oluşan O_2 varlığına bağlı olarak da mikrobiyel gelişmeyi teşvik ettiği düşünülmektedir (Güzel-Seydim ve ark. 2004).

Çizelge 2. Ozon uygulamalarının mikroorganizma yüküne etkisi

Uygulama	Toplam mezofilaerob bakteri sayısı (Log kob/g) *	Maya küf sayısı (Log kob/g) *
A(+) O(-)	3.25±0.06a	1.69±0.78b
A(+) O(+)	2.76±0.587a	4.25±0.53a
A(-) O(+)	0b	0b
A(-) O(-)	0b	0b

A(+), Akar bulaştırılan kayısılar; A(-), akar bulaştırılmayan steril kayısılar

O(+), Ozon gazı uygulanan kayısılar; O(-), Ozon gazı uygulanmayan kayısılar

* Aynı sütundaki farklı harfler LSD testine göre %1 düzeyinde önemli düzeyde farklılığı göstermektedir.

Akar bulaştırılan kuru kayısı örnekleri bulaştırma yapılmayan kontrol grupları ile karşılaştırıldığında TMAB ve maya-küf sayısı önemli düzeyde yüksek bulunmuştur (FO PCA $F_{3,11} = 843.4$; $P < 0.01$, FO YPG $F_{3,11} = 110.9$; $P < 0.01$, Çizelge 3). Ancak, FO uygulamasının m.o. popülasyonunu üzerine hem sayısal hem de istatistiksel anlamda etki etmediği gözlenmiştir. Oda koşullarında 100 cc oksijenin absorbe edilmesi için 2.2 g $FeCO_3$ 'e gereksinim duyulduğu belirtilmektedir (Gaikwad ve Lee 2017). Bu çalışmada 100 cc kavanoz hacmi için 3.5 g ferrik oksit kullanılmasına rağmen antimikrobiyal etki gözlenememiştir. Daha önceki çalışmalarda, ferrik oksidin kuru meyvelerde antimikrobiyal etkisi olduğu belirtilmesine rağmen, bu etkinin hangi mikroorganizmalara karşı, hangi doz ve sürelerde olduğu belirtilmemiştir (Janjarasskul ve Suppakul, 2018; Yıldırım ve ark. 2018).

Çizelge 3. Ferrik oksit uygulamalarının mikroorganizma yüküne etkisi

Uygulama	Toplam mezofilaerob bakteri sayısı (Log kob/g) *	Maya küf sayısı (Log kob/g) *
A(+) FO(-)	4.20±0.03a	5.21±0.51a
A(+) FO(+)	4.45±0.17a	5.62±0.31a
A(-) FO(+)	0b	0b
A(-) FO(-)	0b	0b

A(+), Akar bulaştırılan kayısılar; A(-), akar bulaştırılmayan steril kayısılar

FO(+), Ferrik oksit uygulanan kayısılar; FO(-), Ferrik oksit uygulanmayan kayısılar

* Aynı sütundaki farklı harfler LSD testine göre %1 düzeyinde önemli düzeyde farklılığı göstermektedir.

Uygulamaların Meyve Renk Kalite Parametrelerine Etkisi

Ozon uygulanmayan akarlı örneklerin “L” değerinin, kontrol grubu olarak kullanılan akar bulaştırılmamış ozonlu ve ozonsuz kuru kayısı örneklerine göre istatistiki anlamda yüksek olduğu görülmüştür ($F_{3,99}= 10.04$; $P<0.01$). Diğer taraftan, akar bulaştırılan ve ozon uygulanan örneklerde hem göreceli hem de istatistiki anlamda kontrole göre farklılık görülmemiştir (Çizelge 4). Kontrol gruplarına göre, akar ve ozon uygulamasının “a” değerini istatistiki olarak artırdığı belirlenmiştir ($F_{3,98}= 7.53$; $P<0.01$). Diğer taraftan, akar bulaştırılan ancak ozon uygulanmayan örneklerde kontrole göre bir farklılık görülmemiştir (Çizelge 4). Muameleler ve kontrol gruplarının “b” değeri değişimi incelendiğinde, aralarında istatistiki bir farklılık görülmemiştir ($F_{3,99}= 2.37$; $P=0.08$, Çizelge 4). Ozon uygulanmayan akar bulaştırılmış kayısı örneklerinde, akar zararından kaynaklanan renk açılması önemli seviyede yüksek bulunmuştur. Bu etki zararının deri artıkları ve maya-küf etmenlerinin artışı nedeniyle meydana gelmiş olabilir (Hughes, 1976). Ayrıca, ozonun oksidasyon ve akar popülasyonunu düşürücü etkisi nedeni ile ozon uygulanan akarlı örneklerde renk açılması gözlenmemiş ve kontrol ile aynı seviyede kalmıştır (Hughes, 1976; Güldalı ve Çobanoğlu, 2010; Işıkber ve ark. 2015). Diğer taraftan, akar bulaşıklılığı meyvede kırmızılığı istatistiki anlamda etkilemezken, ozon uygulamak meyvede kırmızı rengi önemli seviyede arttırmıştır. Çalışmamızla benzer olarak, ozonun, karotenoidlerin konjuge çift bağları ile reaksiyona girerek, sarılığı azalttığı, 10-115 $\mu\text{g L}^{-1}$ ozonun havuçlarda “L” değerinde artışa ve buna bağlı olarak turuncu-kırmızı rengin açılmasına sebep olduğu belirtilmiştir. Ancak, 8 $\mu\text{g L}^{-1}$ düzeyinde ozonun havuç rengini etkilemediği, benzer şekilde, domates, papaya ve elmada da ozon uygulamasına bağlı renk değişikliği görülmediği tespit edilmiştir (de Souza ve ark. 2018).

Çizelge 4. Ozon uygulamalarının meyve renk kalite parametrelerine etkisi

Uygulama	L	a	b
A(+) O(-)	29.78±0.64a	3.73±0.39ab	19.49±0.57a
A(+) O(+)	25.38±0.89b	6.60±2.29a	18.49±2.93a
A(-) O(+)	26.24±0.53b	4.56±0.67b	19.67±0.60a
A(-) O(-)	27.24±0.33b	3.19±0.37b	20.87±0.31a

L: Açıklıkla (L=100), koyuluk (L=0) arasındaki değişim; a: yeşille (-a) kırmızı (+a) arasındaki değişim; b: maviyle (-b) sarı (+b) arasındaki değişim

A(+), Akar bulaştırılan kayısılar; A(-), akar bulaştırılmayan steril kayısılar

O(+), Ozon gazı uygulanan kayısılar; O(-), Ozon gazı uygulanmayan kayısılar

* Aynı sütundaki farklı harfler Tukey testine göre %1 düzeyinde önemli düzeyde farklılığı göstermektedir.

Kontrol grubu olarak kullanılan, akar bulaştırılması yapılmamış FO uygulanan ve uygulanmayan kuru kayısı örnekleri ile karşılaştırıldığında, FO uygulanmayan akarlı örneklerde, istatistiki anlamda “L” değeri artmıştır. Diğer taraftan, akar bulaştırılmayan ve FO uygulanmayan kontrol grubuna göre, akar bulaştırılan ve FO uygulanan örneklerde istatistiki anlamda farklılık görülmemiştir. Ancak, akar bulaştırılmayan ve FO uygulanan kontrol örneklerinde “L” değeri akarlı muamelelere göre önemli düzeyde düşüş göstermiştir ($F_{3,74}= 6.67$; $P<0.01$; Çizelge 5). Kontrol gruplarına göre, akar ve FO uygulamasının “a” değerini değiştirmediği belirlenmiştir ($F_{3,68}= 0.94$; $P=0.43$). Benzer şekilde, akar ve FO uygulamalarının “b” değeri üzerinde etkili olmadığı saptanmıştır

($F_{3,74}= 0.45$; $P=0.73$; Çizelge 5). Ferrik oksidin bir etkisi de renk değişimlerini engellemesidir (Janjarasskul ve Suppakul 2018). Bu çalışmada, bu literatür bilgisiyle uyumlu olarak FO'in akar zararından kaynaklanan renk açılmasını önemli seviyede düşürdüğü tespit edilmiştir.

Çizelge 5. Ferrik oksit uygulamalarının meyve renk kalite parametrelerine etkisi

Uygulama	L	a	b
A(+) FO(-)	33.74±1.01a	4.05±0.48a	24.49±0.87a
A(+) FO(+)	33.01±0.75ab	4.59±0.45a	23.53±0.78a
A(-) FO(+)	28.34±1.26c	3.59±0.49a	22.99±1.31a
A(-) FO(-)	29.63±0.74bc	4.88±0.63a	23.54±0.95a

L: Açıklıkla (L=100), koyuluk (L=0) arasındaki değişim; a: yeşille (-a) kırmızı (+a) arasındaki değişim; b: maviyle (-b) sarı (+b) arasındaki değişim

A(+), Akar bulaştırılan kayısılar; A(-), akar bulaştırılmayan steril kayısılar

FO(+), Ferrik oksit uygulanan kayısılar; FO(-), Ferrik oksit uygulanmayan kayısılar

* Aynı sütundaki farklı harfler Tukey testine göre %1 düzeyinde önemli düzeyde farklılığı göstermektedir.

Uygulamaların Meyve Tekstür Parametrelerine Etkisi

Kuru kayısı örneklerinin tekstürel açıdan sertlik ve çignenebilirlik özellikleri belirlenmiştir (Çizelge 6 ve 7). Ozon uygulanmayan akarlı örnekler, kontrol grubu olarak kullanılan, akar bulaştırılmamış ozonlu ve ozonsuz örnekler ile karşılaştırıldığında, sertlik ve çignenebilirlik değerlerinde göreceli olarak bir artış belirlenmiştir. Ancak, akar bulaştırılan ve ozon uygulanan örneklerde sertlik ve çignenebilirlik değerlerinde her iki kontrole göre önemli düzeyde artış olduğu, ozon uygulamasının akar bulaştırılmamış örneklerde sertleşmeyi geciktirdiği saptanmıştır (Sertlik $F_{3,40}= 3.44$; $P=0.03$; Çignenebilirlik $F_{3,40}= 4.93$; $P<0.01$; Çizelge 6). Muhtemelen akarın yumuşak dokularda beslenmesi sırasında meyvede sertleşme etkisi ortaya çıkmıştır (Hughes, 1976). Ayrıca, akarlı örneklerde ozonun sertliğin artmasında etkili olduğu da gözlemlenmiştir. Birçok farklı meyve ile yapılan çalışmada, ozon uygulamasının meyvelerde tekstür üzerine etkisinin farklı şekillerde olduğu, elma, üzüm, armut da tekstürü etkilemezken, kivi, papaya, çilek ve domates de sertliğin korunmasını iyileştirdiği, havuç dilimlerinde ise sertleşmeyi geciktirdiği tespit edilmiştir. Bu farklılıkların meyve türü, çeşidi, bileşimi ve olgunluk düzeyinden kaynaklandığı belirtilmiştir (de Souza ve ark. 2018).

FO uygulanmayan akarlı örnekler, kontrol grubu olarak kullanılan akar bulaştırılmamış ve FO uygulanmamış örnekler ile karşılaştırıldığında, daha düşük sertlik ve çignenebilirlik değerlerine sahip oldukları görülmüştür (Sertlik $F_{3,39}= 3.67$; $P=0.02$; çignenebilirlik $F_{3,39}= 6.17$; $P<0.01$; Çizelge 7). Diğer taraftan, akar bulaştırılmayan ve FO uygulanan kontrol gruplarında diğer kontrole ve muamelelere göre sertlik ve çignenebilirliğin önemli düzeyde yüksek olduğu tespit edilmiştir. FO'in nem çekici özelliğinden dolayı, akar bulaştırılmayan kontrol gruplarında meyve sertliğini artırdığı belirlenmiştir. Ancak daha önemlisi, akar bulaştırılan örneklerde, meydana gelen yumuşamanın FO uygulaması ile istatistiki anlamda önlenildiği görülmüştür (Janjarasskul ve Suppakul, 2018).

Çizelge 6. Ozon uygulamalarının tekstür parametrelerine etkisi

Uygulama	Sertlik (g)	Çiğnenebilirlik (gs)
A(+) O(-)	7753.89±625.57ab	13673.36±1404.4ab
A(+) O(+)	8280.16±485.36a	17064.08±1146.1a
A(-) O(+)	6134.79±616.99b	10314.88±1321.8b
A(-) O(-)	6599.06±545.64ab	13743.61±1107.1ab

A(+), Akar bulaştırılan kayısılar; A(-), akar bulaştırılmayan steril kayısılar

O(+), Ozon gazı uygulanan kayısılar; O(-), Ozon gazı uygulanmayan kayısılar

* Aynı sütundaki farklı harfler Tukey testine göre %1 düzeyinde önemli düzeyde farklılığı göstermektedir.

Çizelge 7. Ferrik oksit uygulamalarının tekstür parametrelerine etkisi

Uygulama	Sertlik (g)	Çiğnenebilirlik (gs)
A(+) FO(-)	2642.04±625.80b	4430.67±1212.4b
A(+) FO(+)	3315.31±407.02ab	5620.66±1026.3b
A(-) FO(+)	4527.96±297.92a	9435.98±687.00a
A(-) FO(-)	4004.39±313.04ab	7810.50±455.80ab

A(+), Akar bulaştırılan kayısılar; A(-), akar bulaştırılmayan steril kayısılar

FO(+), Ferrik oksit uygulanan kayısılar; FO(-), Ferrik oksit uygulanmayan kayısılar

* Aynı sütundaki farklı harfler Tukey testine göre %1 düzeyinde önemli düzeyde farklılığı göstermektedir.

Uygulamaların Meyve Duyusal Parametrelerine Etkisi

Akar bulaştırılmayan örneklerde ozon ve FO uygulamalarının meyve duyusal parametrelerine (görünüş, renk, koku, tat, aroma ve yeme kalitesine) etkisi Çizelge 8’de gösterilmiştir. Panel değerlendirmesine göre ozon ve FO uygulanan örneklerde bunların uygulanmadığı örneklere nazaran herhangi bir duyusal farklılığın olmadığı belirlenmiştir (Görünüş $F_{3,55} = 1.09$; $P=0.36$; Renk $F_{3,55} = 1.46$; $P=0.24$; Koku $F_{3,55} = 0.47$; $P=0.70$; Tat $F_{3,55} = 1.85$; $P=0.15$; Aroma $F_{3,55} = 2.37$; $P=0.08$; Yeme Kalitesi $F_{3,55} = 0.50$; $P=0.68$). Benzer sonuçlar kavunlarda da tespit edilmiş, ozonun çalışmalarda uygulanan dozlar ve sürelerde duyusal özellikler üzerine olumsuz etkisi olmadığı belirtilmiştir (Selma ve ark. 2008). Akbas ve Ozdemir (2008)’in kırmızı pul biberler üzerinde yaptığı araştırmada ise, 0.1-1 ppm düzeyinde ozon uygulanan muameleler arasında tat, aroma, görünüş ve genel kabul edilebilirlik açısından fark görülmezken, 5-9 ppm arasında ozon uygulananlarda farklılıklar gözlemlendiği, ozonun duyusal özellikler üzerine olumsuz etkisinin bulunduğu belirtilmiştir.

Çizelge 8. Ozon ve Ferrik Oksit uygulamalarının meyve duyusal parametrelerine etkisi

Uygulama	Görünüş	Renk	Koku	Tat	Aroma	Yeme Kalitesi
O(-)	8.56±0.36a	8.17±0.39a	7.50±0.47a	7.17±0.58a	7.17±0.58a	7.61±0.44a
O(+)	8.00±0.24a	7.50±0.35a	6.94±0.39a	6.67±0.49a	6.33±0.58a	7.06±0.56a
FO(-)	8.70±0.39a	8.60±0.45a	7.30±0.73a	7.50±0.67a	7.50±0.73a	7.90±0.48a
FO(+)	8.70±0.34a	8.40±0.43a	7.80±0.63a	7.80±0.59a	8.40±0.43a	7.70±0.49a

O(+), Ozon gazı uygulanan kayısılar; O(-), Ozon gazı uygulanmayan kayısılar

FO(+), Ferrik oksit uygulanan kayısılar; FO(-), Ferrik oksit uygulanmayan kayısılar

* Aynı sütundaki farklı harfler Tukey testine göre %1 düzeyinde önemli düzeyde farklılığı göstermektedir.

Sonuç

Bu çalışmanın sonucunda akar bulaştırılan kayıslarda, kontrol grubuna göre, önemli düzeyde yüksek sayıda maya-küf ve bakteri gelişmesi tespit edilmiştir. Bu bulguya dayanarak, akarların mikroorganizmaların taşınmasında rol oynayabileceği ve kuru kayısı gibi ürünler için önemli bir mikrobiyal bulaşma kaynağı olabileceği düşünülmektedir. 20 sn boyunca uygulanan 44 mg L⁻¹ ozon gazı ve 35000 mg L⁻¹ ferrikoksitin 72 saatlik uygulamaları akar popülasyonlarını baskı altına alırken, mikrobiyal yüke herhangi bir etkisi olmamıştır. Bu durumun uygulanan ozon ve FO dozu ile etki süresinin yetersiz kalmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Diğer taraftan, uygulamaların akarla bulaşık kayısı meyvelerinde meyve rengi ve tekstürünü iyileştirici etkisi bulunurken, meyvenin duyuşal özelliklerine olumsuz bir etkisi tespit edilmemiştir. Bu açıdan bakıldığında, ozon ve FO uygulamalarının endüstriyel boyutta kullanımına dair umut verici sonuçlar edilmiştir. Geleceğe yönelik olarak, bu uygulamaların etkinliğini artıracak uygun doz ve uygulama sürelerini belirleyecek ve endüstriyel kullanıma uygun hale getirecek yeni çalışmalara gereksinim duyulmaktadır.

Kaynakça

- Abbott, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economical Entomology* 18(2). 265-267.
- Akbas, M.Y. ve M. Ozdemir. 2008. Effect of gaseous ozone on microbial inactivation and sensory of flake dried peppers. *International Journal of Food Science & Technology* 43(9). 1657-1662.
- Aksoy, U.,B.K. Meyvacı, F. Sen and A. Altindisli. 2004. Impact of fumigants applied to control storage pests on fruit quality of dried figs. *Integrated Protection of Stored Products IOBC Bulletin/WPRS* 27. 203-208.
- Aksoy, U.,F. Sen, and K.B. Meyvacı. 2012. Effect of post-harvest carbondioxide application on storage pests and fruit quality of dried figs. 9th. International Conference on Controlled atmosphere and Fumigation in Stored Products, 15-19 October 2012, Antalya, Turkey, p: 166-171.
- Altuğ, T. ve Y. Elmacı. 2005. Gıdalarda Duyusal Değerlendirme. Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, Bornova, İzmir. 130s.
- Anonim 2017a.<http://www.onikibilgi.com/tag/kayisi/> (Erişim tarihi: 15.11.2017)
- Anonim 2017b.<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. (Erişim tarihi: 20.11.2017)
- Anonim 2017c.<https://www.ekonomi.gov.tr/portal> (Erişim tarihi: 20.11.2017)
- Anonim 2017d.<http://www.tuik.gov.tr/PreTabloArama.do?metod=search&ar> (Erişim tarihi: 20.11.2017)
- Anonim 2017e. <http://essbiyosidal.com.tr/kurumsal/mevzuat/53-hizmetlerimiz.html> (Erişim tarihi: 20.11.2017)
- Anonim 2018a. <http://www.mikrobiyoloji.org/TR/Genel/BelgeGoster.aspx?F6E10F8892433CFFAAF6AA849816B2EF10F86F55954CBB47> (Erişim tarihi: 30.10.2018).

- Anonim 2018b. <http://textureanalysisprofessionals.blogspot.com/2014/12/texture-analysis-in-action-blade-set.html> (Erişim tarihi: 20.08.2018)
- Asma, B. M., Karaat, F. E., Çuhacı, Ç., Doğan, A., & Karaca, H. (2017). Türkiye'de Kayısı Islah Çalışmaları ve Islah Edilen Yeni Çeşitler. *Turkish Journal of Agriculture: Food Science and Technology* 5(11). 1429-1438.
- Bell, C.H. and S.T. Conyers. 2002. Modified atmospheres at raised temperatures for treatment of durable commodities. Annual International Research Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions, 5-8 March 2002, Orlando, Florida, USA, p: 52.
- Cemeroğlu, B. ve Acar, J. 1986. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No: 6, Ankara, 508p.
- Cuningtion, A.M. 1985. Factors affecting oviposition and fecundity in the grain mite *Acarus siro* L. (Acarina: Acaridae), especially temperature and relative humidity. *Experimental and Applied Acarology*, 1: 327-344.
- Çelik İ. ve G. Tümer. 2016. Gıda Ambalajlamada Son Gelişmeler. *Akademik Gıda* 14(2). 180-188.
- Çobanoğlu, S. 1996. Edirne İlinde Depolanmış Ürünlerde Saptanan Zararlı ve Yararlı Acarina Türleri ve Konukçuları. *Türkiye Entomoloji Dergisi* 20(3). 199-210.
- Çobanoğlu, S. N. Artık, ve L. Bayındırlı. 2004. Malatya, Elazığ ve İzmir illerinde depolanmış kuru kayısılarda zarar yapan Acarina takımına bağlı türlerin tanımı, yoğunlukları yayılışlarının belirlenmesi üzerine araştırmalar. TÜBİTAK TOGTAG TARP proje no: 2573-6. 1-119
- Demirtaş, N.M. ve H. Kırnak. 2009. Kayısıda Farklı Sulama Yöntemleri ve Aralıklarının Fizyolojik Parametrelere Etkisi. *YYÜ Tarım Bilimleri Dergisi* 19(2). 79-83.
- Desmarchelier, J.M. 1998. Potential new fumigants. Australian Postharvest Technical Conference, 26-29 May 1998, Canberra, Australia, p :133- 137.
- de Souza, L.P., L.R.D.A. Faroni, F.F. Heleno, P.R. Cecon, T.D.C. Gonçalves, G.J. da Silva and L.H.F. Prates. 2018. Effects of ozone treatment on postharvest carrot quality. *LWT-Food Science and Technology*, 90: 53-60.
- Ertaş, N. ve Y. Doğruer. 2010. Besinlerde Tekstür. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 7(1). 35-42.
- Emekçi, M. ve S. Toros. 1989. *Acarus siro*L.(Acarina,Acaridae)'nin değişik sıcaklık ve nem ortamlarındaki gelişmesi üzerinde araştırmalar. *Türkiye Entomoloji Dergisi* 13(4). 217-228.
- Emekçi, M., A.G. Ferizli, S. Tütüncü and S. Navarro. 2004. The efficacy of modified atmosphere applications against dried fruit pests in Turkey. *IOBC-WPRS (OILB SROP) Integrated Protection of Stored Products* 27(9). 227-231.
- Ferizli, A.G., ve M. Emekci. 2000. Carbondioxide fumigation as a methyl bromide alternative for the dried fig industry. Annual International. Research Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions, 6-9 November 2000, Orlando, Florida, p: 81.
- Ferizli, A.G., M. Emekci, S. Tütüncü and S. Navarro. 2004. Studies of phosphine as a fumigant for dried fruit under tarpaulin covers. International Conference on Controlled Atmosphere and Fumigation. 8- 13 August 2004, Gold Coast, Australia, p: 477-484.

- Gaikwad, K.K. ve Y.S. Lee. 2017. Current scenario of gas scavenging systems used in active packaging - a review. *Korean Journal of Packaging Science & Technology* 23(2). 109-117.
- Genç, H. ve A.İ. Özar. 1986. İzmir ilinde ambarlanmış ürünlerde bulunan akarlar üzerinde ön çalışmalar. *Türkiye Bitki Koruma Dergisi* 103. 175-183.
- Güldalı, B. ve S. Çobanoğlu. 2010. Kuru meyve akarı *Carpoglyphus lactis* (L.)(Acari: Carpo-glyphidae)'in farklı sıcaklık ve nem ortamlarındaki gelişme eşiği ve yaşam çizelgeleri üzerine araştırmalar. *Turkish Journal of Entomology* 34(1). 53-65.
- Güzel-Seydim, Z., Greene B.A.K. and Seydim, A.C. 2004. Use of ozone in the food industry. *LWT-Food Science and Technology*, 37(4): 453-460.
- Halkman, A. K. 2005. Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları. Başak Matbaacılık Ltd. Şti., Ankara, Türkiye. 522p.
- Hepsağ, F., Yıldırım, A., Gölge, Ö. ve Hayoğlu, İ. 2016. Determination of sulfurdioxide residue levels in dried apricots produced and consumed in Turkey. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi/Harran Journal of Agricultural and Food Science* 20(1). 7-11.
- Hubert, J., Erban, T., Nesvornaand, M. and Stejskal, V. 2011. Emerging risk of infestation and ontamination of dried fruits by mites in the Czech Republic. *Food Additives and Contaminants*, 28(9): 1129–1135.
- Hubert, J., Nesvorna, M., Kopecký, J., Ságová-Marečková, M. and Poltronieri, P. 2015. *Carpoglyphus lactis* (Acari: Astigmata) from various dried fruits differed in associated micro-organisms. *Journal of Applied Microbiology*, 118(2): 470-484.
- Hughes, A.M. 1976. The mites of stored food and houses (No. 2nd edition). Her Majesty's Stationery Office, UK. 400p.
- Işıkber, A.A., Öztekin, M.S., Dayısoylu, K.S., Duman, A.D. and Eroğlu, S. 2015. Efficacy of gaseous ozone at high concentrations against *Plodia interpunctella* (Hübner) and *Ephesia cautella* (Walker) in Almond. *Turkish Journal of Entomology*, 39(2): 187-198.
- Janjarasskul, T. and Suppakul, P. 2018. Active and intelligent packaging: the indication of quality and safety. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 58(5): 808-831.
- Kavas, G. ve Kavas, N. 2001. Gıda ambalajları: tüketiciye dost yaklaşımlar. *Dünya Gıda*. <http://www.dunyagida.com.tr/haber/gida-ambalajlari-tuketiciye-dost-yaklasimlar/3849>. (Erişim Tarihi: 20.08.2018)
- Keskin, M., P. Setlek and S. Demir. 2017. Use of color measurement systems in food science and agriculture. International Advanced Researches & Engineering Congress, 16-18 November 2017, Osmaniye, Turkey, p: 2350-2359.
- Longshu, L., Xiaowei, Z. and Yiquan, G. 1992. The acute lethal effects of low oxygen and high carbon dioxide on *Tyrophagus putrescentiae* at different temperatures. *J. Grain Storage*, 5: 3-7.
- Özer, M. ve Toros, S. 1978. Kuru Meyve Akarı *Carpoglyphus lactis* (L.). *Türkiye Bitki Koruma Dergisi*, 2 (4): 223-230.

- Özer, M., Toros, S., Çobanoğlu, S., Çınarlı S. and Ekmekçi, M. 1989. The description, distribution and habitats of Acarina species harmful to stored grains and grain products and dried fruits in Izmir Province. *DOĞA, Türk, Tarım ve Ormanlık Dergisi*, 13(3b): 1154-1189.
- Öztekin, S., Işıkber, A.A., Zorlugenç, B., Zorlugenç, F.K., Ulusoy, R., Satar S. ve Fenercioğlu, H. 2007. Ozon uygulamasının kuru incirde mikrobiyel flora, aflatoksin B1 ve değirmen güvesi (*Ephesia kühniella* Zeller) üzerine etkileri. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 3: 169-177.
- Selma, M.V., Ibáñez, A.M., Allende, A., Cantwelland, M.and Suslow, T. 2008. Effect of gaseous ozone and hot water on microbial and sensory quality of cantaloupe and potential transference of *Escherichia coli* O157: H7 during cutting. *Food Microbiology*, 25(1): 162-168.
- Simon, J. Y. 2014. The toxicology and biochemistry of insecticides. CRC Pressbook, UK. 380p.
- Şen, F., Meyvaci, K.B., Aksoy, U., Emekçi M. and Ferizli, A.G. 2009. Effects of the post-harvest application of methyl bromide alternatives on storage pests and quality of dried fig. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 33(4): 403-412.
- Turanlı, F. 2003. Studies on infestation levels of pests on dried fig in Aydın and Izmir provinces. *Turkish Journal of Entomology*, 27: 171-180.
- Turgu V. and Kumral, N.A. 2019. Alternative control agents of the dried fruit mite, *Carpoglyphus lactis* (L.) (Acari: Carpoqlyphidae) on dried apricots. *Acarological Studies*, 1(1): Baskıda.
- Wang, B.M., Wang, Z.Q., Wu, Z.Y., Wangand X.W. and Fan, Q.H. 2008. The occurrence and control of *Carpoglyphus lactis* (Linnaeus) (Acari: Carpoqlyphidae). *Entomological Journal of East China*, 17(2). 156-160.
- Yıldırım, S., Bettina, R., Marit, K., Pettersen, J., Nilsen-Nygaard, Z., Ayhan, R., Rutkaite, T., Radusin, P., Suminska, B., Marcos Coma, V. 2018. Active packaging applications for food. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 17(1): 165-199.



Atdışi Mısır (*Zea mays indentata* Sturt.) Genotiplerinde Verim ve Verim Unsurlarının Genetik Analizi^A

Elif ÖZDEMİR^{1*}, Bayram SADE²

Öz: Araştırma 2015 ve 2016 yetiştirme sezonlarında SÜZF (Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi) Prof. Dr. Abdulkadir AKÇİN deneme alanında yürütülmüştür. 2015 yılında tüm seleksiyon, kendileme ve melezleme aşamaları Orta Anadolu koşullarında gerçekleştirilmiş 7 ana hat (3.2, 3.4, 3.6, 14.2, 14.20, 14.21, 14.26) ve 3 tester hattın (FRMo 17, FRB 73, ADK 451) line × tester yöntemine göre melezlenmesiyle 21 adet melez mısır kombinasyonu üretilmiştir. 2016 yılında ana, baba ve melezler “Tesadüf Blokları Deneme Deseni” ne göre 3 tekerrürlü olarak ekilmişlerdir. Hat ve melezlerin; KU (koçan uzunluğu), KK (koçan kalınlığı), KTS (koçanda tane sayısı) ve TV (tane verimi) karakterlerindeki; varyans unsurları, GKY (genel kombinasyon yeteneği) ve ÖKY (özel kombinasyon yeteneği) değerleri belirlenmiştir. 14.21 ve 14.26 kodlu hatların Orta Anadolu koşullarında TV karakterinde önemli ve pozitif GKY değerlerine sahip oldukları; 3.2 × FRB 73, 3.4 × ADK 451, 3.6 × ADK 451, 14.2 × FRB 73, 14.20 × ADK 451, 14.21 × FRMo 17 ve 14.26 × ADK 451 melezlerinin de yine TV karakteri bakımından önemli ve pozitif ÖKY değerlerine sahip oldukları görülmüştür. Bu bulgular popülasyonun tane verimini arttırmaya yönelik ıslah çalışmalarına uygun olduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Çoklu dizi analizi, ıslah, kalıtım analizleri, koçan özellikleri, kombinasyon kabiliyeti, verim.

^A Yayın doktora tezinden yapılmıştır.

^{*} **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** ¹ Elif ÖZDEMİR, Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Konya, Türkiye, elifyetim@selcuk.edu.tr, [OrcID 0000-0003-3153-1739](https://orcid.org/0000-0003-3153-1739)

² Bayram SADE, KTO Karatay Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Enerji Yönetimi Bölümü, Konya, Türkiye, bayram.sade@karatay.edu.tr, [OrcID 0000-0003-3245-9919](https://orcid.org/0000-0003-3245-9919)

Genetically Analysis of Yield and Yield Components in Dent Corn Genotypes (*Zea mays indentata* Sturt.)

Abstract: The research was conducted during 2015 – 2016 growing seasons at SUAF (Selcuk University Agriculture Faculty Crop Science Department) Prof. Dr. Abdulkadir AKCIN trial area. Seven inbred lines (3.2, 3.4, 3.6, 14.2, 14.20, 14.21, 14.26), whose all self – pollination and selection stages were done in Middle Anatolian Region conditions, and 3 tester lines (FRMo 17, FRB 73, ADK 451) were hybridized according to line × tester mating design and 21 hybrid corn combinations were produced in year 2015. Lines, testers and progenies were sown according to “Randomised Complete Block design” with three replications in year 2016. Variance compounds, GCAs (general combining ability) and SCAs (specific combining ability) of lines and progenies in CL (cob length), CT (cob thickness), GNE (grain number per ear) and GY (grain yield) characters were determined. Lines 14.21 and 14.26 had significant and positive GCA values in GY in Middle Anatolian Region conditions; progenies; 3.2 × FRB 73, 3.4 × ADK 451, 3.6 × ADK 451, 14.2 × FRB 73, 14.20 × ADK 451, 14.21 × FRMo 17 and 14.26 × ADK 451 had significant and positive SCA values in GY as well. These results showed the conformity of the population for breeding studies with the aim of increasing grain yield.

Keywords: Combining ability, breeding, ear properties, heritability analysis, line × tester, yield.

Giriş

Dünyada üretim bakımından buğday (751 milyon ton) ve çeltiğin (482 milyon ton) izlediği mısır, yaklaşık bir milyar tonluk rekoltesiyle tahıllar içerisinde en fazla üretimi yapılan türü oluşturmaktadır. Ülkemizde mısır üretimi 2016 yılında 6.4 milyon ton olarak gerçekleşmiştir (Anonim, 2017). Yetiştirme periyodu kısa, verimi yüksek bir C_4 bitkisi olan mısır fotosentetik kapasitesi yüksek bir türdür. Farklı iklimlere adapte olabilmesi tarımının geniş alanlara yayılmasını sağlamıştır (Iqbal ve ark., 2012). Mısır yabancı dölleni sebebiyle hibrit tohumluk teknolojisine uygun bir bitkidir. Mısır yüksek verim potansiyeli nedeniyle birçok genetik ve agroteknik çalışmaya konu olmuş, hibrit teknolojisinde tek melez, üçlü melez, çift melez, kompozit ve sentetik olmak üzere farklı şekillerde yer almıştır. Uzun yıllardan beri yüksek verim potansiyeli sebebiyle tek melez hibrit üretimi ön plana çıkmıştır (Sade, 1999). Tek melez üretiminde uygun ebeveyn hatların belirlenmesi son derece önemlidir. Bu yüzden GKY’si yüksek ebeveynler ile ÖKY’si ve heterosis oranları yüksek melezlerin elde edilmesine yönelik araştırmalar yapılmaktadır (Patil ve ark., 2012). Bir popülasyonun değeri potansiyeline ve barındırdığı genotiplerin kombinasyon kabiliyetlerine göre değişir. Bu nedenle yeni genotiplerin geliştirilmesinde hatların ve melezlerin karakterizasyonu günden güne önem kazanmaktadır (Malik ve ark., 2004). Bu çalışma seleksiyon, kendileme ve melezleme işlemleri Orta Anadolu koşullarında yapılmış genotipleri barındırmaktadır. Denemede amaç söz konusu bölge koşullarına adapte, yüksek verimli, GKY ve ÖKY değerleri

yüksek genotipler üretmek, bu şekilde ülkemiz tarım alanlarında önemli yeri olan mısırın üretimini denemeye konu genotiplerden çıkacak yerel çeşitler ile teşvik etmektir.

Materyal ve Yöntem

Denemeler 2015 – 2016 yılları yetiştirme sezonlarında SÜZF Abdulkadir AKÇİN deneme tarlasında yürütülmüştür. Araştırmanın ilk yılında materyal olarak 7 ana ve 3 test edici olmak üzere toplam 10 adet hat kullanılmış, ikinci yılında ise 10 adet ebeveyn ve bu ebeveynlerin 2015 yetiştirme sezonunda line × tester yöntemine göre melezlenmeleriyle üretilmiş 21 adet atdışı mısır melezleri kullanılmıştır. Ebeveynlerin özellikleri Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Denemedeki mısır hat ve tester’larının özellikleri

Hatlar	Orijin	Jenerasyon	Olum Grubu	Çiçeklenme Süresi (gün)
3.2*	Türkiye	S7	Geçci	74
3.4*	Türkiye	S7	Geçci	76
3.6*	Türkiye	S7	Geçci	76
14.2*	Türkiye	S7	Geçci	75
14.20*	Türkiye	S7	Geçci	75
14.21*	Türkiye	S7	Geçci	76
14.26*	Türkiye	S7	Geçci	76
Tester’lar				
FRMo 17	USA	–	Geçci	75
FRB 73	USA	–	Geçci/Orta	77
ADK 451	Türkiye	–	Geçci	79

*Tüm kendileme ve melezleme aşamaları ülkemiz İç Anadolu koşullarında gerçekleştirilmiştir.

2015 yılı yetiştirme sezonunda ana hatlara ait tohumluklar mayıs ayının ikinci haftasında ekilmişlerdir. Test ediciler ise farklı dönemlerde çiçek tozu elde edebilmek için mayıs ayının ilk (erken), ikinci (normal) ve üçüncü (geç) haftalarında ekilmişlerdir. Deneme; her saf hat üç sıra ve ardından her test edici, hat başına birer sıra oluşturacak şekilde kurulmuştur. Parseller 3 m uzunluğunda, sıra arası 70 cm, sıra üzeri ise 20 cm olacak şekilde düzenlenmişlerdir. Deneme alanının bakım ve gübreleme işlemleri mısır tarımında uygulanan yetiştirme tekniklerine göre yapılmıştır (Kırtok, 1998; Emeklier ve ark., 2013). Çıkışa kadar yağmurlama, çıkıştan sonraki dönemde ise damlama sulama sistemi kullanılmıştır. 2015 yılı yetiştirme sezonunda adı geçen hat ve test ediciler line × tester yöntemine göre el ile tozlaştırma tekniği kullanılarak melezlenmişlerdir. Elde edilen F₁ tohumlukları bir sonraki yetiştirme sezonunda kullanılmak üzere muhafaza edilmişlerdir. 2016 yılı yetiştirme sezonunda ebeveynler ile 21 adet atdışı mısır melezlerine ait tohumlar mayıs ayının ikinci haftasında “Tesadüf Blokları Deneme Deseni” ne göre 3 tekerrürlü olarak ekilmişlerdir. Her parsel iki sıradan oluşmuş, deneme; parsel boyu 5 m olacak şekilde kurulmuş, sıra arası 70 cm, sıra üzeri ise 20 cm olarak düzenlenmiştir. Kenar etkisini ortadan

kaldırmak için blok başlarına ve sonlarına iki sıra NK Famoso mısır çeşidi ekilmiştir. Deneme alanındaki gübreleme işlemi toprak analiz sonuçları dikkate alınarak yapılmıştır. Deneme alanına ekimle birlikte 4kg/da saf azot, 10 kg/da fosfor (P₂O₅) (DAP formunda; %18 N, %46 P₂O₅) verilmiş, bitki gelişiminin uygun dönemlerinde 16 kg/da saf azot üç parça halinde (üre formunda; %46) damla sulama sistemi ile uygulanmıştır. Deneme alanına yapraktan püskürtme yoluyla 350g/da hesabına göre %6 Fe (demir) içeren Feron ve 350g/da hesabına göre %23 Zn (çinko) içeren ZnSO₄ verilmiştir. Bakım işlemleri mısır tarımında uygulanan yetiştirme tekniklerine göre yapılmıştır (Kırtok, 1998). Çıkışa kadar yağmurlama, çıkıştan sonraki dönemde ise damlama sulama sistemi kullanılmıştır. Denemede aşağıdaki ölçümler yapılmıştır;

Koçan uzunluğu (cm): Her bir parseldeki 10 adet koçanda koçan sapının bitki ile birleştiği noktadan koçan ucuna kadar olan mesafe ölçülmüş, elde edilen değerlerin ortalaması alınmış ve koçan uzunluğu değeri olarak kaydedilmiştir (Cömertpay, 2008).

Koçan kalınlığı (cm): Her bir parseldeki 10 adet koçanda koçanların tam ortasındaki çap değeri kumpas ile ölçülmüş, elde edilen değerlerin ortalaması alınmış ve koçan kalınlığı değeri olarak kaydedilmiştir (Tezel, 2007).

Koçanda tane sayısı (adet): Her bir parseldeki 10 adet koçanın her birisi tanelenmiş, taneler sayılmış, elde edilen değerlerin ortalaması alınmış ve koçanda tane sayısı değeri olarak kaydedilmiştir (Tezel, 2007).

Tane verimi (kg/da): Her bir parselden toplanmış koçanlar tanelendikten sonra, parsel verimleri %15 neme göre modifiye edilmiş, elde edilen değerler aşağıdaki formüle uyarlanarak genotiplerin dekara tane verim değerleri hesaplanmıştır (Tezel, 2007).

$$PV [\text{parsel verimi (\%15)}] = \text{Parsel Alanı (m}^2) \times [(100 - \%Nem) / 85] \times [(Tane/Koçan) / 100]$$

$$TV [\text{tane verimi (kg/da)}] = PV \times [1000/\text{Parsel Alanı (m}^2)]$$

İstatistiksel Analizler

2016 yılında elde edilen veriler SPSS paket programında “Tesadüf Blokları Deneme Deseni” ne göre ön varyans analizine tabi tutulmuş, genotipler arasında yeterli varyasyonun belirlendiği özellikler için çoklu dizi analizine gidilmiştir. Kalıtım analizlerinde her bir özellik için ν^2 GKY (Tezel, 2007), ν^2 ÖKY (Tezel, 2007), ν^2 A (Singh ve Chaudhary, 1979; Hussain ve Sulaiman, 2011), ν^2 D (Singh ve Chaudhary, 1979; Hussain ve Sulaiman, 2011), ebeveynlerin GK Y (Karataş, 1973; Soylu, 1998) melezlerin ÖKY (Karataş, 1973; Soylu, 1998) değerleri hesaplanmıştır. Adı geçen kalıtım unsurları Microsoft Office Excel paket programında aşağıdaki eşitliklerden faydalanılarak hesaplanmışlardır.

$$\begin{aligned} \text{GKY (hat)} &= [X_{i...}/(t.r)] - [X_{...}/(t.l.r)] \\ \text{GKY (tester)} &= [X_{j...}/(l.r)] - [X_{...}/(t.l.r)] \\ \text{ÖKY (melez)} &= [(X_{ij}/r) - (X_{i}/(t.r)) - (X_{j}/(l.r)) - (X_{...}/(t.l.r))] \\ \upsilon^2 \text{GKY} &= [(1+F)/4]^2 * \upsilon^2 A \\ \upsilon^2 \text{ÖKY} &= [(1+F)/2]^2 * \upsilon^2 D \\ \upsilon^2 A &= [2 \upsilon^2 L + 2 \upsilon^2 t] / 2 = \upsilon^2 l + \upsilon^2 t \\ \upsilon^2 L &= [Ms (L) - Mse] / r.t = 1/2 \upsilon^2 A \quad \upsilon^2 A = 2 \upsilon^2 L \\ \upsilon^2 t &= [Ms (t) - Mse] / r.L = 1/2 \upsilon^2 A \quad \upsilon^2 A = 2 \upsilon^2 t \\ \upsilon^2 D &= \upsilon^2 Lt = [Ms (L.t) - Mse] / r \end{aligned}$$

Bulgular ve Tartışma

Koçan uzunluğu, KK, KTS ve TV karakterleri yönüyle genotipler arasında yeterli varyasyon bulunmuş (Çizelge 2, Çizelge 3) ve adı geçen özelliklerin kalıtım analizleri yapılmıştır (Çizelge 4, Çizelge 5). Popülasyonun varyans unsurları incelendiğinde KU, KK ve KTS özellikleri bakımından $\upsilon^2 \text{GKY} > \upsilon^2 \text{ÖKY}$ olurken; TV özelliğinde $\upsilon^2 \text{ÖKY} > \upsilon^2 \text{GKY}$ olduğu görülmüştür. Bu bulgulara paralel olarak KU, KK ve KTS özelliklerinin $\upsilon^2 A$ değerleri de $\upsilon^2 D$ değerlerinden yüksek olmuş, TV özelliğinde ise $\upsilon^2 D$ değeri $\upsilon^2 A$ değerinden yüksek bulunmuştur. Premalatha ve Kalamani (2009) denemelerine konu popülasyonda KU özelliğinin eklemeli olmayan genlerin etkisi altında ortaya çıktığını bildirmişlerdir ($\upsilon^2 \text{ÖKY} > \upsilon^2 \text{GKY}$); benzer şekilde Kambe Gowda ve ark. (2013)'da KU karakterinin oluşumunda eklemeli olmayan gen etkilerinin ön planda olduğunu kaydetmişlerdir.

Çizelge 2. KU, KK, KTS ve TV özelliklerinin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KU	KK	KTS	TV
Tekerrür	2	34.888	0.800**	19281.236**	452735.599**
Genotip	30	27.052**	19.210**	57805.278**	351406.061**
Hata	60	6237	5.524	2284.221	38392.834
Total	92	–	25.534	–	–
CV (%)		12.19	12.19	7.50	20.94

KU: Koçan uzunluğu; KK: Koçan kalınlığı; KTS: Koçanda tane sayısı; TV: Tane verimi
** P < 0.01.

Çizelge 3. Ebeveynlerin ve melezlerin ortalama değerleri

Ebeveynler ve Melezler	KU (cm)	KK (cm)	KTS (adet)	TV (kg/da)
3.2	19.13 a-g	3.31 j-m	621 g	644.01 fgh
3.4	15.34 gh	2.80 n	435 hı	464.41 hı
3.6	14.17 h	3.69 f-k	481 hı	275.35 ı
14.2	15.50 fgh	2.93 mn	472 hı	308.00 ı
14.20	16.79 d-h	3.11 lmn	467 hı	459.58 hı
14.21	17.02 c-h	3.21 k-n	426 ı	320.14 ı
14.26	20.98 abc	4.04 b-h	464 hı	449.59 hı
FRMo 17	20.39 a-e	3.33 j-m	459 hı	646.91 fgh
FRB 73	16.33 e-h	4.08 b-g	510 h	828.10 efg
ADK 451	9.33 ı	3.33 j-m	244 j	514.92 ghı
3.2 × FRMo 17	22.47 ab	3.54 ı-l	668 fg	1031.24 cde
3.2 × FRB 73	19.33 a-g	4.07 b-g	689 d-g	1178.43 a-d
3.2 × ADK 451	20.96 abc	3.86 e-ı	682 d-g	944.83 def
3.4 × FRMo 17	22.63 ab	3.57 h-l	715 b-f	1120.14 a-e
3.4 × FRB 73	19.96 a-e	3.95 c-ı	733 a-f	1141.57 a-e
3.4 × ADK 451	22.72 a	3.77 f-j	694 b-g	987.14 cde
3.6 × FRMo 17	20.52 a-d	4.14 b-f	739 a-f	1156.85 a-d
3.6 × FRB 73	19.54 a-f	4.72 a	804 a	1026.73 cde
3.6 × ADK 451	21.40 ab	4.44 abc	769 abc	1266.67 abc
14.2 × FRMo 17	22.50 ab	3.53 ı-l	734 a-f	1077.27 b-e
14.2 × FRB 73	19.38 a-g	3.70 f-k	748 a-e	1134.99 a-e
14.2 × ADK 451	20.27 a-e	3.98 b-ı	747 a-e	1037.84 cde
14.20 × FRMo 17	21.85 ab	3.70 f-k	691 c-g	1216.17 a-d
14.20 × FRB 73	20.03 a-e	4.15 b-f	729 a-f	1069.36 cde
14.20 × ADK 451	20.55 a-d	3.91 d-ı	757 a-d	1305.62 abc
14.21 × FRMo 17	22.34 ab	3.92 d-ı	771 ab	1392.43 ab
14.21 × FRB 73	20.01 a-e	4.29 a-e	707 b-f	1130.00 a-e
14.21 × ADK 451	22.48 ab	3.61 g-k	678 efg	1173.75 a-d
14.26 × FRMo 17	20.65 a-d	4.07 b-g	747 a-e	1260.59 a-d
14.26 × FRB 73	16.74 d-h	4.39 a-d	683 d-g	1035.75 cde
14.26 × ADK 451	18.60 b-g	4.45 ab	679 efg	1411.94 a
LSD (0.05)	4.07	0.49	77.94	320.017

Chandel ve Mankotia (2014), Iqbal ve ark., (2007), Haydar ve Paul (2014) atdışı mısır varyete grubu ile yürüttükleri çalışmalarında KK özelliğinin eklemeli olmayan genlerin etkileri altında ortaya çıktığını gözlemlemişler, Amin ve ark. (2014) KTS özelliğinde eklemeli gen etkilerinin ön planda olduğunu kaydetmişlerdir. Literatürde TV özelliğinin kalıtımında bu çalışmadakilere benzer bulgularla karşılaşmıştır. Kousar ve ark., (2014), Aliu ve ark., (2016), Iqbal ve ark., (2007), Gissa ve ark., (2013) ile Kambe Gowda ve ark., (2013) üzerine çalıştıkları popülasyonlarda TV özelliğinin eklemeli olmayan genlerin etkileri altında ortaya çıktığını kaydetmişlerdir. Fasahat ve ark., (2016) bir popülasyonda herhangi bir özellik bakımından $u^2\text{ÖKY} > u^2\text{GKY}$ olduğu durumlarda söz konusu özelliğın oluşumunda eklemeli olmayan gen etkilerinin ön

planda olduğunu bildirmişlerdir. Bir popülasyonda herhangi bir özellik bakımından eklemeli olmayan gen etkilerinin ön planda olması, popülasyonun o özellik bakımından heterosis ıslahına uygun olduğuna işaret etmektedir. İslahçının üzerinde çalıştığı bir karakterde varyans unsurlarından σ^2A 'nın σ^2D 'den büyük bulunması, bu özelliğin oluşumunda gen interaksiyonlarından çok her bir genin kendine has etkisinden bahsedilebileceği anlamını taşır. Bu durum popülasyonun seleksiyon ıslahı için uygun olduğuna işaret eder ve söz konusu özellik bakımından popülasyona stabilite kazandırır (Sofi ve Rather, 2006). Bu çalışmaya konu popülasyonda KU, KK ve KTS özelliklerinin eklemeli genlerin etkisi altında ortaya çıkması popülasyonun bu özellikler bakımından daha stabil olduğuna ve bu özellikler bakımından yapılacak bir seleksiyonun etkili olabileceğine işaret ederken; TV özelliğinin eklemeli olmayan genlerin etkisi altında ortaya çıkması adı geçen popülasyonun TV özelliği bakımından heterosis ıslahına uygun olduğuna işaret etmektedir. Eklemeli olmayan genlerin etkileri altında ortaya çıkan TV özelliği için belirlenmiş $\sqrt{D/A}$ değeri 1.834 olmuştur. Baskınlık derecesi değerinin 1.20'den büyük olması adı geçen özelliğin dominantlık derecesinin üstün dominansı olduğu anlamına gelir (Li ve ark., 2017). Bu durum bu popülasyonda TV özelliği için yapılacak heterosis ıslahı çalışmalarının yüksek oranda başarılı olacağı anlamını taşımaktadır. Her bir özellik için hesaplanmış ebeveynlerin GKY, melezlerin ise ÖKY değerleri Çizelge 5'te verilmiştir. 3.4 kodlu hat KU karakterinde önemli ve pozitif GKY değerine sahip olurken, 3.6 kodlu hat KK ve KTS, 14.2 kodlu hat KTS, 14.21 kodlu hat KU ve TV, 14.26 kodlu hat ise KK ve TV karakterlerinde önemli ve pozitif GKY değerlerine sahip olmuşlardır. Bir ebeveynin bir karakterin kalıtımında yüksek GKY değerine sahip olması ebeveynin o karakterin oluşumuna etki eden genlerini nesilden nesile etkin bir şekilde aktardığı anlamına gelir. Bu tür durumlarda gen interaksiyonundan söz edilmez. Özelliğin oluşumuna etki eden kalıtım materyali doğrudan döle aktarılır. İnteraksiyon söz konusu olmadığından test edici değişse de özellik etkin bir şekilde bir sonraki nesile aktarılır. Haydar ve Paul (2014) yüksek GKY değerlerine sahip ebeveynlerde arzu edilen karakterin oluşumunu belirleyen gen veya genlerin görülme sıklığının (frekans) yüksek olduğunu, Iqbal ve ark. (2007) ise GKY'si yüksek ebeveynlerin sentetik varyeteler ve elit popülasyonlar geliştirmeye uygun genotipler olduklarını bildirmişlerdir. Melez genotiplerde belirlenmiş ÖKY değerleri incelendiğinde $3.2 \times FRB 73$ 'ün TV, $3.4 \times FRB 73$ 'ün KTS ve TV, $3.4 \times ADK 451$ 'in KU, $3.6 \times FRB 73$ 'ün KK ve KTS, $3.6 \times ADK 451$ ' in TV, $14.2 \times FRMo 17$ 'nin KU, $14.2 \times FRB 73$ 'ün TV, $14.2 \times ADK 451$ 'in KK, $14.20 \times FRB 73$ 'ün KTS ve TV, $14.21 \times FRMo 17$ 'nin KK, KTS ve TV, $14.21 \times FRB 73$ 'ün KK, $14.26 \times FRMo 17$ 'nin KK ve KTS, $14.26 \times FRB 73$ 'ün KK ve $14.26 \times ADK 451$ 'in KK ve TV karakterlerinde önemli ve pozitif ÖKY değerlerine sahip oldukları görülmektedir. Araştırmadan elde edilmiş bulgular incelendiğinde Orta Anadolu koşullarında; tane verimi karakteri bakımından önemli ve pozitif GKY değerleri ile 14.21 ve 14.26 kodlu ebeveynlerin ümit var hatlar; önemli ve pozitif ÖKY değerleri ile ise $3.2 \times FRB 73$, $3.4 \times ADK 451$, $3.6 \times ADK 451$, $14.2 \times FRB 73$, $14.20 \times ADK 451$, $14.21 \times FRMo 17$ ve $14.26 \times ADK 451$ kodlu genotiplerin ise Orta Anadolu Koşullarına uygun melezler olabilecekleri sonucuna ulaşılmıştır.

Çizelge 4. Her bir karakter için belirlenmiş varyans unsurları

Parametreler	v^2GKY	$v^2ÖKY$	$v^2GKY/v^2ÖKY$	v^2A	v^2D	$\sqrt{D/A}$
Koçan Uzunluğu	0.878	0.023	38.066	1.756	0.023	0.115
Koçan Kalınlığı	0.050	0.008	6.116	0.100	0.008	0.286
Koçanda Tane Sayısı	258.225	204.101	1.265	516.449	204.101	0.629
Tane Verimi	672.604	4524.510	0.149	1345.208	4524.510	1.834

Çizelge 5. Her bir özellik için belirlenmiş ebeveynlerin GKY, melezlerin ÖKY değerleri

GKY (ebeveynler)	KU	KK	KTS	TV
3.2	0.209	-0.166**	-42.191**	-96.086**
3.4	1.060**	-0.226**	-8.191	-64.636*
3.6	-0.224	0.444**	48.580**	2.499
14.2	0.006	-0.253**	20.848**	-64.217*
14.20	0.096	-0.068	3.593	49.461
14.21	0.902*	-0.046	-3.392	84.476**
14.26	-2.049**	0.316**	-19.248**	88.504**
FRMo 17	1.140**	-0.208**	1.636	31.655
FRB 73	-1.426**	0.192**	5.311	-45.184
ADK 451	0.286	0.016	-6.948	13.529
ÖKY (melezler)				
3.2 × FRMo 17	0.407	-0.075	-13.388*	-51.918*
3.2 × FRB 73	-0.161	0.052	4.084	172.114**
3.2 × ADK 451	-0.246	0.022	9.303	-120.196**
3.4 × FRMo 17	-0.278	0.012	-0.641	5.534
3.4 × FRB 73	-0.386	-0.008	13.338*	103.801**
3.4 × ADK 451	0.663*	-0.004	-12.697*	-109.335**
3.6 × FRMo 17	-1.108**	-0.085*	-32.958**	-24.887
3.6 × FRB 73	0.481	0.092*	27.812**	-78.174**
3.6 × ADK 451	0.627	-0.008	5.146	103.060**
14.2 × FRMo 17	0.646*	0.003	-10.233	-37.751
14.2 × FRB 73	0.088	-0.228*	-0.554	96.803**
14.2 × ADK 451	-0.734*	0.224*	10.787	-59.052*
14.20 × FRMo 17	-0.101	-0.012	-36.291**	-12.534
14.20 × FRB 73	0.648*	0.035	-2.041	-82.506**
14.20 × ADK 451	-0.547	-0.022	38.333**	95.040**
14.21 × FRMo 17	-0.410	0.187**	51.120**	128.715**
14.21 × FRB 73	-0.174	0.159**	-17.328**	-56.879*
14.21 × ADK 451	0.584	-0.346**	-33.793**	-71.835**
14.26 × FRMo 17	-2.106**	0.332**	26.534**	-3.130
14.26 × FRB 73	-3.447**	0.259**	-41.168**	-151.130**
14.26 × ADK 451	-3.298**	0.495**	-32.936**	166.346**

* P < 0.05.

Sonuç

Denemeye konu olan tür yabancı dölllenme biyolojisindedir. Her ne kadar GKY değerinin yüksek olması genotipe istikrar kazandıran bir özellik olsa da yüksek oranda ticarete konu olan yabancı döllenen bitkilerde ÖKY değerleri yüksek materyaller de son derece önemli olup, üreticinin dikkatini çezebedecek niteliktedir. Çünkü tohumluk üreticisi F1 kademesindeki tohumluk ile çalışmaktadır. Burada GKY değeri yüksek genotipler gelecekte yürütülecek ıslah çalışmalarına kaynak oluşturma potansiyelinde olmaları dolayısıyla önem arz eden materyaller konumundadırlar. GKY değerleri yüksek olan ana hatlar denemeye konu olan baba hatlardan iyi durumda olan tester'lar ile daha iyi sonuçlar üretme potansiyeli barındırmaktadırlar.

Kaynakça

- Aliu, S., Rusinovci, I., Fetahu, S. and Rozman, L. 2016. The combining ability of maize (*Zea mays* L.) inbred lines for grain yield and yield components. *Agriculture & Forestry*. 62(1): 295-305.
- Amin, N., Amiruzzaman, N., Ahmed, A. ve Ali, R. 2014. Evaluation of inbred lines of maize (*Zea mays* L.) through line \times tester method. *Bangladesh J. Agril. Res.* 39(4): 675-683.
- Anonim 2017. TMO 2016 Yılı Hububat Raporu. TMO Yayınları. Ankara.
<https://www.gtb.org.tr/dosya/pdf/hububat-raporu-2017.pdf> (18.09.2018)
- Chandel, U. ve Mankotia, B. S. 2014. Combining ability in local and CIMMIYT inbred lines of maize (*Zea mays* L.) for grain yield and yield components using line \times tester analysis. *Sabrao Journal of Breeding and Genetics*. 46(2): 256-264.
- Cömertpay, G. 2008. Yerel Mısır Populasyonlarının Morfolojik ve DNA Moleküler İşaretleyicilerinden SSR Tekniği ile Karakterizasyonu. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Emeklier, Y., Sade, B., Öktem, A. ve Dok, M. 2013. Mısır yetiştiriciliği: *Mısırdaki Yüzyıl Çalıştayı*, Editörler: K. Korkut, V. Eser, İ. Başer, Bisab Yayınları, Ankara, Türkiye, syf: 261-284.
- Fasahat, P., Rajabi, A., Rad, J.M. ve Derera, J. 2016. Principles and utilization of combining ability in plant breeding. *Biometrics & Biostatistics International Journal*. 4(1): 1-24.
- Gissa, D. W., Zelleke, H., Labuschagne, M. T., Hussein, T. ve Singh, H. 2013. Heterosis and Combining Ability for Grain Yield and Its Components in Selected Maize Inbred Lines. *South African Journal of Plant and Soil*. 24(3): 133-139.
- Haydar, F. M. A. ve Paul, N. K. 2014. Combining ability analysis for different yield components in maize (*Zea mays* L.) inbred lines. *Bangladesh J. Pl. Breed. Genet.* 27(1): 17-23.
- Hussain, A. H. ve Sulaiman, R. I. 2011. Estimation of some parameters, heterosis and heritability for yield and morphological traits in inbred line of maize (*Zea mays* L.) using line \times tester method. *Journal of Tikrit University for Agricultural Sciences*. 11(2): 359-383.

- Iqbal, A. M., Nehvi, F. A., Wani, S. A., Rehana, Q., Dar, Z. A. 2007. Combining ability analysis for yield and yield related traits in maize (*Zea mays* L.). *International Journal of Plant Breeding and Genetics*, 1(2): 101-105.
- Iqbal, J., Saleem, M., Ahsan, M. ve Ali, A. 2012. General and specific combining ability analyses in maize under normal and moisture stress conditions. *JAPS, Journal of Animal and Plant Sciences*. 22(4): 1048-1054.
- Kambe Gowda, R., Kage, U., Lohithaswa, H. C., Shekara, B. G. ve Shobha, D. 2013. Combining ability studies in maize (*Zea mays* L.). *Molecular Plant Breeding*. 4(14): 116-127.
- Karataş, Ş. 1973. *İstatistiğe giriş*. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 134, Ders Kitabı: 20, Erzurum, Türkiye. 302 syf.
- Kırtok, Y. 1998. *Mısır; üretimi ve kullanımı*. Kocaoğluk Yayıncılık Sanayi ve Ticaret Ltd. Şti., Adana, Türkiye. 445 syf.
- Kousar, N., Baskheti, D. C., Singh, M. ve Lamalakshimi Devi, E. 2014. Combining ability analysis for grain yield agronomic characters in maize (*Zea mays* L.). *Environment & Ecology*, 32(2): 461-464.
- Li, H., Yang, Q., Fan, N., Zhang, M., Zhai, H., Ni, Z. ve Zhang, Y. 2017. Quantitative trait locus analysis of heterosis for plant height and ear height in an elite maize hybrid Zhengdan 958 By Design III. *BMC Genetics*. 18(36): 2-10.
- Malik, S. I., Malik, H. N., Minhas, N. M. ve Munir, M. 2004. General and specific combining ability studies in maize diallel crosses. *Int. J. Agric. Biol.* 6(5): 856-859.
- Patil, A. E., Charjan, S. U., Patil, S. R., Udasi, R. N., Puttawar, M. R. ve Palkar, A. 2012. Studies on heterosis and combining ability analysis in maize (*Zea mays* L.). *Journal of Soils and Crops*. 22(1): 129-138.
- Premlatha, M., Kalamani, A. 2009. Heterosis and combining ability studies for grain yield and its related traits in maize (*Zea mays* L.). *Mysore J. Agric. Sci.* 43(1): 62-66.
- Sade, B. 1999. *Tahıl islahı (buğday ve mısır)*. Selçuk Üniversitesi Yayınları: 135, Ders Kitabı, No: 31, Konya, Türkiye. 114 syf.
- Singh, R. K. ve Chaudhary, B. D. 1979. *Biometrical methods in quantitative genetic analysis*. Kalyani Publishers, New Delhi, Indian. 318 pp.
- Sofi, P. ve Rather, A. G. 2006. Genetic analysis of yield traits in local and CIMMYT inbred line crosses using line \times tester analysis in maize (*Zea mays* L.). *Asian J. Plant Sci.* 5(6): 1039-1042.
- Soylu, S. 1998. Orta anadolu şartlarında makarnalık buğday islahında kullanılabilecek uygun ebeveyn ve melezlerin çoklu dizi (line \times tester) yöntemi ile belirlenmesi. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Tezel, M. 2007. Mısırdaki (*Zea mays* L.) verim ve verim unsurları için kalıtım parametrelerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü.



Derry x Yemsoy Soya (*Glycine max.* (L.) Merr.) Melezlerinin Bazı Tarımsal Özellikleri Üzerinde Araştırmalar^A

Gözde ŞENBEK^{1*}, Esvet AÇIKGÖZ²

Öz: Bu çalışma; Derry ve Yemsoy yemlik soya (*Glycine max* (L.) Merr.) çeşitleri arasında yapılan melezlerin ot verimleri ve bazı tarımsal özelliklerini belirlemek amacı ile 2014 ve 2015 yıllarında Bursa ekolojik koşullarında yapılmıştır. Araştırmanın F2 kademesinde boy, dallanma ve ot verimi yönünden seçilmiş 60 tek bitki, 4 soya çeşidi (Derry, Yemsoy, Arısoy, Nova) ile birlikte 2014 yılında augmented deneme deseninde denemeye alınmıştır. Bu deneme sonuçlarına göre 12 hat seçilmiş ve seçilen hatlar 4 tank soya (Derry, Yemsoy, Arısoy çeşitleri ve Msw hattı) ile birlikte 2015 yılında tesadüf blokları deneme deseninde ekilmiştir. Her iki yılda da hatlar ve tanklar, bitki boyu, dal sayısı, yaprakçık eni ve yaprakçık boyu, yeşil ot ve kuru madde verimi yönünden incelenmiştir. Araştırmamızda, ölçülen özellikler yönünden O13, O31 ve O36 melezlerinin tanklara ve diğer hatlara göre üstün olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Glycine max*, kuru madde verimi, melez, soya, verim, yeşil ot verimi.

^A Bu makale, TÜBİTAK tarafından desteklenmiş, 1120149 no'lu projeden hazırlanan yüksek lisans tezinin bir bölümünü içermektedir.

* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** ¹ Gözde ŞENBEK, Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Bursa, Türkiye, gozdesenbek@gmail.com, [OrcID 0000-0002-9953-2335](https://orcid.org/0000-0002-9953-2335)

² Esvet AÇIKGÖZ, Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Bursa, Türkiye, esvet@uludag.edu.tr, [OrcID 0000-0001-8537-7488](https://orcid.org/0000-0001-8537-7488)

Agricultural Characteristics of Derry X Yemsoy Soybean Hybrids

Abstract: This study was conducted to investigate the forage and dry matter yields and some agricultural characteristics of Derry x Yemsoy forage type soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) hybrids, at Bursa ecological conditions in 2014 and 2015. In the F₂ stage of the study, selected 60 single plants in terms of height, branching and forage yield were included in the augmented trial design in 2014 together with 4 check cultivars (Derry, Yemsoy, Arısoy, Nova). According to the results of this experiment, 12 soybean lines were selected and were planted in randomized block design in 2015, with 4 witness types (Derry, Yemsoy, Arısoy, Msw line). In both years, lines and witnesses were examined for plant height, number of branches, leaflet width and leaflet height, forage and dry matter yield. In our research, it was determined that the O13, O31 and O36 hybrids were superior to witnesses and other lines in terms of measured characteristics.

Keywords: dry matter yield, forage yield, *Glycine max*, hybrid, soybean, yield.

Giriş

İnsan ve hayvan beslenmesinde önemli bir yere sahip, özellikle protein zenginliğiyle giderek değeri artan soya fasulyesi (*Glycine max* (L.) Merr.), Asya halkının tükettiği önemli besin kaynaklarından. Tohumları %36-40 protein, %18-24 yağ, %26 karbonhidrat içerdiğinden gıda sektörü için de önemli bir hammaddedir.

Soya insan beslenmesinde olduğu kadar kuru ot ve silaj üretimi ile otlatma ve yeşil gübreleme bitkisi olarak da kullanılabilir. ABD’de ilk üretim yıllarında yem bitkisi olarak yetiştirilen soya, 1940’lı yıllardan sonra yağ ve protein bitkisi olarak önem kazanmıştır. Bu ülkede kuraklık, soğuk veya dolu gibi doğal afetlerden etkilenen soya, ot için biçilmiştir.

Son yıllarda, ot üretimi için çok sayıda yemlik soya çeşidi geliştirilmiş ve bu çeşitlerin verim performansları incelenmiştir. Soya bitkisinin kuru ot verimi, çeşitlere, bölgeye ve biçim devresine göre değişmektedir (Hintz ve ark. 1992; Devine ve Hatley 1998; Devine ve ark. 1998; Asekova ve ark. 2014). Ülkemizde yapılan çalışmalarda, soya bitkisinin kuru ot verimi 1.0 ton/da kadar bulunmuş, bazı çeşit ve lokasyonlarda verim 1.5 ton/da’ya kadar ulaşmıştır (Altınok ve ark. 2004; Bilgili ve ark. 2005; Açıköz ve ark. 2007).

Ülkemizde yazlık baklagil yem bitkisi oldukça azdır. Bu nedenle soya özellikle yeşil ot üretimi için iyi bir yazlık baklagildir. Dünyada ot tipi soya çeşitleri ve bu soya çeşitleriyle yapılan çalışmalar sınırlı sayıdadır. Bu çalışmada; ABD kökenli yemlik soya çeşidi Derry ile yerli yemlik tip Yemsoy soya çeşidi melezlenmiştir. İleri generasyonlarda, elde edilen melez hatlar içerisinde yapılan seleksiyonlar ile ot verimi ve verim komponentleri yönünden üstün hatlar belirlenmiştir. Bu çalışmada, seçilen hatlar yem tipi soya genotipleri ile karşılaştırmalı olarak denemeye alınmış ve yem verim performansları ve bazı verim komponentleri yönünden değerlendirilmiştir.

Materyal ve Yöntem

Denemelerin yürütüldüğü Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma Merkezi toprakları genel olarak killi yapıdadır. Ekimden önce deneme alanı sürülmüş, diskaro ve tırmıkla ekime hazır hale getirilmiştir. Deneme alanına ekimle birlikte dekara 5 kg saf azot, fosfor ve potasyum gelecek şekilde 15-15-15 gübresi uygulanmıştır. Bitkilerin nodül oluşturması için toprakta yeterli miktarda Rhizobium bakterisi bulunduğundan aşılama ihtiyacı duyulmamıştır. Deneme alanı ekimden hemen sonra, çiçeklenme başlangıcı, bakla oluşumu ve bakla doldurma zamanı olmak üzere dört kez yağmurlama sulama sistemi ile sulanmıştır. Deneme alanında belirli aralıklarla dört kez mekanik yabancı ot kontrolü yapılmıştır.

Uzun yıllar (1975-2014) ortalamalarına göre Bursa ilinde, soya yetiştirme döneminde (Nisan - Ekim) sıcaklık 19.6 °C, nem %61.7 ve yağış toplamı 293.7 mm kadardır. Araştırmanın yürütüldüğü 2014 ve 2015 yılı iklim verilerine göre; bitki gelişme dönemi içerisindeki ayların ortalama sıcaklıkları sırasıyla 20.5 ve 20.6 °C, ortalama nem değerleri %71.8 ve %70.1 ve toplam yağış 537.4 ve 366.3 mm olmuştur (Anonim 2014; 2015).

Melezleme çalışmalarında ana olarak kullanılan ebeveyn “Derry” soya çeşidi, VI. olgunlaşma grubunda, beyaz çiçekli ve ABD orijinlidir. Baba olarak kullanılan ebeveyn “Yemsoy” ise IV. olgunlaşma grubunda, mor çiçekli ve Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsünde tescil edilmiş yerli yemlik tip bir soya çeşididir. Bu iki çeşit 2010 yılında melezlenmiş, melezlerin F2 kademesinden ot verimi ve bazı verim komponentleri yönünden seleksiyon ile 60 tek bitki (hat) seçilmiştir. Seçilen hatlar 2014 yılında Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi deneme alanında 4 tanık çeşit (Derry, Yemsoy, Arısoy, Nova) ile augmented deneme desenine göre 5 tekerrürlü olarak ekilmiştir. Hatlar ve çeşitler tek sıralık parsellere tesadüfî olarak dağıtılmıştır. Ekimler, sıra uzunluğu 3 m, sıra arası 70 cm olacak şekilde 10 Nisan 2014 tarihinde elle yapılmıştır. Deneme alanında, bitkiler 15-20 cm olduğunda seyreltme yapılmış ve sıra üzeri mesafesi 20-25 cm olarak ayarlanmıştır.

Araştırmamızda 2014 yılında elde edilen sonuçlara göre, 12 soya hattı ot verimi ve verim komponentleri yönünden seçilmiştir. Bu hatlar 6 Mayıs 2015 tarihinde 4 tanık (Derry, Yemsoy, Arısoy çeşitleri ve Msw hattı) ile birlikte tesadüf blokları deneme desenine göre dört tekrarlamalı olarak ekilmiştir. Parseller 4 sıradan oluşturulmuş, sıra arası 70 cm, sıra üzeri 20-25 cm olarak düzenlenmiştir.

İlk yıl çalışmalarında, her parselden rastgele seçilen 5 bitkide bitki boyu (cm), yan dal sayısı (adet/bitki), yaprakçık eni ve boyu (cm) ölçülmüş, her sıranın yarısı yeşil ot verimi (kg/da) olarak biçilmiştir. Biçimlerden elde edilen yeşil otlardan alınan örnekler 70 °C sıcaklıkta 48 saat tutularak kuru madde oranı ve ardından kuru madde verimi belirlenmiştir. İkinci yıl çalışmalarında, 12 hat ve dört tanık ile kurulan denemenin her parselden alınan 5 bitkide aynı morfolojik özellikler ölçülmüştür. Her parselden 2.8 m² alan biçilmiş ve önce yeşil ot daha sonra kuru madde verimi belirlenmiştir.

Araştırmamızdan elde edilen verilerin istatistiki analizleri Jump paket programından yararlanılarak gerçekleştirilmiştir. İlk yıl augmented, ikinci yıl tesadüf blokları deneme desenine göre varyans analizleri

yapılmış ve önemlilik dereceleri belirlenmiştir. Ortalamalar arasındaki farklılıklar ve istatistiki farklı gruplar asgari önemli fark (LSD) testiyle 0.05 olasılık düzeyinde belirlenmiştir.

Bulgular ve Tartışma

2014 yılı augmented deneme deseni araştırma sonuçlarına göre hat ve çeşitler arasındaki farklılıklar yeşil ot verimi, kuru madde verimi ve yaprakçık boyu yönünden 0.01 olasılık düzeyinde; bitki boyu ve yaprakçık eni yönünden ise 0.05 olasılık düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 1).

Yan dal sayısı dışında incelenen tüm morfolojik özellikler yönünden büyük farklılıklar görülmüş, birçok hattın bu özellikler yönünden tanık çeşitlerden üstün olduğu belirlenmiştir. Gerek yeşil ot, gerekse kuru ot verimleri incelendiğinde 12 hattın verim değerleri yönünden tanık çeşitlerden üstün olduğu görülmüştür. Bu hatlar ileri verim denemeleri için seçilmiştir.

Araştırmanın ikinci yılında; önceki yıl seçilmiş 12 soya hattı ve bu hatlarla birlikte 4 tanık soya tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak ekilmiştir. Tüm genotipler, bitki boyu, yan dal sayısı, yaprakçık eni ve boyu ile yeşil ot ve kuru madde verimleri yönünden incelenmiştir. Yapılan varyans analizlerinde incelenen tüm değerler yönünden genotipler arası farklılıklar 0.01 olasılık düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 2).

Çizelge 1. Soya hat ve çeşitlerine ait 2014 yılı varyans analizi, hat ve çeşitlere ait değerler

Varyans Analizi	Hatlar		Çeşitler			
	Blok	Hat/Çeşit	Ortalama	Minimum	Maksimum	Ortalama
Serbestlik Derecesi	4	63				
Bitki Boyu (cm)	öd	*	109.1	89.3	155.9	99.5
Yan Dal Sayısı (adet/bitki)	*	öd	3.8	1.3	6.7	3.6
Yaprakçık eni (cm)	öd	*	5.2	4.0	8.0	5.6
Yaprakçık boyu (cm)	öd	**	11.8	9.7	14.4	10.9
Yeşil Ot Verimi (kg/da)	öd	**	3898.6	2200.3	7687.7	3243.6
Kuru Madde Verimi (kg/da)	öd	**	1292.9	585.1	2609.4	992.8

öd: önemli değil, * : 0.05 düzeyinde önemli, **: 0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 2. 2015 yılı verilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans analizi	Blok	Genotipler
Serbestlik Derecesi	3	15
Bitki Boyu (cm)	öd	**
Yan Dal Sayısı (adet/bitki)	öd	**
Yaprakçık eni (cm)	öd	**
Yaprakçık boyu (cm)	öd	**
Yeşil Ot Verimi (kg/da)	öd	**
Kuru Madde Verimi (kg/da)	öd	**

öd: önemli değil, * : 0.05 düzeyinde önemli, **: 0.01 düzeyinde önemli

Araştırmamızdan elde edilen morfolojik ölçüm ve verim değerleri ile LSD değerleri Çizelge 3’de sunulmuştur.

Çizelge 3. 2015 yılı morfolojik ölçüm ve verim değerleri

GENOTİPLER	Bitki Boyu (cm)	Yan Dal Sayısı (adet/bitki)	Yaprakçık Eni (cm)	Yaprakçık Boyu (cm)	Yeşil Ot Verimi (kg/da)	Kuru Madde Verimi (kg/da)
T3	85.9	4.6	4.8	11.7	3848.4	984.3
T6	92.8	3.9	4.9	11.9	3839.5	858.9
T13	79.2	3.5	4.4	11.4	4326.8	2014.0
O2	121.4	2.7	6.6	13.0	5127.6	1341.0
O5	96.1	3.8	5.2	11.5	3411.1	1523.5
O7	94.3	3.3	5.3	11.6	3464.3	1593.6
O13	136.6	3.4	9.2	13.9	5885.5	1570.0
O22	90.9	4.9	4.9	11.7	4755.3	1523.3
O29	89.4	4.7	4.9	11.3	3935.1	856.3
O31	153.8	4.0	8.2	13.9	6478.1	1688.9
O36	149.9	3.2	8.7	13.9	7396.7	2322.0
O37	105.5	4.0	5.5	13.2	5300.4	1366.5
Ortalama	108.0	3.8	6.1	12.4	4814.1	1470.2
Derry	130.9	2.9	6.5	12.6	4524.8	1270.9
Yemsoy	81.2	3.4	7.5	13.6	4177.8	1010.2
Arisoy	72.8	3.7	5.6	9.5	3673.8	942.4
Msw	73.7	3.1	5.4	9.7	3665.7	1633.1
Ortalama	89.7	3.3	6.3	11.4	4010.5	1214.2
LSD (0.05)	19.2	0.9	1.1	1.5	969.8	458.3

İki yıl süren araştırmamızda soya melez hatlarından elde edilen bitki boyu değerleri 2014 yılında 89.3-155.9 cm; 2015 yılında 79.2-153.8 cm arasında değişmiştir. Ortalama 2014 yılında 109.1 cm olarak bulunurken, 2015 yılında 108.0 cm olarak belirlenmiştir. Tanıkların bitki boyu ortalaması 2014 ve 2015 yıllarında sırasıyla 99.5 ve 89.7 cm olarak bulunmuştur. Bu değerler daha önceki yıllarda yağlık soya çeşitleri ile yapılan çalışmalardan (Arslan ve İşler 2002; Karasu ve ark. 2002; Bilgili ve ark. 2005; Kınacı 2011; Tuğay Karagül ve ark. 2011) elde edilen bitki boyu değerlerinden biraz daha yüksektir. Buna karşılık araştırmamızdan elde edilen bitki boyu değerleri örneğin; Morrison (2002) ile Açıkgöz ve ark. (2013) tarafından verilen yemlik Derry soya çeşiti boy değerleri ile uyum içerisindedir. Genel olarak yem tipi soya genotiplerinin yağlık çeşitlerden daha uzun olduğu anlaşılmaktadır.

Soya hatlarında bitki başına yan dal sayısı 2014 ve 2015 yıllarında sırasıyla 1.3-6.7 ve 2.7-4.9 adet/bitki arasında değişmiş, ortalama değer her iki yılda da 3.8 adet/bitki olarak belirlenmiştir. Tanıkların ortalaması ise 2014 ve 2015 yıllarında 3.6 ve 3.3 adet/bitki olarak bulunmuştur. Daha önce soyada yapılan çalışmalarda ortalama dal sayısının 1.0-3.0 adet/bitki arasında değiştiği belirlenmiştir (Arslan ve İşler 2002; Çopur ve ark. 2009; Tuğay ve Atikyılmaz 2009). Bulgularımız arasındaki farklılıklar çeşitlerin genotipik özelliği veya yetiştirme

koşullarından kaynaklandığı gibi dal sayısının bazı araştırmacılar tarafından sadece ana dalların sayılması, bazı araştırmacıların da tüm dalları değerlendirmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

İncelenen melez soya hatlarında, yaprakçık eni 2014 yılında 4.0-8.0 cm, 2015 yılında ise 4.4-9.2 cm arasında değişmiştir. Hatların ortalama yaprakçık eni bu yıllarda sırasıyla 5.2 ve 6.1 cm olarak bulunmuştur. Tanıkların 2014 ve 2015 yılı yaprakçık eni ortalamaları sırasıyla 5.6 ve 6.3 cm olarak belirlenmiştir. Yaprakçık boyu değerleri melez soya hatlarında 2014 ve 2015 yıllarında sırasıyla 9.7-14.4 cm ve 11.3-13.9 cm aralıklarında değişim göstermiştir. Ortalamalar ise 11.8 cm (2014) ve 12.4 cm (2015) olarak belirlenmiştir. Tanıkların yaprakçık boyu ortalaması 10.9 cm (2014) ve 11.4 cm (2015) olarak bulunmuştur. Yaprakçık boyutları soyada çok incelenen bir karakter değildir. Sonuçlarımız daha önce Bilgili ve ark. (2005)'nin yaptıkları çalışmada elde ettiği yaprakçık eni ortalaması (7.9 cm) ve yaprakçık boyu ortalaması (12.1 cm) ile uyum içerisindedir.

Geliştirilen soya hatlarının yeşil ot verimi değerleri 2200.3-7687.7 kg/da (2014) ve 3411.1-7396.7 kg/da (2015) arasında değişmiş, ortalamalar ise 3898.6 kg/da (2014) ve 4814.1 kg/da (2015) olarak belirlenmiştir. Tanıkların ortalaması 2014 ve 2015 yıllarında 3243.6 ve 4010.5 kg/da olarak belirlenmiştir. Çalışmamızda incelenen soya genotiplerinin yeşil ot verim sınırları Hintz ve ark. (1992)'nin yaptıkları çalışmada elde ettiği 2400 kg/da ile 7400 kg/da arasında değişen değerler ile büyük bir uyum içerisindedir. Buna karşılık birçok verim değerinin, Bilgili ve ark. (2005)'nin elde ettikleri 3800 kg/da ile Sheaffer ve ark. (2001)'nin belirledikleri 880 kg/da ortalama yeşil ot verimlerinden daha yüksek olduğu görülmüştür.

Soya hatlarının kuru madde verimi değerleri 2014 ve 2015 yıllarında sırasıyla 585.1-2609.4 ve 856.3-2322.0 kg/da arasında değişmiştir. Ortalama ise 1292.9 kg/da (2014) ve 1470.2 kg/da olarak bulunmuştur. İki yıllık bu çalışmada soya tanıklarının verim değerleri ortalamalarının 992.8 kg/da (2014) ile 1214.2 kg/da (2015) olduğu belirlenmiştir. Rao ve ark. (2005)'na göre ABD'de kuru madde verimi verimsiz yıllarda 100-240 kg/da, verimli yılda ise 230-540 kg/da arasında değişmektedir. Araştırmada en yüksek kuru madde verimi 2003 yılında Donegal çeşidinde ve 540 kg/da olarak bulunmuştur. Blount ve ark. (2003), tam bakla döneminde biçilen soyalarda kuru madde verimini 1764.0 kg/da bulmuşlardır. Nayigihugu ve ark. (2000), yaptıkları çalışmada ABD'nin orta eyaletlerinde yem soylarının kuru madde verimlerinin 450-1390 kg/da arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Genel olarak bulgularımız ABD'de elde edilen verim değerlerinden daha yüksektir. Ankara koşullarında, Altınok ve ark. (2004), altı yağlık soyada kuru madde verimini ortalama olarak 734.3 kg/da olarak belirlemiştir. Açıköz ve ark. (2007), yaptıkları bir çalışmada soyalarda ortalama kuru madde veriminin 510-830 kg/da arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Kökten ve ark. (2014), 12 soya çeşidi ile yaptıkları çalışmada kuru ot verimlerinin 524.6-703.1 kg/da arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Araştırmamızda elde edilen kuru madde verimleri bu çalışmalardan biraz daha yüksektir. Verim değerlerinin çevre koşullarına özellikle vejetasyon süresi, yağış miktarı, toprak şartları, gübreleme ve sulamaya bağlı olarak değiştiği unutulmamalıdır.

Sonuç

Derry x Yemsoy soya melezlerinden seçilen soya hatlarının Bursa koşullarında bazı tarımsal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yürütülen bu çalışmada, bazı melez hatların morfolojik özellikler ve ot verimi değerleri yönünden ümit var olduğu, özellikle O13, O31 ve O36 hatlarının ileri denemeler için seçilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

Teşekkür Bilgi Notu

Bu makale, Tübitak tarafından desteklenen 112O149 no'lu projeden hazırlanmıştır. Makalenin 2014 yılı verileri Gözde Şenbek tarafından Yüksek Lisans Tezi olarak sunulmuştur. Araştırmacılar, destekleri için Tübitak'a teşekkür ederler.

Kaynakça

- Açıköz, E., Sincik M., Öz M., Albayrak S., Wietgreffe G., Turan Z.M., Göksoy A.T., Bilgili U., Karasu A., Tongel O. and Canbolat Ö. 2007. Forage soybean performance in mediterranean environments. *Field Crops Research*, 103: 239–247.
- Açıköz, E., Sincik, M., Wietgreffe, G., Sürmen, M., Çeçen, S., Yavuz, T., Erdurmuş, C. and Göksoy, A.T. 2013. Dry matter accumulation and forage quality characteristics of different soybean genotypes.. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 37, 22-32.
- Altınok, S., Erdoğan, İ. and Rajcan, I. 2004. Morphology, forage and seed yield of soybean cultivars of different maturity grown as a forage crop in Turkey. *Can. J. Plant Sci.*, 84, 181–186.
- Anonim 2014. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü Yayınlanmamış Kayıtlar. BURSA
- Anonim 2015. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü Yayınlanmamış Kayıtlar. BURSA
- Arslan, M. ve İşler, N. 2002. Yeni soya hatlarının Amik ovasında ikinci ürün olarak yetiştirilebilme olanaklarının belirlenmesi. *MKÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7(1-2), 51-57.
- Asekova, S., Shannon J.G. and Dong Lee, J. 2014. The current status of forage soybean. *Plant Breed Biotech*, 2, 334-341.
- Bilgili, U., Sincik, M., Göksoy, A.T., Turan, Z.M. and Açıköz, E. 2005. Forage and grain yield performances of soybean lines. *Journal Central European Agriculture*, 6, 397-402.
- Blount ve ark. (2003), Blount, A.R., Wright D.L., Sprenkel R.K., Hewitt T.D., Hiebsch C.K. and Myer, R.O. 2003. Forage soybeans for grazing, hay and silage. <http://edis.ifas.ufl.edu/pdf/files/AG/AG18400.pdf> (Erişim Tarih: 01.12.2018).
- Çopur, O., Gür, M. A., Demirel, U., and Karakuş, M. 2009. Performance of some soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] genotypes double cropped in semiarid conditions. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici, Cluj-Napoca*, 37 (2), 85–91.
- Devine, T.E. and Hatley, E.O. 1998. Registration of 'Donegal' forage soybean. *Crop Sci.*, 38, 1719-1720.
- Devine, T.E., Hatley E.O. and Starner, D. E. 1998. Registration of 'Derry' forage soybean. *Crop Sci.*, 38, 1719.
- Hintz, R.W., Albrecht K.A. and Oplinger E.S.1992. Yield and quality of soybean forage as affected by cultivar and management practices. *Agron. J.*, 84, 795-798.
- Karasu, A., Öz M. ve Göksoy A.T. 2002. Bazı soya fasulyesi [*Glycine max* (L.) Merrill] çeşitlerinin Bursa koşullarına adaptasyonu konusunda bir çalışma, *Bursa Uludağ. Üniv. Ziraat. Fak. Derg.*, 16, 25-34.

- Kımacı, M. 2011. Çanakkale Koşullarında Soya Fasulyesi Çeşitlerinin Verim Ve Bazı Kalite Unsurlarının Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Konya.
- Kökten, K., Seydoşoğlu, S., Kaplan, M. and Boydak, E. 2014. Forage nutritive value of soybean varieties. *Legume Research*, 37(2), 201-206.
- Morrison (2002), Morrison, J.A. 2002. Forage soybean. Illini DairyNet Papers University of Illinois Extension. <http://livestocktrail.illinois.edu/dairynet/paperdisplay.cfm?contentid=346> (Erişim Tarihi: 01.12.2018)
- Nayigihugu, V., Kellogg W., Longer D., Johnson Z. and Anschutz K. 2000. Performance and ensiling characteristics of tall growing soybean lines used for forage. *Arkansas Anim. Sci. Dep. Rep.*, 470: 142-147.
- Rao, S.C., Mayeux, H.S. and Northup, B.K. 2005. Performance of forage soybean in the southern Great Plains. *Crop Sci.*, 45, 1973-1977.
- Sheaffer, C.C., Orf, J.H., Devine, T. E. and Jewett, J.G. 2001. Yield and quality of forage soybean. *Agron. J.*, 93, 99-106.
- Tuğay, E. ve Atıkılmaz N. 2009. Ege bölgesinde ana ürün koşullarında bazı soya genotiplerinin verim, verim öğeleri ve nitelikleri üzerinde bir araştırma. *Anadolu, J. of AARI*, 19, 34 - 46.
- Tuğay Karagül, E., Ay, N., Meriç, Ş. ve Huz, E. 2011. Ege bölgesinde ana ürün olarak yetiştirilen bazı soya genotiplerinin verimi, verim öğeleri ve nitelikleri üzerinde bir araştırma. *Anadolu, J. of AARI*, 21(2), 59-66.



Kültür Mantarı Dilimlerinin Kurutulmasında Isı Pompalı Sisteminin Enerji Performansının İncelenmesi

Cüneyt TUNÇKAL^{1*}

Öz: Farklı kalınlıklarda dilimlenmiş tamamen kapalı döngü bir ısı pompalı kurutucu (IPK) 40°C'lik kurutma sıcaklığında dilimlenmiş kültür mantarı (*Agaricus bisporus*) kurutulmuştur. Kurutma sistemi çalışması sırasında, yoğuşturucu tarafından kurutma havasına verilen ısı miktarı ile buharlaştırıcı tarafından kurutma havasından çekilen ısı miktarı her bir dakikalık zaman diliminde bulunarak IPK sisteminin ortalama performans katsayısı (ITK_{sis}) hesaplanmıştır. Denemeler, 1 m/s kurutma hava hızında gerçekleştirilmiştir. Denemeler sonucunda dilimlenmiş kültür mantarları 8.234 g-su/g-kuru madde su oranından 0.932 g-su/g-kuru madde su oranına sırasıyla 4, 6 ve 8 mm dilim kalınlıklarında 305, 355 ve 415 dakikada kurutulmuştur. Ortalama yoğuşturma kapasitesi ($Q_{yoğ}$) 2.350, buharlaştırma kapasitesi (Q_{buh}) ise 1.610 olarak belirlenmiştir. Sistem için en yüksek ortalama ısı pompası performans katsayısı (ITK_{sis}) 3.157 olarak hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Isı pompası, kurutma, kültür mantarı, performans analizi.

Investigation of Energy Performance of Heat Pump System in Drying of Mushroom Slices

Abstract: The sliced culture fungus (*Agaricus bisporus*) at different thicknesses was dried at a drying chamber temperature of 40 °C using a fully closed cycle heat pump dryer (IPK). During the drying system operation, the

* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** ¹ Cüneyt TUNÇKAL, Yalova Üniversitesi, Yalova MYO, Elektrik ve Enerji Bölümü, Yalova, Türkiye, cuneyt.tuncikal@yalova.edu.tr, [OrcID 0000-0002-9395-3534](https://orcid.org/0000-0002-9395-3534)

Atıf/Citation: Tunçkal, C. 2019. Kültür Mantarı Dilimlerinin Kurutulmasında Isı Pompalı Sisteminin Enerji Performansının İncelenmesi. *Bursa Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 33 (1), 101-112.

amount of heat supplied to the drying air by the condenser and the amount of heat drawn from the drying air by the evaporator were found in each minute period and the average performance coefficient (ITKsis) of the IPK system was calculated. Experiments, drying speed of 1 m/s without any pretreatment. At the end of the experiments, the sliced cultured fungi which had a water content varying between 8.234 g-water / g-dry matter water to 0.932 g-water / g-dry matter water and the slurry thicknesses of 4, 6 and 8 mm were dried at 305, 355 and 415 minutes, respectively. Also, average condense capacity (Qcon) and evaporation capacity (Qevap) were determined as 2.350 and 1.610, respectively. The value of maximum average heat pump performance coefficient value was calculated as 3.157 for all system.

Keywords: Cultured fungus, dryer, heat pump, performance analysis.

Giriş

Mantarlar çabuk bozulabilir ve taze mantarların kendi yaşamları ortam koşullarında yalnızca yaklaşık 24 saattir (Salehi ve ark. 2017). Bu nedenle, mantar ürünü makul bir maliyetle yıl boyunca kullanılabilmesini sağlayacak şekilde konserve, asitleme ve kurutma gibi bir şekilde muhafaza edilmelidir. Taze mantarlar bazen raf ömrünü uzatmak için kurutulur. Kurutulmuş mantar doğrudan doğal koşullar ve çeşitli çorba karışımları için maddeler olarak kullanılır veya kullanılmadan önce rehidre (tekrar su alma) edilir (Rhim ve Lee, 2011; Salehi ve ark. 2017).

Kurutma endüstrisi, gıdanın haricinde kağıt, kereste, çimento, tekstil, kimya ve ilaç sanayi gibi birçok sanayi dalında da kullanılmaktadır.

Tüketilen enerjinin ekonomik olması bakımından en uygun kurutma yöntemini seçmek çok önemlidir. Gelişmiş ülkelerde ulusal enerjinin önemli bir kısmı kurutma işlemlerinde kullanılmaktadır. Ürün kurutma maliyeti, toplam giderlerin en büyük kısmını oluşturmaktadır. Bu nedenle, enerji tasarrufu dünya ekonomisi için önemli bir hedefdir ve öyle olmaya da devam edecektir. Daha az enerji kullanmanın en etkin yolu ise, enerjiyi daha faydalı kullanmaktır (Çapar ve Gökbulut, 2013).

Strommen et al. (2002), ısı pompalı kurutucuların aynı sıcaklıktaki kurutma işlemi için geleneksel kurutuculara göre %60 ile %80 daha az enerji tükettiğini bulmuşlardır.

Phani ve ark. (2005), kapalı tip ısı pompası destekli kurutma sisteminde 30–35°C sıcaklıklarda kurutulması gereken bitkileri kurutmuşlardır. Özgül nem çekme oranını (ÖNÇO) 0,006–0,61 kg/kWh arasında hesaplamışlardır. Elektrik ısıtıcılı (fırın) geleneksel sistem ile ısı pompası destekli kurutma sisteminin karşılaştırmışlar ve ısı pompası destekli sistemde kurutma süresinin %65 düştüğünü, tüketilen enerjinin ise %22 azaldığını tespit etmişlerdir.

Mantar kurutma ile ilgili oldukça fazla çalışma yapılmıştır. Nehru ve ark. (1995), “Pleurotus Florida” tipi mantarı güneşli kurutucuda nem miktarını %10’a düşürmek için geçen süreyi ortalama 5.5 ile 6.5 saat arasında bulmuştur. Pal ve Chakraverty (1997), kurutma sıcaklığı 45, 50 ve 60°C ve hava hızı 0.9 ve 1.6 m/s arasında iken

yapılan ön işlemin mantarda kaliteye etkilerini inceleyen bir araştırma gerçekleştirmişler kuruma süresi ile kalitede özellikle 50°C sıcaklık ve 0.9 m/s hızda ön işlemlili ve ön işlemsiz mantarlar için kaliteli kuru ürün elde edilebileceğini söylemişlerdir. Helvacı ve ark. (1999), kuruma sonuna doğru mantar dilimleri içindeki nemin azalması sebebiyle ürün yüzeyindeki sıcaklığın hızla arttığını ifade etmişlerdir. Midilli ve ark. (1999), mantarları laboratuvar tipi bir kurutucuda, Toğrul ve ark. (2005) infrared kurutucuda, Xanthopoulos ve ark. (2007) ince katmanlı kurutucuda ve Kulshreshtha ve ark. (2009), akışkan yataklı bir kurutucuda sıcak hava kullanarak kurutmuşlardır. Şevik ve ark. (2013), başlangıç nem içeriği 13.24 g-su/ g-kuru madde olan mantarı 0.07 g-su/g-kuru madde nem içeriğine kadar, 45 ve 55°C kurutma havası sıcaklığında güneş enerji sistemi ve ısı pompası sistemiyle hem ayrı ayrı hem de birlikte kurutmuşlardır. Deney sonuçlarına göre sistemin performans katsayısını (ITK) 2.1 ile 3.1 arasında, özgül nem çekme oranının (ÖNÇO) ise 0.26 ile 0.92 arasında değiştiğini hesaplamışlardır. Şevik ve ark. (2013), 45°C ve 55°C sıcaklıkta ve 0.9 m/s ve 1.2 m/s hızlarında sadece güneş enerjisiyle ve güneş enerjisi destekli ısı pompalı kurutucu iki ayrı sistemde mantar kurularak test etmişlerdir. Denemelerde elde edilen verileri yapay sinir ağları ile modellemişlerdir.

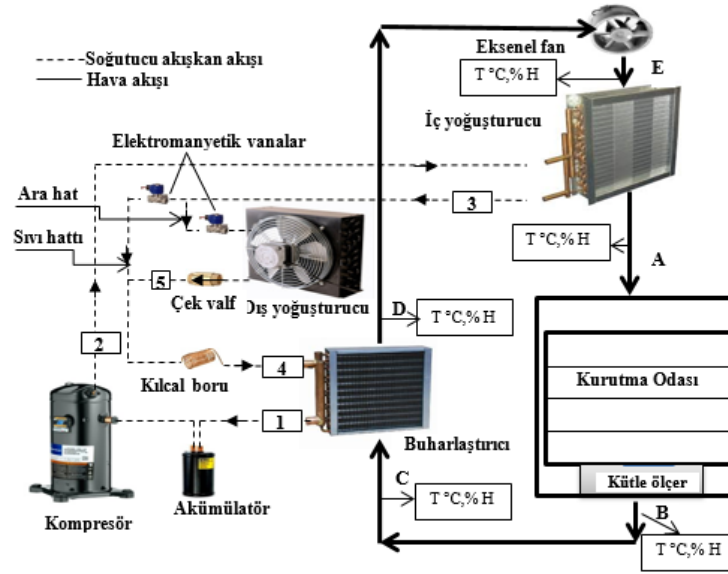
İmal edilen kapalı döngülü ısı pompalı kurutma sistemi yardımıyla 1 m/s hava hızı ve 40 °C sıcaklık şartlarında, 4, 6 ve 8 mm dilim kalınlıklarında kültür mantarları kurutulmuştur. Kurutma sonunda ısı pompası kurutucu performans verimi, çalışma esnasındaki buharlaştırıcı ve yoğuşturucu kapasiteleri her bir dakikalık sürelerde hesaplanarak incelenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Deney Düzenegi

Her bir denemede 392 g kütlelerinde dilimlenmiş kültür mantarları kurutulmuştur (Şekil 1). İmal edilen kurutma sistemi; ısı pompası, fan, kanal sistemi, 60x60x60 cm³ boyutlarındaki kurutma odası ile 46x42x2 cm³ boyutlarında ve 1.2x1 cm² dikdörtgen paslanmaz çelik telli tepsilerden oluşmaktadır. Isı pompalı kurutma (IPK) deney düzeneginde birbirine seri olarak bağlanmış iç ve dış olmak üzere iki adet yoğuşturucu kullanılmıştır.

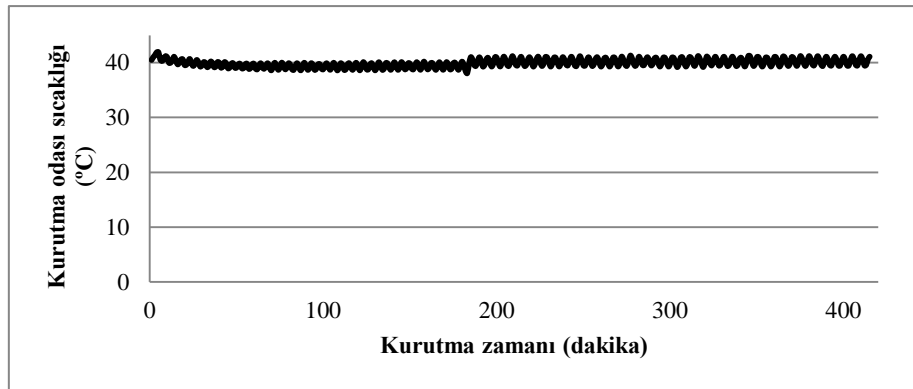
Kurutma havası Şekil 1’de gösterildiği gibi, aksnel fan yardımıyla dolaştırılmakta ve kesinlikle dışarıdan taze hava alınmamaktadır. İç yoğuşturucudan geçirilen kurutma havası (E) ısınarak kurutma odasına girmekte (A), ürün içindeki nemi bünyesine alarak, daha yüksek nemde kurutma odasından ayrılmaktadır (B). Buharlaştırıcı üzerinden geçen nemli hava bünyesindeki nemi, buharlaştırıcı boruları üzerine bırakarak sıvı hale gelmektedir (C-D). Buharlaştırıcının altında toplanan ürünün suyu hortum vasıtasıyla sistemin dışına koyulan kabın içine dolmaktadır. Sistem içerisinde dolaşan soğutucu akışkan ise, kompresör tarafından emilerek yoğuşturucuya gönderilmekte (1-2) daha sonra kılcal borudan geçirilip buharlaştırıcıya gönderilmektedir (3-4). Kurutma odası çıkış sıcaklığını (istenilen kurutma sıcaklığı) referans alan bir dijital termostat ile iç yoğuşturucuya seri şekilde bağlanan dış yoğuşturucu devreye girerek (5), kurutma odasının ±0.5 °C diferansiyel aralığında sabit sıcaklıkta tutulması sağlanmıştır (Tunçkal ve ark.(2016), Coşkun ve ark. (2017)). İmal edilen sistemin şeması Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. İmal edilen kurutma sistemi şeması (Tunçkal ve ark.(2016), Coşkun ve ark. (2017))

Kurutma sistemi çalışırken dış yoğuşturucunun termostat yardımıyla devreye girmesiyle birlikte iç yoğuşturucu yükünün bir kısmı alınarak performans artırılmıştır. Yoğuşturma kapasitesi ile orantılı bir şekilde buharlaştırma kapasitesi de artmış ve böylece kurutma odasını terk eden havadan daha çok nem alınması sağlanmıştır.

Şekil 2’de 8 mm dilim kalınlığındaki kültür mantarlarının kurutulması esnasında her bir dakikalık periyotta ölçülen kurutma odası sıcaklık değerleri gösterilmiştir.



Şekil 2. Kurutma odası sıcaklığı (her bir dakika için)

Kurutma sistemini meydana getiren malzemelerin teknik detayları Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge1. Deneysel ısı pompalı kurutma sistemi bileşenlerinin özellikleri (Tunçkal ve ark. 2016)

Sistem elemanları	Teknik özellikler
Soğutma kompresörü	Dönel tip, güç 750 W.
Buharlaştırıcı	Alüminyum lamelli, ısı transfer yüzey alanı, 2.78 m ²
İç yoğuşturucu	Alüminyum lamelli, ısı transfer yüzey alanı, 3.60 m ²
Dış yoğuşturucu	Alüminyum lamelli, ısı transfer yüzey alanı, 1.56 m ²
Kurutma sistemi fanı	Aksiyal tip (nominal güç 50 W)
Dış yoğuşturucu fanı	Aksiyal tip (nominal güç 33 W)
Kılcal boru	100 cm uzunluk ve 1.5 mm iç çap
Soğutucu akışkan	Freon - 410a

Sistemde dolaşan kurutma havası hızı, 22x30 cm dikdörtgen kanal kesitinde 30 noktadan bir anemometre yardımıyla ölçülen hız değerlerinin ortalaması alınarak belirlenmiştir (Goodfellow ve Tahti, 2001). Kurutma kabini içerisine konulan üründeki kütle kaybını ölçmek için yük hücresi kullanılmış ve indikatör yardımıyla 5'er dakikalık aralıklar ile veriler bilgisayara kaydedilmiştir. Sistemde dolaşan kurutma havasının sıcaklık ve bağıl nem değerleri ölçülerek, veri toplama cihazı yardımıyla her bir dakikada kaydedilmiştir.

Soğutucu akışkan alçak ve yüksek basınç değerleri dijital manifold ile tespit edilirken, sistemde dolaşan akışkan sıcaklıkları ise 4 kanallı termometre ile ölçülmüştür. Kompresör ve tüm sistemin tükettiği enerji miktarı dijital sayaç ile ölçülmüş ve her saat başı kaydedilmiştir. Kayıt altına alınan bütün veriler excel programında değerlendirilmiştir. Denemelerde kullanılan ölçü cihazları ve teknik detayları Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Deneysel sistemde kullanılan ölçüm cihazlarının özellikleri <(Tunçkal ve ark.(2016)>

Ölçülen kısım	Kullanılan cihazı	Ölçüm aralığı	Doğruluk
Ürün ağırlığı	Yük hücresi (ESİT SSP-40)	0-40 kg	±0.05 g
Kurutma hava hızı	Anemometre (TESTO 405)	0.1-10 m/s	±0.1 m/s
Ortam havası sıcaklık ve nem	Termal anemometre (TESTO 410-1)	-20 - +70°C 0.4 - 20 m/s	±0.5°C ±0.2 m/s
Kompresör ve fanların güç tüketimi	Dijital elektrik sayacı (MAKEL)	150V -300 V	0.5 s/day
Isı pompası buharlaştırıcı ve yoğuşturucu çalışma basınçları	Dijital Manifold (TESTO 570-2)	0-50 bar	±0.1 bar
Isı pompası çalışma dış boru sıcaklıkları	4 kanallı dataloger termometre (Extech)	-40 - +250°C	±0.5°C
Kurutma oda sıcaklığı	Dijital termostat NTC sensor (EVCO evkb21)	-50 - +130°C	±0.1°C
Kurutma havası sıcaklık ve bağıl nem	5 kanallı(A-B-C-D-E) datalogger (Humlog20 E)	0-100% RH -40 ile +80 °C	±2% RH ±0.4°C

Deney Prosedürü

Deneyler sırasında, sisteme bağlanan dijital bir termostat yardımıyla yine sistemde bulunan elektromanyetik vanaların kontrolü ile, kurutucu çıkışındaki kurutma havası sıcaklığı 40 °C'de ±0.5 °C hassasiyetinde tutulmaya çalışılmıştır.

Kurutulan ürünlerin tam kuru ağırlığı nem tayin cihazıyla bulunmuştur. Tam kuru ağırlığı belirleyebilmek için, üründen 3 gram kütle alınarak örnek 70 °C’de etüve konulmuş ve kurutma kütlesi sabit bir değerde duruncaya kadar kurutulmuştur (Cemeroğlu 2010). Birbirini takip eden iki ölçüm sonunda ağırlığın %1’den az olması durumunda ürünler tam kuru kabul edilmiştir.

Isı Pompalı Kurutma Sistemi Performans Analizi

Bu çalışmada, farklı dilim kalınlıklarında kesilen numunelerinin kurutulması gerçekleştirilmiş ve bu sırada ısı pompası ve tüm sistemin performansı gözlenmiştir.

Kurutma sisteminde bulunan fanlarda enerji tükettiğinden dolayı, toplam enerji tüketimine eklenmiştir. Sistemin performansını ifade eden Isıtma Tesir Katsayısı (ITK_{sis}) değerleri bulunmuştur.

Isı pompasının ve tüm sistemin ITK değerleri aşağıdaki bağıntılar yardımıyla hesaplanmıştır. Isı pompasının ITK ’sı Eşitlik (1) yardımıyla hesaplanmıştır.

$$ITK_{ip} = \frac{\dot{Q}_{yog}}{\dot{W}_{komp}} \dots\dots\dots (1)$$

Tüm sistemin ITK ’sı ise Eşitlik (2) ile hesaplanmıştır.

$$ITK_{sis} = \frac{\dot{Q}_{yog}}{\dot{W}_{komp} + \dot{W}_{fan,i} + \dot{W}_{fan,d}} \dots\dots\dots (2)$$

İç yoğuşturucu tarafından kurutma havasına aktarılan ısı miktarı aşağıdaki eşitlik ile hesaplanmıştır.

$$\dot{Q}_{yog} = \dot{m}_h(h_A - h_E) \dots\dots\dots (3)$$

Buharlaştırıcı tarafından kurutma havasından çekilen ısı miktarı Eşitlik (4) yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\dot{Q}_{buh} = \dot{m}_h(h_C - h_D) \dots\dots\dots (4)$$

ÖNÇÖ (özgül nem çekme oranı), üründen çekilen neme karşılık toplam tüketilen enerji miktarı olarak tanımlanmakta olup aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır (Jia et al. 1990).

$$\text{ÖNÇÖ} = \frac{\dot{m}_s}{\dot{W}_{komp} + \dot{W}_{fan,i} + \dot{W}_{fan,d}} \dots\dots\dots (5)$$

Ürün dilimlerinin kuru esasa göre nem miktarı;

$$MC_{KA} = \frac{M_{YA} - M_{KA}}{M_{KA}} \dots\dots\dots (6)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır (Aktaş, 2007).

Bulgular ve Tartışma

Denemelerde kurutma sisteminin konulduğu ortam sıcaklığı 19,5°C ve nem değeri ortalama %40 olarak tespit edilmiştir. Kültür mantarının kurutulması sırasında tüketilen toplam enerji miktarları Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. Kurutma sistemi enerji tüketimi

Tüm Sistem Enerji Tüketimi (kWh)			
Dilim Kalınlığı (mm)	4	6	8
Toplam (kWh)	3.79	4.536	5.258

Enerji tüketimi dilim kalınlığının artmasına bağlı olarak orantılı şekilde artmıştır. Kurutma kabini içerisindeki yüzey sıcaklığı belli bir süreden sonra artınca ve dengeye ulaşıncaya kadar bununla orantılı olarak saatlik enerji tüketimi de azalmıştır.

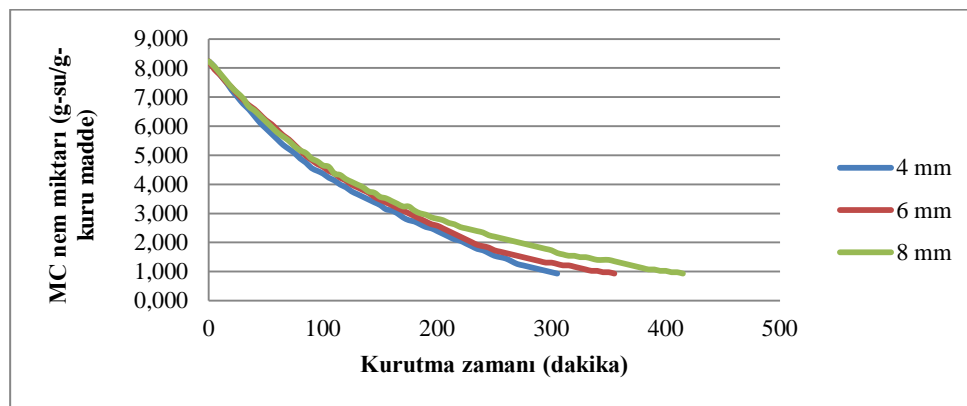
Kurutma süresine bağlı olarak tüm sistemin ÖNÇÖ değeri (kg/kWh) (5) numaralı formül yardımıyla saatlik olarak hesaplanmış ve ortalaması alınarak Çizelge 4'te verilmiştir.

Çizelge 4. Kurutma süresine göre özgül nem çekme değerleri (ÖNÇÖ)

ÖNÇÖ (kg/kWh)			
Dilim Kalınlığı (mm)	4	6	8
Ortalama ÖNÇÖ	0.081	0.067	0.058

Hesaplanan ÖNÇÖ değerlerinin az çıkmasının tek nedeni, kurutma sistemine koyulan ürün miktarının (392 g.) çok az olmasından kaynaklanmaktadır. Denemesi yapılan bütün farklı dilim kalınlıklarında ilk iki saatte ÖNÇÖ değerleri en yüksek değer olarak hesaplanmıştır. En yüksek değer ise 4 mm kalınlıkta bulunmuştur. Phani ve ark. (2005) hesapladıkları ÖNÇÖ değerlerine yakın değerler çıktığı ve uyum gösterdiği tespit edilmiştir.

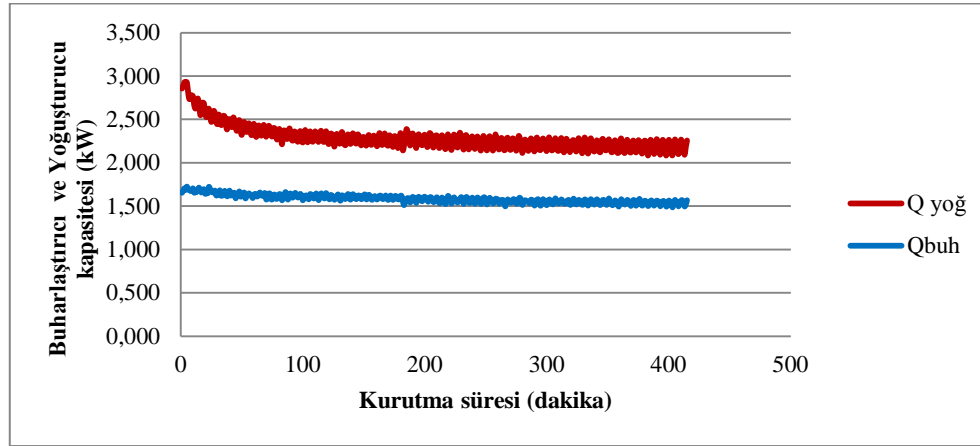
Zamana bağlı olarak kuru esasa göre nem miktarı Eşitlik (6) yardımıyla hesaplanmış ve grafik halinde Şekil 3'te gösterilmiştir.



Şekil 3. Üründe nem miktarlarının değişimi

Görüldüğü gibi kurutma süresinin ilk 50 dakikasına kadar grafik çizgilerinde belirgin bir değişiklik gözlenmezken, bu süreden itibaren dilim kalınlıkları farkı nemin çekilmesindeki etkisini göstermiştir.

Isı pompalı kurutma sisteminin performansını hesaplayabilmek için Şekil 1’de gösterildiği gibi, belirlenen beş noktadan aynı anda her bir dakikada sıcaklık ve bağıl nem verileri kaydedilerek Eşitlik (3 ve 4)’te yerine konulmuş $Q_{yoğ}$ ve Q_{buh} kapasite hesabı yapılarak grafik halinde Şekil 4’te verilmiştir. Şekil 4’te 8 mm dilim kalınlığı için hesaplanan değerler grafik halinde verilmiştir.



Şekil 4. Buharlaştırıcı ve Yoğuşturucu kapasitesi (kW)

Ayrıca yoğuşturucu ve buharlaştırıcı kapasiteleri saatlik olarak ortalamaları alınarak Çizelge 5’te ayrıntılı olarak verilmiştir.

Çizelge 5. Kurutma sistemi yoğuşturucu ve buharlaştırıcı kapasiteleri (kW)

Kurutma zamanı (saat)	Dilim Kalınlıkları (mm)					
	4		6		8	
	$Q_{yoğ}$	Q_{buh}	$Q_{yoğ}$	Q_{buh}	$Q_{yoğ}$	Q_{buh}
1	2,621	1,663	2,610	1,699	2,558	1,655
2	2,359	1,634	2,353	1,653	2,326	1,617
3	2,384	1,635	2,311	1,630	2,265	1,603
4	2,335	1,614	2,380	1,627	2,254	1,573
5	2,272	1,593	2,321	1,633	2,218	1,557
6			2,293	1,639	2,198	1,546
7					2,185	1,539
Ortalama	2,394	1,628	2,378	1,647	2,286	1,584

Çizelge 5’te de görüldüğü gibi farklı dilim kalınlıklarında kapasiteler $Q_{yoğ}$ 2.350, Q_{buh} 1.610 civarında çıkmıştır.

Yukarıdaki verilerde hesaba katılarak ürünlerin kurutulması esnasında, tüm sistemin ve ısı pompasının ITK değerleri Eşitlik (1 ve 2) yardımıyla saatlik olarak hesaplanarak ortalaması alınmış ve Çizelge 6’da verilmiştir.

Çizelge 6. Tüm sistemin ve kompresörün performans katsayısı

"Kalınlığı(mm)	ISITMA TESİR KATSAYISI (ITK)	
	TÜM SİSTEM	ISI POMPASI
4	3.157	3.430
6	3.144	3.418
8	3.042	3.306

Görüldüğü gibi, hesaplanan ITK değerleri 40°C'lik kurutma sıcaklığı değerinde birbirine yakın çıkmıştır. Şevik ve ark. (2013), buldukları ITK değerlerinden biraz daha yüksek çıktığı belirlenmiştir. Tabii bu durumu kurutma odası sıcaklığı ile de ilişkilendirmek gerekir. Şevik ve ark. (2013), 45 ve 55°C kurutma odası sıcaklığında çalışmışlardır.

Sonuç

Tasarlanan ve imal edilen kapalı devre bir ısı pompalı kurutma sisteminde, farklı dilim kalınlıklarında ürünün kurutulması esnasında elde edilen veriler değerlendirilmiş ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

Çalışmada, dilim kalınlıklarına göre tüm sistemin ITK_{sis} değerleri sırasıyla 4 mm 3.157, 6 mm 3.144 ve 8 mm dilim kalınlığında ise 3.157 bulunmuştur. Çalışma konusu ile ilgili dünyada yapılan diğer çalışmalarda ise;

Qiu ve ark. (2016) güneş enerjisi destekli ısı pompalı kurutma sisteminde mantar kurutmuşlar ve ITK_{sis} değerini 3.21 ile 3.49 arasında hesaplamışlar,

Aktaş ve ark. (2017) yaptıkları çalışmada Isı pompalı kurutma sisteminde havuç dilimlerini 0.5 m/s hava hızında ve 45 ve 50°C'lik kurutma sıcaklığında kurutmuşlar ve ITK_{sis} değerleri 2.87 ile 2.96 arasında çıkmıştır.

Ceylan ve ark. 2008 Hazelnup meyvesi kurutmuşlar ve ITK_{sis} değerini 40°C kurutma sıcaklığında 1.40 olarak hesaplamışlardır.

Mohanraj (2014) hibrit güneş enerjisi kaynaklı ısı pompalı kurutucuda ortalama 43.2 °C'de hindistan cevizi kurutmuş ve ITK_{sis} değerini ortalama 2.54 hesaplamıştır.

Yapılan çalışmada yoğuşturucu kapasiteleri ortalama olarak 4, 6 ve 8 mm dilim kalınlıklarında 2.394, 2.378 ve 2.286 değerlerinde bulunmuştur. Mohanraj (2014) çalışmasında ise yoğuşturucu kapasitesini ortalama 3.29 kW olarak hesaplamıştır. Mohanraj (2014) yaptığı çalışmada daha büyük yoğuşturucu seçmiştir.

Klasik kurutma sistemlerine göre oldukça avantajları olan bu sistemin kullanılması enerji verimliliği yönünden oldukça önemlidir. Kapalı döngü ısı pompalı kurutma sisteminde kurutma odasından ayrılan kurutma odasının nemi alınarak tekrar kurutma odasına gönderilmekte ve böylece önemli bir enerji tasarrufu sağlanmaktadır.

Bu sistem ile kapalı sistem kurutma işlemi uygulandığından, güneşe serme kurutma işlemi gibi hemen hemen aynı sıcaklıkta (40°C) kurutma işlemi gerçekleştirilirken, ürünün toz veya pisliklere maruz kalması önlenmektedir.

ve daha hijyenik ortamda kurutulması sağlanmaktadır. Ayrıca kurutma işlemi günler değil, saatlerde bitirilerek zamandan büyük tasarruf sağlanmaktadır.

Semboller

ITK_{ip}	Isı pompası ısıtma tesir katsayısı
ITK_{sis}	Sistem ısıtma tesir katsayısı
\dot{W}_{komp}	Kompresör güç tüketimi [kW]
\dot{Q}_{yog}	Yoğuşturucu tarafından havaya iletilen ısı miktarı [kW]
Q_{buh}	Buharlaştırıcı tarafından havadan alınan ısı miktarı [kW]
$\dot{W}_{fan,i}$	İç fanın enerji tüketimi [kW]
$\dot{W}_{fan,d}$	Dış fanın enerji tüketimi [kW]
\dot{m}_h	Kurutma havası kütleli debisi [kg/s]
h_A	İç yoğuşturucu çıkışındaki kurutma havasının özgül entalpisi [kJ/kg]
h_E	İç yoğuşturucu girişindeki kurutma havasının özgül entalpisi [kJ/kg]
h_C	İç buharlaştırıcı çıkışındaki kurutma havasının özgül entalpisi [kJ/kg]
h_D	İç buharlaştırıcı girişindeki kurutma havasının özgül entalpisi [kJ/kg]
ÖNÇÖ	Özgül nem çekme oranı [kg/kWh]
\dot{m}_s	Üründen buharlaştırılan su miktarı [kg/h]
M_{YA}	Yaş ağırlık [g]
M_{KA}	Kuru ağırlık [g]
MC_{KA}	Kuru esasa göre nem miktarı [g-su/g-kuru madde]
T	Sıcaklık [°C]
H	Bağıl nem [%]

Alt Simge

ip	ısı pompası
sis	sistem
komp	kompresör
yog	yoğuşturucu
buh	buharlaştırıcı
h	Hava
s	Yoğuşan su
i	İç
d	Dış

Kaynakça

- Aktaş, M., A. Khanlari, A. Amini, S. Şevik. 2017. Performance analysis of heat pump and infrared-heat pump drying of grated carrot using energy-exergy methodology Energy Convers Manage. 132 pp. 327-338.
- Aktas, M. 2007. Isı Pompası Destekli Fındık Kurutma Fırınının Tasarımı, İmalatı ve Deneysel İncelenmesi, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Cemeroğlu, B. 2010. Gıda Analizleri. Genişletilmiş 2. baskı, Gıda Teknolojileri Derneği. No:34. Ankara.
- Ceylan, İ. ve M. Aktaş. 2008. Isı Pompası Destekli Bir Kurutucuda Fındık Kurutulması. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi. 23(1), 215-222.
- Coskun, S., I. Doymaz, C. Tunckal and S. Erdogan. 2017. Investigation of drying kinetics of tomato slices dried by using a closed loop heat pump dryer. Heat Mass. Tran.;53:1863-71.
- Çapar, B. ve S. Gökbulut. 2013. Farklı Kurutma Metotlarıyla Kurutulan Elma Dilimlerinin Kalite Özelliklerinin ve Enerji Verimliliğinin İncelenmesi. Bitirme Tezi, Ege Üniversitesi, İzmir, Türkiye.
- Goodfellow, H. and E. Tahti. 2001. Industrial ventilation design guidebook. Academic Press.
- Helvacı, Ş., S. Yapar ve S. Peker. 1999. Mantar kurutulması için bazı pratik öneriler. Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Güncel Konular Serisi. No:1. Kurutma Temel İlkeleri ve Endüstriyel Uygulamaları (Eds. S. Peker, S. Yapar. 47-52. İzmir.
- Kulshreshtha, M., A. Singh, Deepti and Vipul. 2009. Effect of drying conditions on mushroom quality. School of Engineering, Taylor's University College, Journal of Engineering Science and Technology 4(1): 90-98.
- Jia, X., P. Jolly and S. Clements. 1990. Heat pump assisted continuous drying part 2:Simulation results. International Journal of Energy Research. (14): 771-782.
- Midilli, A., H. Olgun and T. Ayhan. 1999. Experimental studies of mushroom and polen drying. International Journal of Energy Research 23: 1143-1152.
- Mohanraj, M. 2014. Performance of a solar-ambient hybrid source heat pump drier for copra drying under hot-humid weather conditions. Energy Sustain. Dev. 23. 165-169.
- Nehru, C., V. Kumar, C. Maheswari and L. Gothandapani. 1995. Solar drying characteristics of oyster mushroom. Mushroom Research 4 (1): 27-30.
- Pal, U. S. and A. Chakraverty. 1997. Thin-layer convection drying of mushrooms. Energy Conversion and Management 38(2): 107-113.
- Phani, K.A. and J.S. Greg. 2005. Re-circulating heat pump assisted continuous bed drying and energy analysis. International Journal of Energy Research. 29: 961-972.
- Rhim, J.W. and J.H. Lee. 2011. Drying kinetics of whole and sliced Shiitake mushrooms (*Lentinus edodes*). Food Sci. Biotechnol. 20: 419-427.

- Salehi, F., M. Kashaninejad and A. Jafarianlari. 2017. Drying kinetics and characteristics of combined infrared-vacuum drying of button mushroom slices. *Heat and Mass Transfer*, 53, 1751-1759.
- Strommen, I., T. M. Eikevik., O. Alves-Filho., K. Syverud and O. Jonassen. 2002. Low temperature drying with heat pumps new generations of high quality dried products. 13 th International Drying Symposium.
- Şevik, S., M. Aktaş, H. Doğan and S. Koçak. 2013. Mushroom drying with solar assisted heat pump system. *Energy Conversion and Management* 72: 171-178.
- Toğrul, H., İ. Toğrul ve A. İspir. (2005). Mantarların ince tabaka kuruma karakteristiklerinin incelenmesi. III. Tarımsal Ürünleri Kurutma Çalıştayı, Antalya.
- Tunçkal, C., S. Coşkun ve S. Erdoğan. 2016. Kapalı döngü bir ısı pompalı kurutma sisteminin performans analizi. *Isi Bilimi ve Tekniği Dergisi*. 36 (1). 161-172.
- Qiu, Y., M. Li, R.H.E. Hassanien, Y.F. Wang, X. Luo and Q.F. Yu. 2016. Performance and peration mode analysis of a heat recovery and thermal storage solar-assisted heat pump drying system *Sol. Energy*. 137 pp. 225-235.
- Xanthopoulos, G., G. Lambrinos and H. Manolopoulou. 2007. Evaluation of thin-layer models for mushroom (*agaricus bisporus*) drying. *Drying Technology* 25: 1471-81.



Basic Design and Visual Perception in Landscape Architecture Education

Elmas ERDOĞAN¹, Osman ZEYBEK^{2*}

Abstract: Basic Design, which is a mass course, is given in the first semester of undergraduate education of design professional disciplines. The aim of the course is to teach the students design elements and principles in case of two and three dimensional studies within the scope of basic design theory and to teach their usage through application exercises and to develop the skills of students in this field. This study was carried out in the fall semester of 2016 - 2017 academic year with the participation of first grade students of Department of Landscape Architecture of Ankara University Faculty of Agriculture. At the final stage, contribution of the basic design course to the visual perceptions of students was measured and discussed based on the evaluation of two observations, before and after completing the course study.

Keywords: Basic design, design education, landscape architecture, visual perception.

Peyzaj Mimarlığı Eğitiminde Temel Tasarım ve Görsel Algı

Öz: Tasarım meslek disiplinlerinin lisans eğitimlerinin birinci yarısında Temel Tasarım Dersi verilmektedir. Dersin amacı, öğrencilere temel tasarım teorisi kapsamında tasarım elemanları ve ilkelerini iki ve üç boyutlu örnek çalışmalar ile tartışarak kullanımlarının uygulama çalışmaları aracılığıyla öğretilmesi ve öğrencilerin bu

¹ Elmas ERDOĞAN, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Ankara, Türkiye, eerdogan@ankara.edu.tr, [OrcID 0000-0002-4193-629X](https://orcid.org/0000-0002-4193-629X)

* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** ² Osman ZEYBEK, Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Bursa Türkiye, osmanzeybek@uludag.edu.tr, [OrcID 0000-0002-2752-407X](https://orcid.org/0000-0002-2752-407X)

konudaki yeteneklerinin geliştirilmesidir. Bu çalışma 2016 – 2017 eğitim öğretim yılının güz döneminde, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü birinci sınıf öğrencileri A grubunun katılımı ile gerçekleştirilmiştir. Dersi almadan dönemin başında ve dersi aldıktan sonra olmak üzere iki gözlemin değerlendirilmesine dayandırılarak geliştirilen yöntem ile temel tasarım dersinin öğrencilerin görsel algıları üzerindeki etkileri ölçülmüş ve yorumlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Temel tasarım, görsel algı, peyzaj mimarlığı, tasarım eğitimi.

Introduction

The design is a plan and idea developed for the solution of any problem and includes shaping dynamics. The design, which contains abstract based multi-faceted inputs, is carried out by certain principles, regardless of scale, theme, subject as a phenomenon encountered in every aspect of life. The basic design is a set of rules and principles that constitute the basis for design, which is also related to all design profession disciplines and living spaces. The basic design is the guiding principle in the process of converting abstract values into concrete design objects, and a set of regulatory principles for putting the design into a system (Erdoğan and Çelik, 2015).

The perception that occurs with the combination of various functions of the mind is a complex event and enables individuals to learn about and benefit from their environment. Perception is an important mind study in which a sense of momentum is used to stimulate and combine images stored in the past. Perceptions varying according to individuals who have similarities with standard or established conceptual cases, while they are similar to different and special cases and different and special cases are subject to change. Perception is the interpretation of a situation, not as real. Most of the time, individuals perceive what they want to see in accordance with their selective perceptions. In other words, perception is a phenomenon that changes according to the individual (Erdoğan and Çelik, 2015).

Perception can be sensory as well as visual. All the senses and the functioning of the perception of integral work in the basic design studies are mainly visual. Individuals obtain information about events, facts and concepts in their environment through perception. Perceptions are created through sensations and are the process of acquiring information. It is a way for individuals to understand and realise process based on to organise their environment and regulate sensory information. Individuals, based on their perceptual qualities, make sense for themselves at the end of the process of perceiving the stimuli they acquire from their environment (Siegel, 2006; Smith, 2002). Perception is an identification process associated with the person and the factors surrounding him/her, as well as physical stimuli that individuals create through sensations. The most critical factor in the detection process is the individual. Individuals can demonstrate different perceptual qualities of the same perceived concept. This is due to selective attention, selective perceptual parameters and selective perceptual retention in the process of perception (Kotler, 2001). Nevertheless, the calm and wide water surfaces are the areas that provide calmness in the urban design and which give depth to the landscape by bringing it to the third

dimension (Tülek and Barış, 2015). Some objects have the same effect on individuals like water and green volumes.

Visual perception comes into prominence in the design of instructional contents in perceptual processes, and visual perception approaches have an intense impact on design processes. Visual perception includes a variety of approaches such as selection, regulation, definition through sensory discrimination within the framework of visual characteristics (Behrens, 1984; Hochberg, 1978). In other words, visual perception is the process of recognising concepts for individuals (Messaris, 1994). According to Gal and Linchevski (2010), the visual perception is defined as the process of perceiving and registering visual information from sensory and mental processes.

One of the aims of the basic design studies is to ensure the formation of common denominators for the designers despite the different perceptions and approaches. In this context, the basic design is the way to use design components, pieces of the whole, 2D or 3D design ingredients in order regarding visual perception and integrity. That geometric forms, colour, texture, line, etc. along with design principles are essential and shape the way to create design objects.

As in many design professional disciplines, in Ankara University Faculty of Agriculture, Landscape Architecture Department, Basic Design Course is given in the first semester of undergraduate education. The aim of the course is to teach the students of the department of landscape architecture by using two and three-dimensional case studies within the scope of basic design theory and developing their skills in this subject. In addition to this, geometric forms, planes and volumes within the range of visual perception skills to move to a higher level.

In this study, it was tried to prove the Basic Design Course's contribution to increasing visual perceptions of students, who had never taken any design course before, in Ankara University, Faculty of Agriculture, Department of Landscape Architecture. There were carried out two examinations at the beginning and end of the semester; and then, it is determined the contribution and effect of the course, clarified students' development in visual communication, analysing and decomposing geometric components, and visual perception improvement.

Materials and Methods

The primary material of the study is the literature review about the subject and the findings obtained from the two-stage visual perception test applied to first-year students taking Basic Design course in the Department of Landscape Architecture of the Faculty of Agriculture at Ankara University.

The methodology created in the research has three stages. In the first stage, research has been done about how can be measured individual visual perception, interviews with experts about how to design such a test and evaluate in graphic design fields. Two tests have been done with students in the beginning and at the end of the semester, before and after they complete the lecture, to determine how correctly they perceive line, geometry,

colour, form, shape, direction etc. In this context, visual perception development, change and transformation of students were determined. In the last stage, these evaluations are interpreted and the basic design course, visual perception and design theories and principles of the use of forms, levels, effects, contributions and developments have been revealed.

For the research findings to be evaluated healthily, it was considered as a prerequisite for all students to have similar characteristics.

In order for the research findings to be evaluated in a healthy manner, it was considered as a prerequisite for all students to have similar characteristics.

- No colour blind,
- The lack of advanced myopia, hypermetropia or astigmatism,
- Attending the basic design course for the first time,
- The conditions for having previously not received any training for plastic arts (painting, sculpture, graphic design, etc.) have been observed.

Some of the students who participated in the first observation due to individual reasons could not participate in the second observation; therefore, the study was conducted and evaluated in the context of students who could participate in both two observations.

Three different images with different designs were created using some isosceles right triangle in a 10x10 unit square. The students were asked to transfer the projected images to the wall as they see on the A4 size paper with 10x10 unit square.

In this study, as a basic geometric form, an isosceles right triangle is chosen. Because, as a clearly perceived geometric form, it is possible to create different geometric forms such as square, rectangular, parallelogram and upright trapezoid, more variations than other basic geometric forms. Thus, both the ability to perceive / to be able to perceive geometric forms and their ability to distinguish and transfer new forms derived from the integration of these forms were evaluated.

In each section, 22 isosceles right triangles and basic geometric forms that created with them has been used.

The characteristics of the three images that students are asked to transfer are as follows:

- Black triangular isosceles right triangles are used in the first sheet. Incidental geometric forms and a non-ordering sample were presented without any symmetry or order. This colourless sheet is intending to measure students' attention of the place of triangles, analysing different composition made up by triangles, and symmetrical perception, which is not exist in this sheet.
- In the second sheet, isosceles right triangles consisting of only the main / primary colours (red, blue, yellow) are used. In contrast to the first map, a sample with a symmetrical layout in the second sheet is provided. Main colours are easier to perceive, though. So, students are expected to place correct triangles with correct colours in their blank sheet with observing rigid symmetry in this sheet.

- In the third sheet, main / primary and intermediate colours (red, orange, yellow, green, blue, purple) are used. Like the first sheet, it does not contain any symmetry or layout, but geometric forms and colour transitions are more difficult to detect and used together in close colours. Along with main colours, intermediate colours can make perception of the correct placement of the triangles harder. With this hardest sheet among these three, students are expected to navigate correct position of triangles in non-symmetrical order. To harden this sheet, close and opposite colours were used in an order to confuse students (Figure 1).

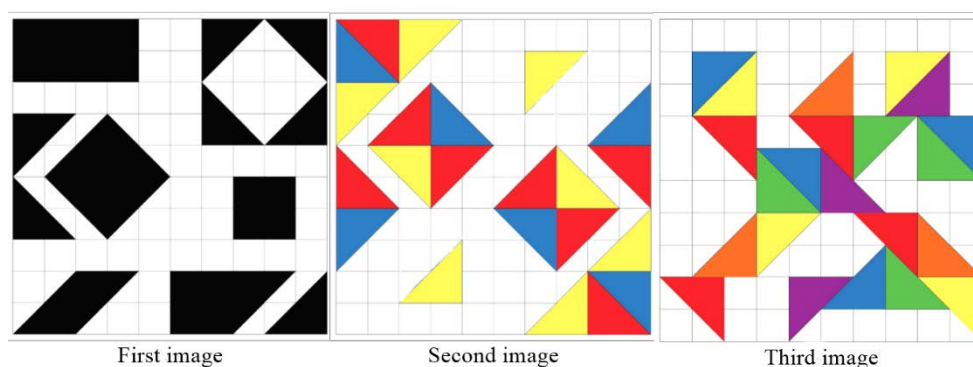


Figure 1. Designed images to measure visual perception (Original, 2017)

Criteria have been determined to count students successful on transferring images to the papers they are given.

- Students are given 10 minutes to transfer each images to their papers. During this time, students who could not complete the transfer of the image to paper were considered unsuccessful. The same test was conducted on the research assistants of Ankara University Faculty of Agriculture Department of Landscape Architecture and the duration of transferring the image to paper was determined as 4 minutes and 6 seconds on average. Therefore, 10 minutes given to students was determined as a suitable process.
- When transferring the isosceles right triangles on the paper, they were asked to fill the inside of the triangles with the colours in the image. Unfinished painting as scribbles was considered unsuccessful.
- Students who transfer wrongly the image on the paper were considered unsuccessful. In the case of incorrect transferring, two points have been taken into consideration:
 - Geometric shapes to be placed on the 10x10 unit square correctly,
 - The colours used in the second and third sheets were used correctly.

The first and second measurement were performed with the same methods. The only difference is that the images in the second measurement are formed by rotating the images used in the first measurement 90 ° to the

right or left. The number of isosceles right triangles used for each sheet, the geometric forms and colour scheme remained the same.

Various questions were asked to determine whether the students participating in the research successfully analysed the layouts. After the completion of the 10-minute process for transferring the images to the paper, a second 10-minute period was given time for questions. In this case, an observation lasted for 60 minutes. The geometric questions for each sheet have been the same. In addition to the geometric descriptions for the second and third sheets, the interpretation of the colours is also required. Questions asked in this context:

- How many isosceles right triangles, vertical edges are 2 units, used in this image at least?
- How many isosceles triangles have you seen that have a height of 2 units and a base of 4 units?
- How many equilateral triangles have you seen that have an edge 2 units long?
- How many squares are there with one edge is 2 units long?
- How many perpendicular trapezoids have you seen with a height of 2 units?
- How many parallelograms have you seen with a height and parallel edges of 2 units?
- How many rectangles have you seen that the short side 2 units long?
- Can it be claimed that there is a symmetrical order in all images?

Results and Discussion

In this section, the application of visual perception test applied to the students is explained, and the findings are discussed.

Transferring images to papers

Success in transferring images to the papers

First observation: The first observation was performed in the first week of 2016-2017 academic year fall semester. 23 students in 10 minutes;

- 14 students were able to correctly transfer the first image.
- 17 students were able to correctly transfer the second image
- 13 students were able to correctly transfer the third image.

Second observation: The second observation was held at the end of the fall semester of 2016 - 2017 academic year. 23 students in 10 minutes;

- 21 students were able to correctly transfer the first image.
- 22 students were able to correctly transfer the second image
- 19 students were able to correctly transfer the third image.

Development status: 14 people were successful at both in first and second observations, transferring the first image to the paper in time. While 7 people were not successful in the first observation, they were successful in the second observation. One person was successful in the first observation and failed in the second observation.

In the first observation, 14 of 23 people succeeded in transferring the first sheet while this number increased to 21 in the second observation.

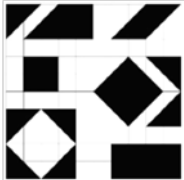


17 people were successful at both in first and second observations, transferring the second image to the paper in time. While 5 people were not successful in the first observation, they were successful in the second observation. One person was successful in the first observation and failed in the second observation.

In the first observation, 17 of 23 people succeeded in transferring the first sheet while this number increased to 22 in the second observation.

13 people were successful at both in first and second observations, transferring the second image to the paper in time. While 6 people were not successful in the first observation, they were successful in the second observation. One person was successful in the first observation and failed in the second observation.

In the first observation, 13 of 23 people succeeded in transferring the first sheet while this number increased to 19 in the second observation. Table 1 is prepared for easier and systematic detection of these results.

Table 1. First and second observation records and development status (Original, 2017)

Images	First Observation		Second Observation		Development
	Successful	Failed	Successful	Failed	
First image 	14	9	21	2	7
Second image 	17	5	22	1	5
Third image 	13	10	19	4	6

Individual Development of Students: The numbers given in Table 1 are the data obtained by the evaluation of 23 people together. However, when we look at the individual development of the students, the findings that can be evaluated from different perspectives were also reached.

- *Determinations related to colours:* At the first observation, 6 people were unsuccessful in the transfer of the first sheet and were successful in transferring the second sheet. Since only black isosceles right triangles are used in the first sheet, the spatial integrity of the geometric forms may be misinterpreted or interpreted differently. The triangles were easier to distinguish in the second image. Because, In the second sheet, two or more triangles of the same colour have been used side by side, separately, with each of the isosceles right triangles having one of the primary colours. The participation of primary colours in design and evaluation facilitated the perception of forms.

At the first observation, 7 people succeeded in transferring the second image and failed to transfer the third image. The second image uses only the primary colours (yellow, red, blue), the main and intermediate colours (red, orange, yellow, green, blue, purple) are used in the third image. In addition to increasing the number of colours, close colours in the third sheet are generally used together to form a boundary to each other. Thus, the detection of the third sheet was made more difficult than the second sheet.

- *Determinations related to geometric forms:* In most of the students who transferred the second image properly, errors in the first and third images, and different perceptions were observed. The isosceles right triangles in the second image have a solid symmetry in terms of both colours and positions. This situation, which is not present in the first and third sheets, facilitated the perception of the second sheet.

Answers to the questions about the images

As it is seen in the material and method section, the aim is to show how much students recognize and define the basic geometric forms. A student who has completed his/her high school education has to recognize basic geometric forms such as isosceles right triangle, equilateral triangle, square, perpendicular trapezoid, parallelogram and rectangle.

In the question about the interpretation of colours in the second and third image, students were expected to be familiar with the main and intermediate colours and to be able to interpret how hot and cold colours were used correctly. The main answer for the second image is that the main colours are used and in the third image, the main and intermediate colours are used together according to their characters as hot and cold colours.

Answers to the questions about geometric forms

For both observations, 8 questions were asked to each student.

First observation: The mean accuracy values of the answers given to all three images in the first observation are as follows:

- The average of the correct responses in the first image is approximately 27.7%,
- The average of the correct responses in the second image is approximately 60.1%,

- The average of the correct responses in the third image is approximately 40.2%.

Second observation: The mean accuracy values of the answers given to all three images in the second observation are as follows:

- The average of the correct responses in the first image is approximately 38%,
- The average of the correct responses in the second image is approximately 69.5%,
- The average of the correct responses in the third image is approximately 52.1%.

When the answers of the geometric analysis questions about the layouts were examined, the correct answers given in the second observation increased compared to the first observation. As can be seen from the correct answers, the second image was the most clearly understood layout. Because there is a solid symmetry and only the primary colours are used, it is easier to detect than the other sheets.

Questions about colours

As stated in the method, the students were asked to interpret the colours for the second and third images.

- In the first observation, 11 people interpreted the colour scheme in the second sheet correctly, and this number increased to 22 in the second observation.
- In the first observation, 6 people interpreted the colour scheme in the third sheet correctly, and this number increased significantly to 19 in the second observation.

It is seen that the success level of the students is higher because only the primary colours are used in the second image. It is thought that the use of main and intermediate colours used in the third image by grouping according to their proximity to each other increases the error rate of the students.

Conclusion

As a result of this study, it is obviously seen that students correctly and easily perceive geometrical shapes, forms, and the final design works created with basic design principles visually. It is seen that they can recognize and use the geometric form features, and they can easily perceive both the two-dimensional and three-dimensional design studies created by different geometric forms. In addition, students may have different selective perceptions in line with their own interests, talents and expectations, but they have used them more effectively in design details or in thematic designs. Different knowledge, experience and social / cultural perspectives might have played an important role in perception.

Regardless of whether one's a designer or not, it has been confirmed that order and symmetry are always a design principle that provides more accurate and clear perception in individuals. Symmetry has a facilitating effect on visual perception. In this respect, the perception and transfer of the symmetrical layout are successful and easier without any design training.

The use of different colours in design studies has the effect of facilitating perception in form and in geometry as well as in the third dimension when compared to black-white usage. It has been observed that the use of a combination of lean or similar colours, which make the perception difficult, developed and strengthened the perception of the students who have received basic design education and their ability to differentiate.

The primary colours are easier to perceive, and the impact on individuals is more pronounced and clearer.

While primary colors can be perceived and defined more clearly, there may be different perceptions in intermediate colors according to individuals. These different perceptions also affect the perception of geometrical forms. Basic design studies as an act of converting abstract inputs into two or three-dimensional concrete geometric formations contribute to the development of abilities such as better understanding, perception, correct use, association and composition of geometric form in individuals' / landscape architecture department students. Besides, it creates selectivity in visual perception in individuals; in this direction, it was found that they helped to perceive areas, forms and volumes more accurately both in the second and third dimensions, and they were able to relate geometric forms visually more accurately.

Basic design education has created significant differences for students perceiving geometrical forms, colours and definitions.

References

- Behrens, R. (1984). Design in the visual arts. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, Inc.
- Erdoğan, E. and Çelik, F. (2015). Temel Tasarım. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü Yayın No: 1622, Ders Kitabı: 574. ISBN: 978-605-136-192-5.
- Gal, H. and Linchevski, L. (2010). To see or not to see: Analyzing difficulties in geometry from the perspective of visual perception. Educational Studies in Mathematics, 74, 163-183.
- Hochberg, J. (1978). Perception (2nd ed.). Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Kotler, P. (2001). A framework for marketing management. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Messaris, P. (1994). Visual literacy: Image, mind and reality. Colorado: Westview Press.
- Siegel, S. (2006). Which properties are represented in perception? T. Gendler & J. Hawthorne (Eds.), Perceptual Experience. Oxford: Oxford University.
- Smith, A.D. (2002). The problem of perception. Cambridge, MA.: Harvard University Press.
- Tülek, B. and Barış, M. E. (2015). Kent içi ve Yakın Çevresindeki Su Kıyısı Rekreasyon Alanlarının Ekolojik Kriterler Açısından Değerlendirilmesi: Mavi Göl Örneği. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 28 (2), 13-26.



Farklı Yöntemlerle Kurutulmuş Yeşil Zeytin Katkılı Cipslerin Kurutma Kinetiği ve Bazı Kalite Parametrelerinin İncelenmesi

Tuğçe HALİL¹, Canan Ece TAMER^{2*}, Azime ÖZKAN KARABACAK³

Öz: Bu çalışmada besleyici, sağlıklı ve her yaş grubuna hitap eden alternatif bir ürün ortaya koymak amacıyla yeşil zeytin katkı cips üretimi araştırılmıştır. Cips üretimi, konveksiyonel kurutma ve vakum altında kurutma (250 mbar) yöntemleri kullanılarak 75 ve 85°C’de, mikrodalga kurutma yöntemi kullanıldığında ise 90 W ve 180 W güçte gerçekleştirilmiştir. Zeytin katkı cipslerin farklı üretim yöntemleriyle kurutulması sırasında hesaplanan etkin difüzyon katsayılarının 4.01×10^{-10} - 4.69×10^{-9} aralığında değiştiği görülmüştür. Yeşil zeytin katkı cipslerin kuruma davranışları incelendiğinde; vakum altında kurutma, konveksiyonel kurutma ve mikrodalga kurutmanın Page ve Modifiye Page modeline uyduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte cipslerde ve cips hamurunda tuz, toplam asitlik, toplam kül, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite analizleri gerçekleştirilmiştir. En yüksek toplam fenolik madde miktarları vakum kurutma yöntemi (85°C) ve mikrodalga kurutma yöntemi (90 W) ile üretilen cipslerde sırasıyla 148.04 ± 0.53 mg GAE/100 g k.m. ve 142.87 ± 3.46 mg GAE/100 g k.m. olarak belirlenmiştir. Bununla birlikte cips örneklerinde antioksidan kapasite CUPRAC yöntemine göre 6.48 ± 0.39 - 17.12 ± 3.05 $\mu\text{mol TE/g k.m.}$, FRAP yöntemine göre 8.36 ± 0.16 - 20.44 ± 0.18 $\mu\text{mol TE/g k.m.}$ ve DPPH yöntemine göre 5.55 ± 0.02 - 6.43 ± 0.05 $\mu\text{mol TE/g k.m.}$ olarak saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Antioksidan aktivite, cips, kurutma, modelleme, yeşil zeytin.

¹ Tuğçe HALİL, Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa, Türkiye, tugceh18@hotmail.com, [OrcID 0000-0002-2404-197X](https://orcid.org/0000-0002-2404-197X)

* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** ² Canan Ece TAMER, Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa, Türkiye, etamer@uludag.edu.tr, [OrcID 0000-0003-0441-1707](https://orcid.org/0000-0003-0441-1707)

³ Azime Özkan KARABACAK, Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa, Türkiye, azimeozkan@uludag.edu.tr, [OrcID 0000-0003-4175-4477](https://orcid.org/0000-0003-4175-4477)

Investigation of Drying Kinetics and Some Quality Parameters of Green Olive Added Chips Dried with Different Methods

Abstract: In this study, the production of green olive added chips was investigated in order to produce an alternative product which is nutritious, healthy and appealing to all age groups. Chips were produced at 75 and 85°C by convectional drying and vacuum drying (250 mbar), and 90 W and 180 W by microwave drying. The effective diffusion coefficients were calculated as between 4.01×10^{-10} - 4.69×10^{-9} . When the drying behavior of samples was examined; vacuum drying, convectional drying and microwave drying were determined to fit in Page and Modified Page models. However, salt, total acidity, total ash, total phenolics and antioxidant activity analyzes were conducted in chips and chip dough. The highest total phenolic content was determined as 148.04 ± 0.53 mg GAE /100 g and 142.87 ± 3.46 mg GAE /100 g on chips produced with vacuum drying method (85°C) and microwave drying method (90 W). However, the antioxidant capacity of the chips samples was determined as between 6.48 ± 0.39 - 17.12 ± 3.05 TE/g d.m. for CUPRAC method, 8.36 ± 0.16 - 20.44 ± 0.18 μ mol TE/g d.m. for FRAP method and 5.55 ± 0.02 - 6.43 ± 0.05 μ mol TE/g d.m. for DPPH method.

Keywords: Antioxidant activity, chips, drying, green olive, modeling.

Giriş

Günümüzde yoğun hayat temposu sebebiyle hazır ve paketlenmiş gıdaların tüketimi hızla artmaktadır. İngilizce’de “snack food” olarak geçen atıştırılabilir gıdalar arasında yer alan cipsler, tüketimde önemli bir paya sahiptir (Tekin ve Karabacak, 1998; Ertop ve ark., 2016; Gergilioğlu, 2016). Nem içeriğinin düşük olması nedeniyle cipslerin mikrobiyel bozulma olasılığı diğer gıda ürünlerine kıyasla daha azdır. Cipsler, karbonhidrat ve yağ içeriklerinin yüksekliğine paralel kalorisi fazla olarak bilinen ürünlerdir. Protein miktarı bakımından yeterli görülmediklerinden "boş kalori" sağlayan gıdalar olarak da tanımlanmaktadır. Buna rağmen tüketicilerin lezzet konusunda beğenisini kazanmaları nedeniyle küresel cips pazarının 2020’ye kadar 630 milyar dolara ulaşması beklenmektedir (Ochoa-Martínez ve ark., 2016; Makowska ve ark., 2018).

Cipsler, genellikle patates ve mısırın hammadde olarak kullanıldığı ve çeşitli ön işlemlerden geçen hammaddenin belirli incelikte dilim haline getirilmesini takiben tuz ilavesinden sonra kızartma ya da fırınlama yöntemiyle üretimi gerçekleştirilen ürünlerdir. Son yıllarda sağlıklı beslenme konusunda bilincin artmasıyla meyve ve sebzelerin cips hammaddesi olarak kullanılması söz konusudur (Özer, 2007; Kowalska ve ark., 2018). Patates yüksek nişasta, lif ve vitamin içeriği ve sindiriminin kolay olması nedeniyle tercih edilen bir sebzedir (Özdemir ve Malayoğlu, 2017; Boydak ve Kayantaş, 2017). Patates, askorbik asit, karotenoidler, polifenoller, B₆ vitamini, folik asit, lizin aminoasiti kaynağı olup yüksek düzeyde potasyum içermektedir (Dinç ve ark., 2014). Patates gluten içermemesi sebebiyle çölyak hastalarının tüketebileceği bir gıdadır (Yönel ve Özdil, 2014).

Zeytin, doymamış yağ içeriğiyle öne çıkan bir meyvedir. Özellikle zeytinin olgunlaşma döneminde oleik asit miktarı artarken doymuş yağ asitlerinde azalma görülmektedir (Kutlu ve Şen, 2011). Meyve enfeksiyonlara karşı vücut direncinin artırılmasında etkisi olan A vitamini bakımından zengindir (Çöteli ve Karataş, 2017; Konuşkan, 2008). Aynı zamanda Ca, Fe, Mg, Cu, Na, K minerallerini içeren zeytinin kalori değeri de yüksektir (Durucasu, 2004). Zeytin meyvesi, protein miktarı düşük olmasına rağmen esansiyel aminoasitleri içerdiğinden dolayı besleyici değeri yüksek bir gıda ürünü olarak kabul edilmektedir (Susamcı ve ark., 2011). Yeşil zeytin fenolik asit, flavonoid ve aromatik bileşiklerce zengindir (Gürbüz ve Ögüt, 2018). Fenolik bileşiklerin, beslenmenin yanı sıra aynı zamanda kansere karşı koruyucu ve yaşlanmayı geciktirici etkileri vardır (Bacanlı, 2014). Zeytin ve zeytinyağını daha çok tüketen Akdeniz ülkelerinde daha az kalp ve damar rahatsızlıklarına rastlanması antioksidan özellik gösteren fenolik madde içeriğiyle ilişkilendirilmektedir (Gönder ve Akbulut, 2017; Arslan ve ark., 2017; Özçimen ve ark., 2010).

Cipslerde tuz kullanımının, ürünün tat profilini olumlu yönde etkilediği ve genel lezzet yoğunluğunu artırdığı bilinmektedir. Tuz ve yağ miktarının lezzet üzerine etkisi konusunda yapılan araştırmalarda, daha az tuz ve yağ içeren cipslerin, diğer cipslere oranla duyuşal analizlerde daha düşük lezzet puanı aldığı belirtilmiştir (Zugravu ve ark., 2012; Zhang ve Peterson, 2018). Sodyumun ince bağırsakta besinlerin emilmesini sağladığı, kan basıncını korunmasında etkili olduğu bilinmektedir. Sodyum alımı sağlıklı ve dengeli beslenmede gerekli olmakla birlikte tüketim miktarı önerilen değerin üzerine çıktığında kişilerde çeşitli sağlık sorunları görülmektedir. Dünya genelinde insanların %26'sında bulunduğu tahmin edilen hipertansiyon, bu sağlık sorunlarının başında gelmektedir. Ayrıca hipertansiyonun her yıl meydana gelen ölümlerde önemli bir paya sahip olan kardiyovasküler hastalıklar için önemli bir risk faktörü olduğu bilinmektedir. Çoğu ülkede ortalama tuz tüketimi 9-12 g/gün iken, Türkiye'de tuz tüketimi 15 g/gün seviyesindedir. Ancak, Dünya Sağlık Örgütü tarafından günlük tuz tüketim miktarı 5 g olarak önerilmektedir (Fouladkhah ve ark., 2015; Kloss ve ark., 2015; Allison ve Fouladkhah, 2018). Bununla birlikte cips üretiminde sıklıkla uygulanan kızartma prosesi sebebiyle ürünlerin yüksek yağ içeriği ve proses sırasında oluşan toksik maddeler tüketicilerde endişeye yol açmaktadır. Derin yağda kızartma, gıdaların sıcak bitkisel yağa daldırılmasıyla istenen duyuşal özelliklere sahip ürünlerin üretilmesini temel alan bir gıda prosesidir. Bu yöntemde yağ ısı aktarımını gerçekleştirmektedir. Gıdada yağ emilimi meydana gelirken aynı zamanda enerji aktarımı dışı doğru gerçekleşmekte ve böylece yanma engellenmektedir (Tekin ve Karabacak, 1998; Pedreschi ve ark., 2007; Baltacıoğlu ve Esin, 2013). Cipsin en önemli kalite parametresi olan gevrek yapı, uygulanan ısıl işlem sayesinde patates dokusunda oluşan değişikliklerden kaynaklanmaktadır. Derin yağda kızartma gevrek yapının oluşmasına katkı sağlamaktadır. Cips yapısı, nişastanın sıcaklıkla jelatinize olması ve buna bağlı olarak yağ, denatüre olmuş protein, çözünmüş nişasta ve selüloz içeren bir matriksin oluşumu sonucu meydana gelmektedir (Kumar ve ark., 2015). Kızartılmış üründe renk, işleme sırasında, gevreklik, yağ ve akrilamid içeriği ile birlikte kontrol edilmesi gereken önemli bir kalite parametresidir. Cipslerin kendine özgü rengi; indirgen şeker içeriğine, sıcaklığa ve kızartma süresine bağlı olarak Maillard reaksiyonu sonucunda oluşmaktadır. Cips üretiminde kısmi hidrojenasyon tekniği kullanılarak elde edilmiş yağlarla kızartma işlemi, trans yağ asidi oluşumuna zemin hazırlamaktadır. Trans yağ asitleri LDL kolesterol düzeyini artırma ve HDL kolesterol düzeyini azaltma etkisi sonucunda, kalp damarlarının erken

yaşlarda tıkanması ve inme riskini artırmaktadır (Yiğit, 2007). Kızartma öncesinde uygulanan haşlama işlemi, ürünün renk ve gevreklik özelliklerini geliştirmekte hatta nişastanın jelleşmesi sonucu yağ içeriğinin azaltılmasını sağlamaktadır. Aynı şekilde kızartma öncesinde mikrodalga uygulaması veya ürünün konveksiyonel kurutucuda kısmen kurutulması sonucunda yağ alımının azalmasını sağlamaktadır (Pedreschi ve ark., 2007). Dünya Sağlık Örgütü, sağlıklı ve dengeli beslenme için günlük 5 porsiyon meyve ve sebze tüketimini önermektedir. Özellikle gençlerin her ürün grubundan yeterli ve dengeli beslenebilmesi amacıyla sebze ve meyve cipsleri önemli bir alternatif ürün olarak görülmektedir. Bu anlamda tüketicinin tercihleri dikkate alınarak üretilen bu ürün grubunun doğal aroma ve tadını koruması, tekstürel özelliklerinin iyi olması ve tercihen koruyucu içermemesi beklenmektedir (Mihalcea ve ark., 2017). Bu özellikleri sebebiyle dikkat çeken meyve-sebze cipsleri, diğer cipslerde olduğu gibi kızartma yöntemi kullanılarak üretilmektedir. Ancak sağlık açısından olumsuz etkilere yol açacak faktörleri ortadan kaldırmak adına alternatif yöntemlerin meyve-sebze cipsi üretiminde kullanılması söz konusudur (Wexler ve ark., 2016). Literatürde manyok cipsi (Oghenechavwuko ve ark., 2013), muz cipsi (Elkhalifa ve ark., 2014), brokoli unuyla takviye edilmiş tortilla cipsi (Vázquez durán ve ark., 2014), zenginleştirilmiş gluten cipsi (Ertop ve ark., 2016) gibi pek çok ürüne yönelik çalışma bulunmaktadır. Tüm bu çalışmalarda ortak amaç daha sağlıklı, arzu edilen özelliklerde, tüketici talebine uygun ürünler geliştirmektir. Cips piyasasındaki büyüme göz önüne alındığında bunun bir gereklilik olduğu görülmektedir (Olivares, 2010; Tuta ve Palazoğlu, 2017; Makowska ve ark., 2018).

Bu çalışmanın amacı her yaş grubuna hitap edebilen, tüketici tarafından tercih edilecek aroma ve tekstürel özelliklerde, besleyici, aynı zamanda sağlıklı bir atıştırılabilir ürün geliştirmektir. Özellikle zeytinin fenolik bileşiklerce zengin olmasıyla antioksidan kapasitesi yüksek bir cips üretilip, zeytinin değerlendirilme olanaklarının genişletilmesi hedeflenmiştir. Ayrıca ürünün fizikokimyasal özelliklerinin ortaya konması, cips üretiminde kullanılan kurutma yöntemlerinin karşılaştırılması ve kuruma davranışlarının matematiksel modellenmesinin araştırılması amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Bu çalışmada materyal olarak patates (*Solanum tuberosum*), domat çeşidi salamura yeşil zeytin (*Olea europa sativa*), yağ biberi (*Capsicum anispi nemuum*), limon (*Citrus limon*) suyu, soğan (*Allium cepa*), sarımsak (*Allium sativum*), nane (*M. piperita*), sumak (*Rhus coriaria*), kekik (*Thymus vulgaris L.*) kullanılmıştır.

Cips Üretimi

Yıkanan ve kabukları soyulan patatesler 30 dakika süreyle kaynar suda haşlanmıştır. Zeytinler salamuradan çıkarılıp, yıkanmış ve çekirdekleri çıkarılmıştır. Rendeli el tipi blender (Arçelik K 1260 RHB) kullanılarak patates, zeytin, yağ biberi, soğan ve sarımsak homojenize edilerek cips hamuru oluşturulmuştur. Daha sonra hamura kekik, nane, sumak ve limon suyu eklenmiştir (Çizelge 1). Hamur tekrar blender kullanılarak

homojenize edildikten sonra silikon kaplara 10 g olacak şekilde tartılmıştır. Elde edilen karışımın başlangıç nem içeriği nem tayin cihazı (Sartorius MA, Türkiye) kullanılarak 4.38 g H₂O/g kuru madde olarak belirlenmiştir. Hamura cips şekli silikon kap yardımıyla verilmiş, hamur daire şekline getirilmiştir. 0.5±0.01 cm kalınlığa ve 4.38±0.01 cm çapa sahip olan hamurlar konveksiyonel (Yücebaş Y35, İzmir) (75 ve 85°C' de), vakum (Nüve Ev 018, Türkiye) (75 ve 85°C' de, 250 mbar) ve mikrodalga kurutucuda (ev tipi Bosch hmt72g420, Almanya, 2450 MHz) (90 ve 180 W) kurutulup cips üretimi gerçekleştirilmiştir. Cipsler kurutulduktan sonra 0.2±0.03 cm kalınlıkta ve 4.2±0.01 cm çapta elde edilmiştir. Oda sıcaklığında soğuyan cipsler polietilen ambalaj malzemesi kullanılarak ağzı kapalı bir şekilde oda şartlarında ve karanlıkta 2 hafta boyunca depolanmıştır. Hamurun ve cipslerin kalınlığı 10 adet ölçüm sonucunda elde edilen değerlerin ortalaması ve standart sapması hesaplanarak verilmiştir.

Çizelge 1. Cips formülasyonu

Hammadde	Miktar
Patates	70 g
Zeytin	30 g
Yağ biberi	1 g
Soğan	0.1 g
Sarımsak	0.2 g
Nane	0.05 g
Sumak	0.7 g
Kekik	0.1 g
Limon suyu	5 mL

Yöntem

Fizikokimyasal Analizler

Cips hamuru ve cips örneklerinde toplam asitlik tayini, tuz tayini, kül tayini, renk tayini, toplam fenolik madde tayini ve antioksidan kapasite analizleri uygulanmıştır.

Toplam asitlik tayini Anonim (1985)'e göre belirlenmiştir. Örneklerdeki toplam asitlik değeri sitrik asit cinsinden verilmiştir. Zeytin katkılı cipslerde tuz tayini Mohr yöntemine göre (AOAC, 1975) yapılmıştır.

Son üründe bulunan inorganik maddelerinin belirlenmesi amacıyla kül tayini (AOAC, 1985) yapılmıştır. Renk tayini CR-5 model Konica- Minolta kolorimetre kullanılarak yapılmıştır. Kurutma öncesi ve sonrasında örneklerin 3 farklı noktasından renk okuması gerçekleştirilmiştir. Kırmızı-yeşil (a), mavi-sarı (b) ve açıklık (L) değerleri belirlenmiştir. Toplam renk değişimi (ΔE), kroma (C) ve hue değeri (h°) L, a ve b değerlerinin aşağıda bulunan eşitliklere yerleştirilmesiyle hesaplanmıştır (Shyu ve ark., 2005).

$$C = \sqrt{a^2 + b^2} \quad (1)$$

$$h^\circ = \arctan(a/b) \quad (2)$$

$$\Delta E = \sqrt{(L_1 - L_2)^2 + (a_1 - a_2)^2 + (b_1 - b_2)^2} \quad (3)$$

Örneklerin toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite analizlerine hazırlanması için öncelikle 1.1:87.9:11.0 oranlarında HCl, metanol ve saf su kullanılarak ekstraksiyon çözeltisi hazırlanmıştır. Örneklerden falkon tüplerine 2 gram alınıp üzerine 20 mL ekstraksiyon çözeltisi ilave edilmiştir. Tüpler 20°C' de 2 saat çalkalamalı su banyosunda bekletildikten sonra 3500 rpm de ve 20°C' de 10 dakika süreyle santrifüj edilip süzülmüştür. Ürünün toplam fenolik madde içeriğinin hesaplanmasında Folin-Ciocalteu yöntemi (Gao, 2014) ve antioksidan kapasitesinin ölçümünde DPPH yöntemi (Yen ve Chen, 1995), CUPRAC yöntemi (Apak ve ark., 2004) ve FRAP yöntemi (Benzie ve Strain, 1996) uygulanmıştır.

Fenolik bileşikler ve diğer indirgeyici bileşiklerden molibdenyuma elektron transfer edilmesi prensibine dayanan bu yöntemde ekstraktlardan 0.25 mL alınarak üzerine 2.3 mL saf su ve 0.15 mL Folin-Ciocalteu çözeltisi ilave edilip örnekler vortekslenildikten sonra 5 dakika beklenmiştir. Süre sonunda karışım üzerine 0.3 mL doymuş Na₂CO₃ çözeltisi ilave edilmiştir. Örnekler 2 saat oda sıcaklığında karanlık koşulda bekletildikten sonra çözeltilerin absorbansları 725 nm'de okunarak toplam fenol miktarları; gallik asitle çizilen kalibrasyon eğrisinden, mg gallik asit cinsinden (mg GAE/100 g k.m.) hesaplanmıştır.

2.2-difenil-1-pikrilhidrazil'in indirgenmesine dayanan DPPH yönteminde örneklerin metanollü ekstraktlardan 100 µL alınıp üzerine 3.9 mL DPPH ilave edilmiştir. Karışım 30 dakika karanlıkta bekletilmiş ve metanole karşı 515 nm'de spektrofotometrede (Shimadzu, UV 1208) absorbans değeri okunmuştur. Örneklerden alınan absorbanslar trolox çözeltisiyle çizilen kalibrasyon eğrisinden, µmol trolox eşdeğeri olacak şekilde hesaplanmıştır. FRAP yönteminde 100 µL ekstrakt, 300 µL saf su ve 3 mL FRAP çözeltisi falkon tüplerine aktarılmıştır. Benzer şekilde fakat ekstrakt yerine saf su ilave edilerek tanık hazırlandıktan sonra karışımlar 30 dakika karanlıkta bekletilmiş ve saf suya karşı spektrofotometrede absorbans değeri okunmuştur. Örneklerden alınan absorbanslar troloxla çizilen kalibrasyon eğrisinden, µmol trolox eşdeğeri olacak şekilde hesaplanmıştır. CUPRAC yönteminde 100 µL ekstrakt üzerine 900 µL saf su ve 3 mL CUPRAC çözeltisi ilave edilmiştir. Ekstrakt yerine saf su ilave edilerek tanık hazırlandıktan sonra karışımlar 30 dakika karanlıkta bekletilmiş ve saf suya karşı 450 nm'de spektrofotometrede absorbans okunmuştur. Örneklerden alınan absorbanslar trolox ile çizilen kalibrasyon eğrisinden, µmol trolox eşdeğeri olacak şekilde (µmol TE/g k.m) hesaplanmıştır.

Kurutma Eğrileri Ve Kurutma Hızının Hesaplanması

Kuruma eğrileri nem içeriğinin zamana karşı ve serbest nem içeriğinin kuruma hızına karşı grafiğe geçirilmesi ile elde edilmiştir. Kurutma hızları ise nem içeriklerinin zamana bölünmesi (Eşitlik 4) ile bulunmuştur.

$$DR = \frac{M_{t+dt} - M_t}{dt} \quad (4)$$

Bu denklemde DR: kuruma hızı (g H₂O/g kurumadde sa), M_t ve M_{t+dt} t ve t+dt anındaki ürünün nemi (g H₂O/g kurumadde), t ise zamanı (dakika) ifade etmektedir (Filiz, 2015).

Kurutmanın Matematiksel Modellenmesi

Kuruma kinetiğinin modellenmesinde ayrılabilir nem oranı (ANO) Eşitlik 5 kullanılarak hesaplanmıştır. Denge nem değeri çok düşük olduğu için hesaplamaya katılmamıştır.

$$ANO = \frac{m - m_e}{m_0 - m_e} \quad (5)$$

Bu eşitlikte ANO: ayrılabilir nem oranı, m: ürünün belirli andaki nem içeriği (g su/ g katı), me: denge nem içeriği (g su/ g katı), m₀: başlangıç nem içeriğidir (g su/ g katı). Etkin difüzyon katsayısı hesaplanırken boyutsuz nem oranının doğal logaritmasının zamana karşı çizilmesiyle elde edilen grafiğin eğiminin bulunması ve Eşitlik 6'da yerine konulmasıyla hesaplanmıştır. Hesaplama yapılırken sıcaklığın her noktada eşit olduğu varsayılmıştır.

$$D_{eff} = \frac{-K}{2.4674/L^2} \quad (6)$$

Eşitlik 6'da belirtilen D_{eff}: etkin difüzyon katsayısı (m²/s), K doğrunun eğimini ve L; ürün kalınlığının yarısı (m) olarak ifade edilmiştir.

Ürünlerin kuruma davranışının anlaşılmasında literatürde sıklıkla kullanılan ince tabaka modelleri Çizelge 2'de verilmiştir. Modeller kurutma verilerine uygulanmış ve belirleme katsayısı (R²), tahminin standart hatası (RMSE) ve ki-kare (χ²) değerleri eşitlik 7 ve 8 kullanılarak belirlenmiştir. Kurutma verilerine en uygun model, en yüksek korelasyon katsayısına (R²) ve en düşük RMSE ve ki-kare (χ²) değerine sahip olan modeldir (Kutlu ve ark., 2015). Burada ANO; ayrılabilir nem oranı, k, n, a, b ve c modelden gelen katsayılar olarak ifade edilmektedir.

$$RMSE = \left[\sum_{i=1}^N (ANO_{tahmini,i} - ANO_{deneysel,i})^2 \right]^{1/2} \quad (7)$$

$$\chi^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (ANO_{deneysel,i} - ANO_{tahmini,i})^2}{N - n} \quad (8)$$

Eşitliklerde ANO_{deneysel,i} deneysel ayrılabilir nem oranı, ANO_{tahmini,i} tahmini ayrılabilir nem oranı, N gözlem sayısını, n ise modeldeki sabitlerin sayısını ifade etmektedir (Avhad ve Marchetti, 2016).

Çizelge 2. Kurutmanın matematiksel modellenmesinde kullanılan ince tabaka modelleri

Model	Denklem	Kaynakça
Newton	ANO = exp(-kt)	(Bengtsson ve ark., 1998)
Page	ANO = exp(-kt ⁿ)	(Sarsavadia ve ark., 1999)
Modifiye Page	ANO = exp[-(kt) ⁿ]	(Yaldiz ve Ertekin, 2001)
Henderson ve Pabis	ANO = aexp(-kt)	(Doymaz, 2007)
Logaritmik	ANO = aexp(-kt) + c	(Doymaz, 2011)

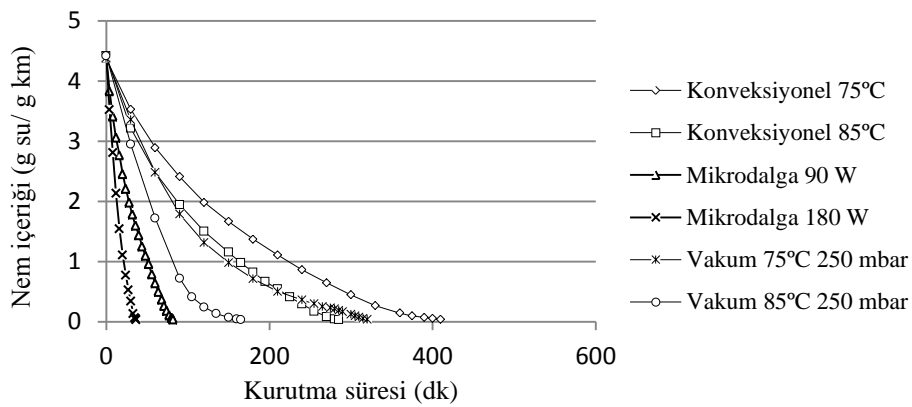
İstatistiksel Analiz

Örnekler ve cips hamurunun içerdiği toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan kapasitenin belirlenmesinde tesadüf parselleri deneme deseni uygulanmıştır. Analiz sonuçları JMP programı (JMP Ver. 7.0) kullanılarak hesaplanmış, sonuçlar ortalama değerler ile standart sapmaları birlikte olacak şekilde verilmiştir. İstatistiksel olarak $p < 0.05$ değeri anlamlı olarak ifade edilmiştir. İstatistiksel olarak önemli fark bulunan değerlere Tukey testi uygulanarak gruplandırılma yapılmıştır.

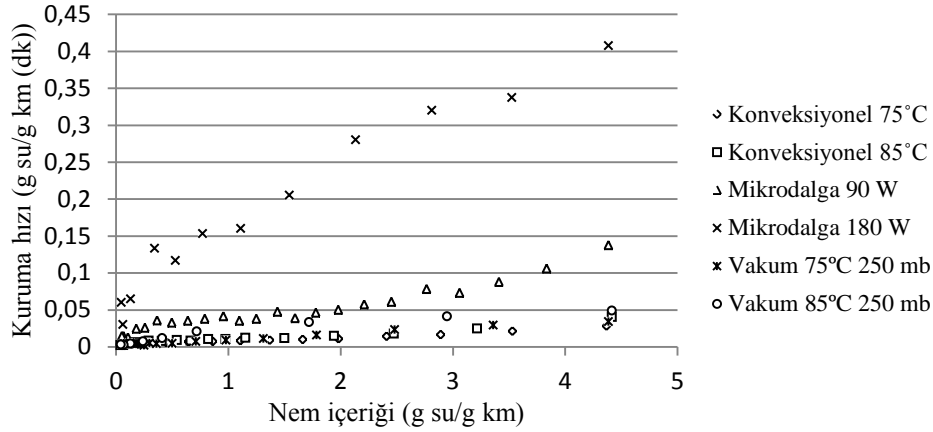
Bulgular ve Tartışma

Kurutma Grafikleri

Farklı üretim proseslerinden elde edilen kurutma grafikleri Şekil 1’de görülmektedir. Ürünün kurutmada önceki nem içeriği 4.38 g su/ g k.m. aralığında bulunurken ürünler, son nem değeri 0.034 g su/g k.m. değerlerine kadar kurutulmuştur. En kısa kurutma süresi 180 W gücün uygulandığı mikrodalga kurutucuya sağlanmış (36.5 dakika), en uzun kurutma ise 75°C’ de konveksiyonel kurutmaya cips üretiminde (410 dakika) gözlemlenmiştir. Buna göre konvektif ve vakum kurutucu kullanılarak üretilen ürünlerde sıcaklık artışıyla, mikrodalgayla kurutulmuş ürünlerde güç seviyesi arttıkça kurutma süresinin kısaldığı belirlenmiştir. Benzer sonuçlar havuç cipsinde (Turgay ve Çınar, 2009), kabak cipsinde (Zhang ve ark., 2011) ve elma cipsinde de (Filiz, 2015) sunulmuştur. Nem içeriklerinin zamana bölünmesiyle hesaplanan kuruma hızının grafiği ise Şekil 2’de verilmiştir. Şekil incelendiğinde grafikte sabit kuruma bölgesi görülmezken azalan kuruma bölgesinin bulunduğu görülmektedir. Bununla birlikte kuruma hızının sıcaklık ve mikrodalga gücü azaldıkça düştüğü görülmüştür. Bu durum kurutma havası ve kurutulacak ürün arasındaki sıcaklık farkının artmasının ısı transfer katsayısını arttırmasına bağlanmaktadır (Demiray ve Tulek, 2014). Benzer sonuçlar elma cipsinde (Filiz, 2015), cassava cipsinde (Tunde-Akintunde ve Afon, 2010) ve kabak cipslerinde (Zhang ve ark., 2011) de kaydedilmiştir. Buna göre ürünlerin kuruma davranışları literatüre uygun bulunmuştur. Şekil 1 incelendiğinde zeytinli cipslerdeki ağırlık kaybının sağlanmasında en etkili yolun mikrodalga kurutma yöntemi olduğu görülmüştür.



Şekil 1: Farklı sıcaklıklarda ve farklı üretim yöntemleriyle kurutulmuş zeytinli cips örneklerinin zamana bağlı ağırlık değişimleri



Şekil 2: Farklı yöntemlerle üretilen yeşil zeytin katkılı cipslerde kuruma hızının ürün nemine bağlı değişimi

Zeytin katkılı cipslerin farklı yöntemlerle kurutulması sırasında hesaplanan etkin difüzyon katsayısı değerleri 4.01×10^{-10} - 4.69×10^{-9} aralığında bulunmuştur (Çizelge 3).

Madamba ve ark. (1996)'na göre kurutulmuş ürünlerdeki etkin difüzyon katsayısı 10^{-9} - 10^{-11} m²/s değerleri arasında değişmektedir. Benzer olarak etkin difüzyon katsayısı elma cipsinde 1.94 - 3.42×10^{-10} (Filiz, 2015) arasında bulunmuştur. Buna göre hesaplanan katsayılar literatürle örtüşmektedir. Sonuçlar incelendiğinde etkin difüzyon katsayısı değerinin sıcaklık artışıyla yükseldiği görülmektedir. Bu artışın moleküler hareketliliğin artmasıyla ilgili olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 3. Farklı yöntemlerle kurutulmuş zeytin katkılı cips örneklerinin etkin nem difüzyon katsayıları

Kurutma Yöntemleri	D _{eff}
Vakum (75°C, 250 mbar)	4.71×10^{-10}
Vakum (85°C, 250 mbar)	1.20×10^{-9}
Mikrodalga (90 W)	1.83×10^{-9}
Mikrodalga (180 W)	4.69×10^{-9}
Konveksiyonel (75 °C)	4.01×10^{-10}
Konveksiyonel (85 °C)	4.93×10^{-10}

Çizelge 2'de verilen 5 farklı ince tabaka modellerine ilişkin regresyon katsayısı (R^2), ki-kare (χ^2) ve tahminin standart hatası ($RMSE$) değerleri Çizelge 4'te verilmiştir.

Çizelge 4. Farklı sıcaklık ve kurutma metodlarıyla üretilen zeytinli cipslere uygulanan ince tabaka modellerinin istatistiksel analiz sonuçları

Üretim Yöntemi	Sıcaklık (°C)	Model	R ²	RMSE	χ ²
Vakum (250 mbar)	75°C	Newton k=0.0094	0.9327	0.005861	0.000723
		Page k=0.0030 n=1.1832	0.9859	0.016383	0.005965
		Modifiye Page k= 0.0074 n=1.1832	0.9859	0.016383	0.005965
		Henderson ve Pabis a=1.6308 k= 0.011	0.9419	0.042585	0.040300
		Logaritmik a= 1.8602 k= 0.0123 c=0.0087	0.9848	0.057049	0.076578
Vakum (250 mbar)	85°C	Newton k= 0.0094	0.9405	0.068094	0.051521
		Page k= 0.0030 n=01.1832	0.9958	0.095552	0.144128
		Modifiye Page k= 0.0074 n= 1.1832	0.9958	0.095552	0.144128
		Henderson ve Pabis a=1.6308 k=0.011	0.9639	0.131188	0.215128
		Logaritmik a= 1.8602 k= 0.0123 c= 0.006	0.9691	0.147995	0.312892
Konveksiyonel	75°C	Newton k=0.0094	0.9058	0.019318	0.006741
		Page k=0.0030 n= 1.1832	0.9681	0.008673	0.001449
		Modifiye Page k= 0.0074 n=1.1832	0.9681	0.008673	0.001449
		Henderson ve Pabis a=1.6308 k= 0.011	0.9319	0.045579	0.040026
		Logaritmik a=1.8602 k=0.0123 c=0.0088	0.8824	0.061619	0.078380
Konveksiyonel	85°C	Newton k= 0.0094	0.8310	0.008434	0.001214
		Page k=0.0030 n=1.1832	0.9365	0.020210	0.007468
		Modifiye Page k=0.0074 n= 1.1832	0.9365	0.020210	0.007468
		Henderson ve Pabis a=1.6308 k=0.011	0.8643	0.053852	0.053029
		Logaritmik a=1.8602 k=0.0123 c= 0.007	0.8785	0.068780	0.093159
Mikrodalga	90 W	Newton k= 0.0094	0.9312	0.063739	0.101742
		Page k=0.0030 n= 1.1832	0.9798	0.081033	0.171920
		Modifiye Page k=0.0074 n= 1.1832	0.9798	0.081033	0.171920
		Henderson ve Pabis a=1.6308 k= 0.011	0.9436	0.132659	0.460758
		Logaritmik a=1.8602 k=0.0123 c=0.0088	0.9763	0.173696	0.827526
Mikrodalga	180 W	Newton k= 0.0094	0.8555	0.156086	0.343109
		Page k=0.0030 n= 1.1832	0.9679	0.177111	0.481932
		Modifiye Page k=0.0074 n= 1.1832	0.9679	0.177111	0.481932
		Henderson ve Pabis a=1.6308 k=0.011	0.8936	0.277996	1.187332
		Logaritmik a=1.8602 k=0.0123 c=0.0069	0.9248	0.176511	1.693028

En uygun model, diğer modellere göre R² değeri 1'e en yakın olan ve en düşük RMSE ve ki-kare (χ²) değerlerini gösteren model olarak belirlenmiştir. Buna göre zeytin katkılı cipslerin 250 mbar basınçta vakum altında kurutulması (75 ve 85°C), konvektif yolla kurutulması (75 ve 85°C) ve mikrodalga fırında kurutulması (90 W ve 180 W) sonucunda cipslerin kuruma davranışının Page ve Modifiye Page modeline uyduğu bulunmuştur. Modellerin R² değerleri 0.8310-0.9958 aralığında değişmiştir. Benzer şekilde cassava cipslerinin 60-70 ve 80°C sıcaklıktaki tünel tipi kurutucularla kurutulmasında Logaritmik model (Ajala ve ark., 2012) ve cassava cipslerinin 60°C' de konvektif yolla kurutulduğu başka bir çalışmada Page modeli ürünlerin kuruma

davranışını açıklayan en uygun model olarak ifade edilmiştir (Tunde-Akintunde ve Afon, 2010). Patatesin konu olduğu başka bir çalışmada, Falade ve Solademi (2010) tatlı patates dilimlerinin matematiksel modellenmesinde Page ve Modifiye Page modellerinin deneysel verilere en yakın sonuçları verdiğini saptamışlardır. Cipslerin kuruma davranışları Logaritmik modele göre incelendiğinde model katsayılarından c sabiti, diğer sabitlere göre oransal olarak düşük bulunmuştur. Literatürde bamyaya ve elmada (Tüfekçi, 2014), mango dilimlerinde (Alibaş, 2015), elma (Filiz, 2015) ve cassava cipslerinde (Ajala ve ark., 2012; Argo ve ark., 2018) benzer oranların görüldüğü değerler bildirilmiştir. Bu sonucun ürün yapısına bağlı olarak kuruma davranışlarında gözlemlenen farklılıkla birlikte, her model katsayısının modele özgü olmasının bir neticesi olduğu düşünülmüştür.

Örneklerin Bileşimi

Cips hamurunun toplam asitlik değeri sitrik asit cinsinden 1.18 ± 0.08 g/100 g k.m. olarak bulunmuşken, konveksiyonel kurutmaya üretilmiş cipslerde 5.40 ± 0.3 g/100 g k.m., mikrodalga kurutmaya üretilen cipslerde 5.18 ± 0.46 g/100 g k.m. ve vakum kurutmaya üretilen örneklerde 5.58 ± 0.27 g/100 g k.m. olarak bulunmuştur. Sonuçlar incelendiğinde örnekler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark belirlenmemiştir ($p > 0.05$). Literatürde asitlik değerleri elma cipsinde $0.98-1.48$ g/100 g (Filiz, 2015), ejder meyvesi cipsinde $1.02 \pm 0.05-1.04 \pm 0.06$ g/100 g (Yi ve ark., 2016) ve kurutulmasında farklı osmotik solüsyonların kullanıldığı elma cipslerinde $2.7-7.6$ g/100 g (Kowalska ve ark., 2018) olarak saptanmıştır. Benzer olarak zeytinin konvektif yolla kurutulduğu bir çalışmada zeytinin toplam asitlik değerinin 1.28 'den 5.90 g/100 g k.m. düzeyine arttığı bildirilmiştir (Öngen ve ark., 2005). Cips ürünlerinde toplam asitlik sonuçlarının literatür değerlerinden yüksek bulunmasının sebebinin üretimde kullanılan limon suyundan kaynaklandığı düşünülmüştür.

Cips hamurunun tuz miktarı 1.42 ± 0.00 g/100 g k.m. olarak bulunmuşken, mikrodalga ve konveksiyonel kurutucuda üretilen cipslerin tuz miktarı sırasıyla 3.34 ± 0.22 g/100 g k.m. ve 3.16 ± 0.47 g/100 g k.m.; vakum altında kurutulan örneklerin ise 3.5 ± 0.00 g/100 g k.m. olarak belirlenmiştir. Sonuçlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p > 0.05$). Cips üretiminde kullanılan salamura yeşil zeytinin tuz oranı ise 2.20 g/100 g k.m. olarak belirlenmiştir. Literatür incelendiğinde yakın sonuçlar elde edildiği görülmüştür. Balıklı mısır cipslerinin incelendiği bir çalışmada ürünlerdeki tuz miktarının $1.5 \pm 0.31-2.7 \pm 0.23$ g/100 g aralığında değiştiği bildirilmiştir (Shaviklo ve ark., 2011). Albuquerque ve ark. (2012)'nin patates cipslerini inceledikleri çalışma sonuçlarına göre cipslerin tuz oranının $0.13-2.77$ g/100 g aralığında değiştiği saptanmıştır. Romanya'da satılan cipslerin tuz içeriği üzerine yapılan bir çalışmada tuz miktarının %1.2 ile %4.84 aralığında değiştiği bildirilmiştir (Zugravu ve ark., 2012). Ayrıca Öngen ve ark. (2005)'nin çalışmasında zeytinler 70°C ' de konveksiyonel yöntemle kurutulduğunda tuz miktarının 0.50 ± 0.90 'den %2.10'a yükseldiği görülmüştür. Ürünlerin tuz miktarının artma sebebinin, aynı zamanda ürünlerdeki toplam asitliğin artmasına da sebep olan kuru madde artışından kaynaklandığı düşünülmüştür. Türk Standartları Enstitüsü'ne göre cipslerde tuz miktarı kütleye en fazla %2 olmalıdır (Anonim, 2011). Bu sebeple cips üretiminde tuz miktarının azaltılmasına yönelik çalışmaların yürütülmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır.

Cips hamurunda kül içeriği 5.17 ± 0.55 g/100 g k.m. olarak bulunmuşken konvektif kurutucu kullanılarak üretilen cipslerde kül miktarı 7.71 ± 0.02 g/100 g k.m., mikrodalga yöntemiyle kurutulan cipslerde 7.37 ± 0.02 g/100 g k.m. ve vakumlu kurutucu kullanılarak üretilen cipslerde 6.76 ± 0.04 g/100 g k.m. olarak belirlenmiştir. Dehidrasyonun etkisiyle ürünlerin kül miktarı sırasıyla %49.13, %42.55 ve %30.75 oranında artmıştır. Literatürde incelendiğinde kül içeriğinin manyok cipsinde 1.53 ± 0.46 - 2.06 ± 0.07 g/100 g k.m. (Oghenechavwuko ve ark., 2013), muz cipsinde 3.25 ± 0.00 - 10.50 ± 0.50 g/100 g k.m. aralığında değiştiği (Elkhalifa ve ark., 2014) ve zenginleştirilmiş gluten cipsindeki kül miktarının 3.384 ± 0.00 g/100 g k.m. olarak bulunduğu görülmüştür (Ertop ve ark., 2016). Bu farklılıkların kullanılan hammadde çeşidinden kaynaklandığı düşünülmüştür.

Üç farklı yöntemle üretilen zeytinli cips örneklerinde bulunan toplam fenolik madde miktarları ve antioksidan kapasite analiz sonuçları Çizelge 5 ve 6'da verilmiştir. Çizelge 5'te verilen örneklerle birlikte hamurun içerdiği toplam fenolik madde miktarı 154.03 ± 0.98 mg GAE/100 g olarak bulunmuştur. Sonuçlar incelendiğinde en yüksek toplam fenolik madde miktarları 85°C ' de vakum kurutma yöntemiyle ve 90 W güç uygulanan mikrodalga kurutma yöntemiyle üretilen cipslerde sırasıyla 148.04 ± 0.53 mg GAE/100 g k.m. ve 142.87 ± 3.46 mg GAE/100 g k.m. olarak belirlenmiştir. Buna göre fenolik madde miktarında %3.88 ile %7.24 oranında azalma meydana geldiği görülmüştür. Analiz sonunda en düşük değer ise 92.01 ± 1.21 mg GAE/100 g k.m. ile 75°C sıcaklıkta üretimi gerçekleştirilen konveksiyonel yöntemle kurutulan ürünlerde belirlenmiştir. Konveksiyonel kurutma ile üretilen örneklerdeki fenolik madde miktarındaki azalma ise %40.26 olarak bulunmuştur. Araştırmalar incelendiğinde toplam fenolik madde miktarının pancar cipsinde 75 ± 0.06 mg GAE/100 g (Vasconcellos ve ark., 2016), tortilla cipslerinde 120.23 - 200.01 mg GAE/100 g (Kaur ve Aggarwal, 2017), ginseng bitkisinden üretilen cipslerde ise 70 ± 0.01 - 640 mg GAE/100 g (Chen ve ark., 2014) olarak bulunduğu görülmüştür. Benzer olarak Çatalkaya ve ark., (2016) farklı cips örneklerinde en yüksek toplam fenolik madde miktarını mor lahanaya içeren cipslerde 6.13 mg GAE/100 g olarak saptamıştır. Nazzaro ve ark. (2014)'nin yaptıkları başka bir çalışmada ise lahanadan üretilen cipslerde toplam fenolik madde miktarının 52 - 337 mg GAE/100 g aralığında değiştiği bildirilmiştir. Buna göre tüm üretim yöntemlerinde toplam fenolik madde miktarının azaldığı görülmüştür. Sonuçlar literatürle karşılaştırıldığında üretilen cips örneklerinin yüksek miktarda fenolik madde içerdiği görülmektedir. Fenolik maddelerin en iyi korunduğu yöntemlerin 85°C ' de uygulanan vakum kurutma ve 90 W güç uygulanan mikrodalga kurutma yöntemi olduğu görülürken, en düşük fenolik madde miktarı 75°C ' de uygulanan konveksiyonel kurutma ile üretilen ürünlerde saptanmıştır.

Çizelge 5. Yeşil zeytin katkılı cipslerin toplam fenolik madde içeriği

Örnekler	Toplam Fenolik Madde (mg GAE/100 g k.m.)
Vakum 250 mbar 75°C	125.12 ± 0.43^c
Vakum 250 mbar 85°C	148.05 ± 0.53^a
Mikrodalga 90 W	142.87 ± 0.75^{ab}
Mikrodalga 180 W	128.39 ± 0.24^{bc}
Konveksiyonel 75°C	92.01 ± 1.21^d
Konveksiyonel 85°C	130.77 ± 0.49^{bc}

a-d: Aynı sütundaki birbirinden farklı harfler, veriler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark ($p < 0.05$) olduğunu göstermektedir.

Antioksidan kapasitenin 3 farklı yöntemle ölçüldüğü analizlerin sonucunda hamurun antioksidan aktivitesi DPPH yöntemine göre $29.05 \pm 0.42 \mu\text{mol TE/g k.m.}$; FRAP yöntemine göre $3.09 \pm 0.03 \mu\text{mol TE/g k.m.}$ ve CUPRAC yöntemine göre ise $1.08 \pm 0.33 \mu\text{mol TE/g k.m.}$ olarak bulunmuştur. Çizelge 5 incelendiğinde cipslerin antioksidan kapasitelerinin CUPRAC yöntemine göre 6.48 ± 0.39 - $17.12 \pm 3.05 \mu\text{mol TE/g k.m.}$, FRAP yöntemine göre 8.36 ± 0.16 - $20.44 \pm 0.18 \mu\text{mol TE/g k.m.}$ ve DPPH yöntemine göre 5.55 ± 0.02 - $6.43 \pm 0.05 \mu\text{mol TE/g k.m.}$ olarak bulunduğu görülmektedir. CUPRAC yöntemi kullanılarak ölçülen antioksidan aktivite değerleri arasında 85°C ' de vakum altında kurutulan örnekler ile 90 ve 180 W güç uygulanan mikrodalga yöntemi ve 85°C ' de konveksiyonel yöntemle kurutulan örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığı görülmüştür ($p > 0.05$) (Çizelge 6). FRAP yöntemi kullanılarak antioksidan kapasite incelendiğinde en yüksek antioksidan aktivite 85°C ' de uygulanan vakum kurutma yönteminde elde edilmiştir. DPPH yönteminde ise en yüksek antioksidan aktivitenin 85°C ' de uygulanan vakum kurutma ve 90 W'lık mikrodalga uygulaması olduğu saptanmıştır. Literatür verileri incelendiğinde farklı patates türlerinden üretilen cipslerin antioksidan aktivitesinin DPPH ve FRAP yöntemleriyle ölçüldüğü bir çalışmada sonuçların 1.8 - $9.6 \mu\text{mol TE g}^{-1}$ ile 3.2 - $16.7 \mu\text{mol TE g}^{-1}$ (Mazurek ve ark., 2017) ve patates cipsinde DPPH ve FRAP yöntemleri kullanılarak antioksidan aktivite ölçümünün yapıldığı başka bir çalışmada ise sonuçların sırasıyla 0.16 - $0.68 \mu\text{mol TE/g}$ ve 0.26 - $1.63 \mu\text{mol TE/g}$ (Nems ve ark., 2015) aralığında değiştiği bildirilmiştir. Lahanadan üretilen cipslerde DPPH yöntemi kullanılarak ölçülen antioksidan aktivite sonuçları ise 0.72 - 2.17 mg/g olarak bildirilmiştir (Nazzaro ve ark., 2014). Benzer şekilde CUPRAC yöntemi kullanılarak aktivitenin ölçüldüğü çalışmalar incelendiğinde glutensiz cipslerde antioksidan aktivite 4.66 - $17.19 \mu\text{mol TE/g}$ (Yalçın, 2017), sorgum, arpa ve horse gram (Hindistan'da yetiştirilen bir çeşit baklagil) ilaveli cipslerde ise 5.49 - $8.11 \mu\text{mol TE/g}$ (Rudra ve ark., 2015) olarak bulunmuştur. Buna göre elde edilen antioksidan aktivite sonuçlarının literatürle uyumlu olduğu görülmüştür.

Çizelge 6. Yeşil zeytin katkılı cipslerin antioksidan aktivite değerleri

Örnekler	CUPRAC $\mu\text{mol Trolox/g k.m.}$ (kuru madde)	FRAP $\mu\text{mol Trolox/g k.m.}$ (kuru madde)	DPPH $\mu\text{mol Trolox/g k.m.}$ (kuru madde)
Vakum 250 mbar 75°C	8.98 ± 0.94^b	10.47 ± 0.23^c	5.71 ± 0.1^c
Vakum 250 mbar 85°C	17.12 ± 3.05^a	20.44 ± 0.18^a	6.30 ± 0.03^a
Mikrodalga 90 W	15.31 ± 0.64^a	16.57 ± 0.5^b	6.43 ± 0.05^a
Mikrodalga 180 W	15.08 ± 0.43^a	15.13 ± 0.17^c	5.85 ± 0.01^{bc}
Konveksiyonel 75°C	6.48 ± 0.39^b	8.36 ± 0.16^f	5.55 ± 0.02^d
Konveksiyonel 85°C	13.25 ± 1.25^a	13.54 ± 0.5^d	5.94 ± 0.03^b

a-f: Aynı sütündeki birbirinden farklı harfler, veriler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark ($p < 0.05$) olduğunu göstermektedir.

Örnekler ve hamurun antioksidan analizi sonuçları incelendiğinde CUPRAC ve FRAP yöntemlerine göre örneklerin tümünde antioksidan aktivitenin arttığı görülmektedir. Kita ve ark., (2015) kızartılmış patates cipslerinde proses sonrası antioksidan aktivitede görülen artışın Maillard reaksiyonu sonucu oluşan melanoidin pigmentinin antioksidan aktivite göstermesinden kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir. Benzer olarak Nems ve ark., (2015) patates cipslerine uygulanan termal proses sonucunda antioksidan aktivitenin arttığını bildirmiş, bu

etkinin melanoidinden kaynaklanabileceğini öne sürmüşlerdir. Bununla birlikte yüksek sıcaklığın fenolik maddelerin yapısını bozması ve farklı ürünlerin meydana gelmesiyle DPPH yöntemiyle ölçülen antioksidan aktivitenin düşmesine sebep olduğu tahmin edilmektedir. Toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite analiz sonuçları incelendiğinde ürünün besin değerinin en iyi korunduğu üretim yönteminin 85 °C’ de uygulanan vakum kurutma ve 180 W güçle uygulanan mikrodalga kurutma olduğu görülmüştür.

Renk Analizi Sonuçları

Zeytin katkılı cipslerde L değeri 43.63 ± 0.63 - 51.02 ± 0.79 , a değeri 8.59 ± 2.15 - 11.03 ± 0.32 , b değeri 22.25 ± 0.49 - 28.60 ± 0.86 , kroma değeri 23.87 ± 1.23 - 30.66 ± 0.91 ve hue açısı değeri 68.92 ± 0.03 - 69.02 ± 1.07 aralığında değişmiştir. Hamurun L, a, b, kroma ve hue açısı değerleri ise sırasıyla 63.18 ± 0.05 , 4.3 ± 0.00 , 28.60 ± 0.02 , 28.92 ± 0.02 ve 81.54 ± 0.00 olarak bulunmuştur. Buna göre tüm kurutma yöntemlerinde L değerleri hamura göre daha düşük bulunmuştur. Bununla birlikte tüm ürünlerin a (kırmızılık) ve b (sarılık) değerlerinde düşme gözlenirken bir tek mikrodalga kullanılarak üretilen ürünlerde b değeri sabit kalmış, en yüksek a ve b değerleri ise mikrodalga ve vakum prosesinde elde edilen ürünlerde görülmüştür. Sonuç olarak ürünlerin renginde kurutmanın etkisiyle koyulaşma gözlenmiş, hamura en yakın renk değerleri ise mikrodalga ve vakum kurutma prosesiyle üretilen cipslerde elde edilmiştir. Bu durumun mikrodalga ve vakum kurutma (85°C) yöntemleriyle cips üretiminde prosesin daha kısa sürede gerçekleştirilmesine bağlı olabileceği düşünülmüştür.

Yeşil zeytin katkılı cips ürünlerinde meydana gelen toplam renk değişimleri Eşitlik 3 kullanılarak hesaplanmıştır. Buna göre renk değişimleri vakum kurutma yöntemiyle üretilen ürünlerde 2.32, konveksiyonel kurutucuya üretilen örneklerde 4.04 ve mikrodalgayla üretilen ürünlerde 3.21 olarak hesaplanmıştır. En fazla renk değişimi konveksiyonel kurutma ile üretilen örneklerde tespit edilmiş, en az değişim ise vakum altında kurutulan örneklerde meydana gelmiştir. Bu durumun istenilen nem seviyesine ulaşıncaya kadar meydana gelen ağırlık kaybı sırasında gözlenen enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Farklı kurutma yöntemlerine göre üretimi yapılan cips örnekleri panelistlere tattırılmış ve ürünün renk, koku, lezzet, gevreklik ve genel beğeni bakımından değerlendirilmesi istenmiştir. Buna göre en beğenilen örnek grubu vakum altında kurutulan örnekler olmuştur. Konveksiyonel kurutucu kullanılarak üretilen örnekler koku ve gevreklik bakımından beğenilmekle beraber, renk ve lezzet bakımından beğenilmemiştir. Genel beğeni açısından değerlendirildiğinde en az beğenilen örneklerin mikrodalga yöntemiyle kurutulan örnekler olduğu görülmüştür.

Sonuç

Günümüzde değişen yaşam koşullarının etkisiyle hazır gıdaların tüketimi hızla artmaktadır. Paketli gıdalar içerisinde yüksek tüketim oranına sahip ürünlerden biri de atıştırmalık gıdalar kapsamına giren ciptir. Cipslerin yüksek karbonhidrat ve yağ içeriği sebebiyle besin değeri düşük gıdalar arasında gösterilmeleri araştırmacıların

dikkatini çekmektedir. Bu sebeple besleyici değeri yüksek ve sağlıklı bir ürün geliştirmek amacıyla, kızartma prosesine alternatif yöntemlerle üretilen meyve ve sebze cipsleri üzerinde çeşitli araştırmalar yürütülmektedir.

Bu çalışmada yeşil zeytinin yüksek fenolik madde içeriği ve antioksidan kapasitesinden yararlanılarak daha sağlıklı ve besleyici bir cips üretmek amaçlanmıştır. Ayrıca kızartma prosesi yerine üç farklı yöntem ve 2 farklı sıcaklık uygulamasıyla kurutulan cipslerin fizikokimyasal özellikleri karşılaştırılmıştır. Cips örneklerinin kuruma davranışları incelenmiş ve kurutmanın matematiksel modeli oluşturulmuştur. Kurutma süresi uygulanan sıcaklığın ve mikrodalga gücünün artmasıyla kısalmış, 180 W gücün uygulandığı mikrodalga kurutma yöntemi en hızlı üretim yöntemi olarak belirlenmiştir. 75°C sıcaklığın uygulandığı konveksiyonel kurutma ise en uzun süren uygulama olmuştur. Ayrıca yeşil zeytin katkılı cipslerin 250 mbar vakum altında (75 ve 85°C), konveksiyonel (75 ve 85°C) ve mikrodalga (90 ve 180 W) kurutulmasıyla kuruma davranışlarının Page ve Modifiye Page modeline uyduğu görülmüştür. Örnekler arasında en yüksek toplam fenolik madde miktarları 85°C' de vakum kurutma yöntemi ve 90 W gücün uygulandığı mikrodalga kurutma yöntemiyle üretilen cipslerde sırasıyla belirlenmiştir. Renk analizi sonuçları incelendiğinde rengin en iyi korunduğu üretim yöntemlerinin mikrodalga ve vakum uygulamaları olduğu saptanmıştır. Duyusal değerlendirme sonucunda ise en beğenilen örnekler vakum kurutma yöntemiyle üretilen cipsler olmuştur.

Kaynakça

- Ajala, A.S., Aboiye, A.O, Popoola, J.O. and Adeyanju, J.A. 2012. Drying characteristics and mathematical modelling of cassava chips. *Chemical and Process Engineering Research*, 4: 1-9.
- Albuquerque, T.G., Sanches-Silva, A., Santos, L. and Costa, H.S. 2012. An update on potato crisps contents of moisture, fat, salt and fatty acids (including trans-fatty acids) with special emphasis on new oils/fats used for frying. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 63(6): 713–717.
- Alibaş, İ. 2015. İnce tabaka mango dilimlerinin mikrodalga tekniği ile kurutulması. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 30: 99-109.
- Allison, A. and Fouladkhah, A. 2018. Adoptable interventions, human health, and food safety considerations for reducing sodium content of processed food products. *Foods*, 7(2): 16, DOI: 10.3390/foods7020016.
- Anonim. 2011. Patates Cipsi. Türk Standartları Enst. Standart No: TS-3628, Ankara. <https://intweb.tse.org.tr/Standard/Standard/Standard.aspx?081118051115108051104119110104055047105102120088111043113104073081052066119110081103048067102087> (Erişim Tarihi: 15.05. 2018).
- Apak, R., Güçlü, K., Özyürek, M. and Karademir, S.E. 2004. Novel total antioxidant capacity index for dietary polyphenols and vitamins C and E, using their cupric ion reducing capability in the presence of neocuproine: CUPRAC method. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(26): 7970–7981.

- Argo, B.D., Sandra, S. and Ubaidillah, U. 2018. Mathematical modeling on the thin layer drying kinetics of cassava chips in a multipurpose convective-type tray dryer heated by a gas burner. *Journal of Mechanical Science and Technology*, 32(7): 3427-3435.
- Arslan, A.K.K., Öztürk, E., Yerer, M.B. ve Koşar, M. 2017. Zeytin yaprağındaki oleuropein ve farmakolojik etkileri. *Sağlık Bilimleri Dergisi*, 26(1): 89-93.
- Association Official Analytical Chemists (AOAC), 1975. *Official Methods of Analysis Association of Official Agricultural Chemists* (12th Ed.). Association Official Analytical Chemists (AOAC), Washington, DC. 1094.
- Association Official Analytical Chemists (AOAC), 1985. *Official Methods of Analysis Association of Official Agricultural Chemists* (14th Ed.). Association Official Analytical Chemists (AOAC), Washington, DC. 1038.
- Avhad, M.R. and Marchetti, J.M. 2016. Mathematical modelling of drying kinetics of Hass avocado seeds. *Industrial Crops and Products*, 91: 76-87.
- Bacanlı, M. 2014. Bitkisel Kaynaklı Fenolik Yapıdaki Bileşiklerin Olası Sitotoksik ve Genotoksik Etkilerinin Değerlendirilmesi. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Farmasötik Toksikoloji Bölümü.
- Baltacıoğlu, C. and Esin, A. 2013. Crisp production from Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) and investigation of quality parameters. *Akademik Gıda*, 11(2): 14-20.
- Bengtsson, G.B, Rahman, M.S., Stanley R. and Perera, C.O. 1998. Effect of specific pre-treatment on the drying behaviour of apple rings. The New Zealand Institute of Food Science and Technology and The Nutrition Society of New Zealand Conference, 1-3 July, Nelson, New Zealand, s: 10.
- Boydak, E. ve Kayantaş, B. 2017. Bazı patates (*Solanum Tuberosum* L.) çeşitlerinin verim ve verime etkili parametrelerin belirlenmesi üzerine bir araştırma. *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, 6(2): 79-82.
- Chen, J., Chai, W. and Xu, B. 2014. Food properties of ready-to-eat flavored ginseng chips as affected by food formulation and food processing. *International Journal of Sciences*, 3(10): 16-28.
- Çatalkaya, G., Ceylan, F. D., Yüce, H. ve Özçelik, B. 2016. Mor lahanaya, havuç ve brokoli içeren fonksiyonel sebze cipsi üretimi ve antioksidan özelliklerinin araştırılması. Gıda, Metabolizma ve Sağlık: Biyoaktif Bileşenler ve Doğal Katkılar Kongresi, 28 Kasım 2016, İstanbul, Türkiye, s: 134.
- Çöteli, E. ve Karataş, F. 2017. Ateş dikeninin (*Pyracantha coccinea* Roemer var. lalandi) kırmızı meyvelerindeki A, E, C vitamini, β -karoten, likopen, glutatyon ve malondialdehit miktarlarının araştırılması. *Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 29(1): 41-46.
- Demiray, E. and Tulek, Y. 2014. Drying characteristics of garlic (*Allium sativum* L) slices in a convective hot air dryer. *Heat and Mass Transfer*, 50(6): 779-786.
- Dinç, S., Kara, M. ve Arslanoğlu, Ş.F. 2014. Patates ve sağlık. *Türkiye Tohumcular Birliği Dergisi*, 10: 45-46.
- Doymaz, İ. 2007. The kinetics of forced convective air-drying of pumpkin slices. *Journal of Food Engineering*, 79(1): 243-248.
- Doymaz, İ. 2011. Drying of eggplant slices in thin layers at different air temperatures. *Journal of Food Process Preservation*, 35(2): 280-289.

- Durucasu, İ. 2004. Domat türü yeşil zeytinin tatlandırılması üzerine bir araştırma. *GIDA*, 29(3): 211-216.
- Elkhalifa, A.E.O., Hassan, A.M. and Zei, M.E.A. 2014. Analytical quality and acceptability of baked and fried banana chips. *Journal of Human Nutrition and Food Science*, 2(6): 1052.
- Ertop, M.H., Kutluk, K., Coşkun, K. ve Canlı, S. 2016. Gıda endüstrisi yan ürünleri kullanımıyla cips üretimine yeni bir yaklaşım: zenginleştirilmiş gluten cipsi. *Akademik Gıda*, 14(4): 398-406.
- Falade, K.O. and Solademi, O.J. 2010. Modelling of air drying of fresh and blanched sweet potato slices. *International Journal of Food Science and Technology*, 45(2): 278-288.
- Filiz, B. E. 2015. Elma Cipsinin Bazı Kalite ve Antioksidan Özelliklerine Kurutma, Ambalajlama ve Depolamanın Etkisi. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü.
- Fouladkhah, A., Berlin, D. and Bruntz, D. 2015. High-sodium processed foods: public health burden and sodium reduction strategies for industry practitioners. *Food Reviews International*, 31(4): 341-354.
- Gao, Y. 2014. Antioxidant Activities and Pphenolic Acids in Different Raw and Boiled Potatoes and Sweet Potatoes. M.A. Thesis, Louisiana State University, Department of Nutrition and Food Science.
- Gergilioğlu, U. 2016. Bazı OECD ülkeleri bağlamında obezite vergilerinin değerlendirilmesi. *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 12(2): 149-166.
- Gönder, M. ve Akbulut, G. 2017. Güncel akdeniz diyeti ve potansiyel sağlık etkileri. *Türkiye Klinikleri Sağlık Bilimleri Dergisi*, 2(2): 110-120.
- Gürbüz, M. ve Ögüt, S. 2018. Zeytin yaprağının potansiyel sağlık yararları. *Türkiye Klinikleri Sağlık Bilimleri Dergisi*, 3(3): 242-253.
- Kaur, S. and Aggarwal, P. 2017. Development of maize-potato tortilla chips: a nutritious and low fat snack food. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 6(4): 153-161.
- Kita, A., Bakowska-Barczak, A., Lisinska, G. and Hamouz, K. 2015. Antioxidant activity and quality of red and purple flesh potato chips. *LWT - Food Science and Technology*, 62(1): 525-531.
- Kloss, L., Meyer, C.D., Graeve, L. and Vetter, W. 2015. Sodium intake and its reduction by food reformulation in the European Union: a review. *NFS Journal*, 1: 9-19.
- Konuşkan, D.B. 2008. Hatay'da Yetiştirilen Halhalı, Sarı Haşebi ve Gemlik Zeytin Çeşitlerinden Çözücü Ekstraksiyonuyla Elde Edilen Yağların Bazı Niteliklerinin Belirlenmesi ve Mekanik Yöntemle Elde Edilen Zeytinyağları ile Karşılaştırılması. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü.
- Kowalska, H., Marzec, A., Kowalska, J., Samborska, K., Tywonek, M. and Lenart, A. 2018. Development of apple chips technology. *Heat Mass Transfer*, 54(12): 3573-3586.
- Kumar, V., Sharma, H.K., Singh, K. and Singh, R.P. 2015. Optimization of process parameters for the production of taro chips using RSM with fuzzy modeling. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 9(3): 400-413.

- Kutlu, E. ve Şen, F. 2011. Farklı hasat zamanlarının Gemlik zeytin (*Olea europea* L.) çeşidinde meyve ve zeytinyağı kalitesine etkileri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 48(2): 85-92.
- Kutlu, N., İşçi, A. ve Demirkol, Ö.Ş. 2015. Gıdalarda ince tabaka kurutma modelleri. *GIDA*, 40(1): 39-46.
- Madamba, P.S., Driscoll, R.H. and Buckle, K.A. 1996. Thin layer drying characteristics of garlic slices. *Journal of Food Engineering*, 29(1): 75-97.
- Makowska, A., Zielinska-Dawidziak, M., Niedzielski, P. and Michalak, M. 2018. Effect of extrusion conditions on iron stability and physical and textural properties of corn snacks enriched with soybean ferritin. *International Journal of Food Science and Technology*, 53(2): 296–303.
- Mazurek, S., Szostak, R., Kita, A., Kucharska, A.Z., Sokol-Letowska, A. and Hamouz, K. 2017. Determination of antioxidant activity and polyphenols content in chips by Raman and IR spectroscopy. *Food Analytical Methods*, 10(12): 3964–3971.
- Mihalcea, L.I., Bleoancă, I.I., Mihai, C.M. and Borda, D.D. 2017. Osmotic pressure influence on the vegetable chips dehydration process. *Scientific Study and Research: Chemistry and Chemical Engineering, Biotechnology, Food Industry*, 18(1): 51-59.
- Nazzaro, F., Cardinale, F., Cozzolino, A., Granese, T. and Fratianni, F. 2014. Polyphenol composition and antioxidant activity of different potentially functional kale-based snacks. *Food and Nutrition Sciences*, 5(12): 1145-1152.
- Nems, A., Peksa, A., Kucharska, A.Z., Sokol-Letowska, A., Kita, A., Drozd, W. and Hamouz, K. 2015. Anthocyanin and antioxidant activity of snacks with coloured potato. *Food Chemistry*, 172: 175–182.
- Ochoa-Martínez, L.A., Castillo-Vázquez, K., Figueroa-Cárdenas, J.D., Morales-Castro, J. and Gallegos-Infante, J.A. 2016. Quality evaluation of tortilla chips made with corn meal dough and cooked bean flour. *Cogent Food and Agriculture*, 2(1), DOI: 10.1080/23311932.2015.1136017.
- Oghenechavwuko, U.E., Saka, G.O., Adekunbi, T.K. and Taiwo, A.C. 2013. Effect of processing on the physicochemical properties and yield of Gari from dried chips. *Journal of Food Process Technology*, 4: 255, DOI: 10.4172/2157-7110.1000255.
- Olivares, C.V.Y. 2010. Characterization of Product Quality Attributes and Thermal Properties of Potato Chips During Vacuum Frying. M.A. Thesis, Texas A&M University, Department of Biological and Agricultural Engineering.
- Öngen, G., Sargin, S., Tetik, D. and Köse, T. 2005. Hot air drying of green table olives. *Food Technology and Biotechnology*, 43(2): 181–187.
- Özçimen, D., Yücel, S. ve Tatlı, A. 2010. Zeytin yaprağının kullanım alanları. Zeytin ve Zeytinyağı Sektöründe Ortak Akıl ve Güç Birliği, s: 154-182.
- Özdemir, P. ve Malayoğlu, H.B. 2017. Patates işleme endüstrisi yan ürünleri ve hayvan beslemede değerlendirilmesi. *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5 (1): 93-97.

- Özer, E.A. 2007. Ekstrüzyon Yöntemi ile Besleyici Değeri Yüksek Çerez Tipi Fonksiyonel Bir Ürün Geliştirme. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü.
- Pedreschi, F., Moyano, P., Santis, N. and Pedreschi, R. 2007. Physical properties of pre-treated potato chips. *Journal of Food Engineering*, 79(4): 1474–1482.
- Rudra, S.G., Jakhar, N., Nishad, J., Saini, N., Sen, S., Bhardhwaj, R., Jaiswal, S., Suneja, P., Singh, S. and Kaur, C. 2015. Extrusion conditions and antioxidant properties of sorghum, barley and horse gram based snack. *Vegetos*, 28(2): 171-182.
- Sarsavadia, P.N., Sawhney, R.L., Pangavhane, D.R. and Sing, S.P. 1999. Drying behaviour of brined onion slices. *Journal of Food Engineering*, 40(3): 219-226.
- Shaviklo, G.R., Thorkelsson, G., Olafsdottir, A., Sveinsdottir, K. and Rafipour, F. 2011. Quality characteristics and consumer acceptance of a high fish protein puffed corn-fish snack. *Journal of Food Science and Technology*, 48(6): 668–676.
- Shyu, S.L., Hau, L.B. and Hwang, L.S. 2005. Effects of processing conditions on the quality of vacuum-fried carrot chips. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85(11): 1903–1908.
- Susamcı, E., Ötleş, S. ve Irmak, Ş. 2011. Sofralık zeytinin besin öğeleri, duyuşal karakterizasyonu ve işleme yöntemleri arasındaki etkileşimler. *Zeytin Bilimi*, 2(2): 65-74.
- Tekin, A. ve Karabacak, H. 1998. Piyasada tüketilen değişik cips ve çerez yağlarının bazı bileşim özellikleri üzerine araştırma. *GIDA*, 23(6): 431-435.
- Tunde-Akintunde, T.Y. and Afon, A.A. 2010. Modeling of hot-air drying of pretreated cassava chips. *Agricultural Engineering Internatioal: CIGR Journal*, 12(2): 34-41.
- Turgay, Ö. ve Çınar, İ. 2009. Küp şekilli organik havuç cipsi üretiminde proses optimizasyonu. *Akademik Gıda*, 7(5): 26-31.
- Tuta, S. and Palazoğlu, T. K. 2017. Effect of baking and frying methods on quality characteristics of potato chips. *GIDA*, 42(1): 43-49.
- Tüfekçi, S. 2014. Ultrases Ön İşleminin Bamyaya ve Elma Örneklerinin Kurutma Performansları Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü.
- Vasconcellos, J., Conte-Junior, C., Silva, D., Pierucci, A.P., Paschoalin, V. and Alvares, T.S. 2016. Comparison of total antioxidant potential, and total phenolic, nitrate, sugar, and organic acid contents in beetroot juice, chips, powder, and cooked beetroot. *Food Science and Biotechnology*, 25(1): 79-84.
- Vázquez-Durán, A., Gallegos-Soto, A., Bernal-Barragán, H., López-Pérez, M. and Méndez-Albores, A. 2014. Physicochemical, nutritional and sensory properties of deep fat-fried fortified tortilla chips with broccoli (*Brassica oleracea* L. convar. *italica* Plenck) flour. *Journal of Food and Nutrition Research*, 53(4): 313-323.
- Wexler, L., Perez, A.M., Cubero-Castillo, E. and Vaillant, F. 2016. Use of response surface methodology to compare vacuum and atmospheric deep-fat frying of papaya chips impregnated with blackberry juice. *Journal of Food*, 14(4): 578–586.

- Yalçın, G. 2017. Trace element content and antioxidant capacity of gluten-free snacks produced for coeliac disease patients. *Marmara Pharmaceutical Journal*, 21(3): 598-602.
- Yaldız, O. and Ertekin, C. 2001. Thin layer solar drying of some vegetables. *Drying Technology*, 19(3-4): 583-597.
- Yen, G. and Chen, H. 1995. Antioxidant activity of various tea extracts in relation to their antimutagenicity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 43(1): 27-32.
- Yi, J., Zhou, L., Bi J., Liu, X., Qin, C. and Wu, X. 2016. Influences of microwave pre-drying and explosion puffing drying induced cell wall polysaccharide modification on physicochemical properties, texture, microstructure and rehydration of pitaya fruit chips. *Food Science and Technology*, 70: 271-279.
- Yiğit, Ş. 2007. Türkiye' de Marketlerdeki Cipslerdeki Trans Yağ Asitlerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Biyoloji Bölümü.
- Yönel, O. ve Özdiş, S. 2014. Çölyak hastalığı. *Güncel Gastroentoloji*, 18(1): 93-100.
- Zhang, F., Zhang, M. and Mujumdar, A.S. 2011. Drying characteristics and quality of restructured wild cabbage chips processed using different drying methods. *Drying Technology*, 29(6): 682-688.
- Zhang, L. and Peterson, D.G. 2018. Identification of a novel umami compound in potatoes and potato chips. *Food Chemistry*, 240: 1219-1226.
- Zugravu, C.A., Parvu, M., Patrascu, D. and Stoian-Pantea, A. 2012. Savory snacks and chips in Romania: are salt load and daily intake arguments for a reformulation effort? *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*, 18(1): 8-12.



Farklı Kolza Genotiplerinin Güney Marmara Ekolojik Koşullarında Bazı Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi

Cansu DOLGUN¹, Bilal ALPASLAN², Emre ŞENYİĞİT³,
Abdurrahim TANJU GÖKSOY⁴, Mehmet SİNCİK^{5*}

Öz: Bu araştırma, farklı kolza genotiplerinin Güney Marmara ekolojik koşullarında bazı verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi amacıyla 2015/2016 ve 2017/2018 yetiştirme dönemlerinde Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi deneme tarlalarında yürütülmüştür. Araştırmada bitki materyali olarak 10 adet ileri generasyon kolza hattı (SC-04, BC-12, QS-18, BS-07, QB-12, CB-16, QC-25, SQ-09, CQ-05 ve SB-28) ile 5 kolza çeşidi (Süzer, Orkan, NK Caravel, DK Excalibur ve Elvis) kullanılmıştır. Tarla denemeleri dört tekerrürlü tesadüf blokları deneme desenine göre yürütülmüştür. İki yıllık ortalama sonuçlara göre; Excalibur (492.9 kg/da), NK Caravel (485.1 kg/da) ve Süzer (464.8 kg/da) çeşitleri ile QC-25 (465.4 kg/da) ve BC-12 (456.0 kg/da) hatları en yüksek tohum verimlerine sahip olmuştur. En yüksek ham yağ oranı ise % 46.3 ile BC-12 hattından elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Brassica napus* L., kalite, verim, verim komponentleri.

¹ Cansu DOLGUN, Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Bursa, Türkiye, cansudolgun10@gmail.com, [OrcID 0000-0002-5469-3418](https://orcid.org/0000-0002-5469-3418)

² Bilal ALPASLAN, Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Bursa, Türkiye, bilalalpaslan45@gmail.com, [OrcID 0000-0001-5760-6941](https://orcid.org/0000-0001-5760-6941)

³ Emre ŞENYİĞİT, Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Bursa, Türkiye, esenyigit@uludag.edu.tr, [OrcID 0000-0001-8641-6995](https://orcid.org/0000-0001-8641-6995)

⁴ Abdurrahim Tanju GÖKSOY, Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Bursa, Türkiye, agoksoy@uludag.edu.tr, [OrcID 0000-0002-0012-4412](https://orcid.org/0000-0002-0012-4412)

* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** ⁵ Mehmet SİNCİK, Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Bursa, Türkiye, sincik@uludag.edu.tr, [OrcID 0000-0002-1568-2564](https://orcid.org/0000-0002-1568-2564)

Determination of Some Yield and Quality Characteristics of Different Rapeseed Genotypes in Southern Marmara Ecological Conditions

Abstract: This research was carried out in order to determine some yield and quality characteristics of different rapeseed genotypes in Southern Marmara ecological conditions in 2015/2016 and 2017/2018 growing periods in the experimental fields of Bursa Uludag University, Faculty of Agriculture, Agricultural Research and Application Center. In the research, 10 advanced generations of rapeseed lines (SC-04, BC-12, QS-18, BS-07, QB-12, CB-16, QC-25, SQ-09, CQ-05 and SB-28) and 5 rapeseed varieties (Süzer, Orkan, NK Caravel, DK Excalibur and Elvis) were used as plant material. According to two-year average results; Excalibur (492.9 kg/da), NK Caravel (485.1 kg/da) and Süzer (464.8 kg/da) varieties with QC-25 (465.4 kg/da) and BC-12 (456.0 kg/da) lines have the highest seed yields. The highest crude oil ratio was obtained from BC-12 line with 46.3%.

Keywords: *Brassica napus* L., quality, yield, yield components.

Giriş

Kolza dünyada yetiştirilen en önemli yağ bitkilerinden birisidir (Öz, 2002). 2017 yılı verilerine göre dünya kolza ekim alanı 34.7 milyon hektar, üretimi 76.2 milyon ton, verimi ise 219.4 kg/da seviyelerinde olup dünya yağlı tohum üretiminde soyadan sonra ikinci sırayı almaktadır. Türkiye’de ise 2017 yılında kolza ekim alanı 16.5 bin ha, üretim 60 bin ton ve verim ise 363.7 kg/da olarak gerçekleşmiş ve ülkemizin yağlı tohumlar üretiminde ayçiçeği, pamuk tohumu (çiğit), yerbıstığı ve soyadan sonra 5. sırayı almıştır (Faostat, 2018). Ülkemizde 2016 yılı verilerine göre, yerli olarak üretilen yağlı tohumlu bitkilerden elde edilen ham yağ miktarı 786 bin ton, ham yağ ithalatımız 1 milyon 445 bin ton, ithal edilen yağlı tohumlardan elde edilen ham yağ miktarı 620 bin ton olup, toplam yağ tüketimimiz ise 2 milyon 777 bin ton’dur (Anonim, 2018). Yerli hammaddeden yapmış olduğumuz ham yağ üretimimiz tüketimimizin ancak % 28.3’lük kısmını karşılamaya yetmektedir. Toplam 786 bin ton olan yerli tohumdan bitkisel ham yağ üretimimizin %65.2’si ayçiçeğinden, %18.2’si pamuk çiğitinden, %6.4’ü kolzadan, %4.4’ü mısırözü, %3.8’i soya ve %2.0’si ise aspir yağlarından oluşmaktadır (Anonim, 2018).

Ülkemizin her yıl gittikçe artan bitkisel yağ açığının kapatılabilmesi için yağ bitkileri ekim alanlarının ve birim alandan elde edilen verimin artırılması gerekmektedir. Kolza, yazlık ve kışlık formlarının olması, tohum verimi ve yağ oranının yüksekliği, mekanizasyona uygunluğu, diğer yağ bitkilerine göre 1-2 ay erken hasat edilerek yağ fabrikalarının çalışma kapasitelerini arttırması gibi avantajlarıyla ülkemizdeki yağ açığının kapatılmasında önemli rol oynayabilecek bir bitkidir (Öztürk, 2000). Bunlara ilave olarak yüksek oranında protein içeren kolza küspesi hiçbir işleme gerek kalmaksızın besi rasyonuna %10, kanatlı rasyonuna %20 oranında katılabilmektedir. Kolza, ayrıca kaba yem ve polen kaynağı olarak da önem taşımaktadır (Aytaç, 2007). Kolza yağı, aminoasit kompozisyonu bakımından en sağlıklı bitkisel yağlar arasında yer almaktadır (Carvalho ve

ark., 2006; Kolsarıcı, 2006). Ayrıca, Dünya’da biyodizel üretmek için kullanılan toplam yağın %84’ü kolzadan elde edilmekte ve bu açıdan da kolza büyük önem arz etmektedir (Tickel, 2000).

Kolza tarımında başarılı olmak için en önemli hususlardan birisi de, ekolojik koşullara uygun çeşit seçimidir. Uygun çeşit seçiminde ise çeşidin verim seviyesi ve yağ içeriği başta olmak üzere hastalık ve zararlılara dayanıklılık, yetiştirme süresi, karasal iklimin hüküm sürdüğü bölgelerde düşük sıcaklıklara tolerans ve buna bağlı olarak kıştan çıkış oranı göz önüne alınmalıdır. Farklı kışlık kolza çeşitleri ile yapılan çeşit verim denemeleri, ülkemizin değişik bölgelerinde birbirinden oldukça farklı verimler alınabildiğini ortaya koymaktadır. Yapılan araştırmalarda kışlık kolzada tohum verimi Bursa’da 170-210 kg/da (Göksoy ve Turan, 1986), Diyarbakır’da 94-247 kg/da (Karaaslan, 1999), Konya’da 147-432 kg/da (Öztürk, 2000), Ankara’da 163-264 kg/da (Başalma, 2004), Samsun’da 219-444 kg/da (Gizlenci ve ark., 2011), Edirne’de 286-350 kg/da (Süzer, 2016) arasında değişim göstermiştir. Verimler arasında görülen bu farklılıkta, ekolojik koşullar ve çeşitlerin genetik özellikleri etkili olmakla birlikte, yetiştirme tekniklerinin de önemli olduğu söylenebilir. Bu sebeple, çeşit seçiminde çok dikkatli olunmalı, çeşit verim ve adaptasyon denemeleri sonuçlarına göre çeşit seçimi yapılmalı, kolza yetiştirme tekniği ilkelerine tam olarak uyulmalıdır (Arslan ve ark., 2007; Sargın, 2012).

Farklı kolza genotiplerinin Güney Marmara ekolojik koşullarında bazı verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi amacıyla planlanan bu araştırma, 2015/2016 ve 2017/2018 yetiştirme dönemlerinde Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi deneme alanlarında yürütülmüştür.

Materyal ve Yöntem

Bu araştırma, farklı kolza genotiplerinin Güney Marmara ekolojik koşullarında bazı verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi amacıyla 2015/2016 ve 2017/2018 yetiştirme dönemlerinde Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi deneme tarlalarında yürütülmüştür. Çalışmanın ilk yılı 2015/2016 yetiştirme döneminde gerçekleştirilmiş, ikinci yıl için 2016/2017 yetiştirme döneminde yapılan ekimler yetersiz yağış ve olumsuz iklim koşulları nedeniyle başarısız olduğundan dolayı, ikinci yıl verilerini elde etmek için 2017/2018 yetiştirme döneminde tekrar ekim yapılmıştır. Araştırmada bitki materyali olarak; Bristol, Chang, Samurai ve Quinta kolza çeşitleri arasında 4 x 4 tam diallel melezleme çalışması ile elde edilen ve pedigree seleksiyon yöntemi ile F9 kademesine kadar getirilen hatlar içerisinde F8 kademesinde yapılan ön verim denemesi sonuçlarına göre seçilen 10 adet ileri kademedeki kolza hattı (SC-04, BC-12, QS-18, BS-07, QB-12, CB-16, QC-25, SQ-09, CQ-05 ve SB-28) ile standart olarak 5 adet kolza çeşidi (Süzer, Orkan, NK Caravel, DK Excalibur ve Elvis) kullanılmıştır. Deneme alanı toprağı killi bünyeli, pH değeri hafif alkali, tuzsuz, kireçsiz ve organik maddesi düşüktür. Araştırmanın yapıldığı alanın toprağındaki bazı fiziksel ve kimyasal özellikler Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Deneme Alanı Toprak Analiz Sonuçları

Toprak Özellikleri	Analiz sonuçları
PH	7.20
Toplam Tuz (%)	0.08
Kireç (%)	1.60
Bünye	Killi
Organik madde (%)	1.90
Fosfor (kg/da)	9.60
Potasyum (kg/da)	100.00

Denemenin yürütüldüğü 2015/2016 ve 2017/2018 yetiştirme dönemlerinde Bursa İlinde ortalama hava sıcaklığı 5.2-23.2 °C arasında değişirken, uzun yıllar ortalaması 5.4-20.1 °C arasında seyretmiştir. Deneme yıllarında 2015/2016 ve 2017/2018 yetiştirme dönemleri içerisindeki ortalama nispi nem sırasıyla % 73.1 ve 72.6 iken uzun yıllar ortalaması % 69.6 olarak gerçekleşmiştir. Yetiştirme dönemi boyunca düşen toplam yağış 2015/2016 yetiştirme döneminde 611.2 mm, 2017/2018 yetiştirme döneminde ise 727.7 mm olup, bu yağışın aylara göre dağılımı ise oldukça düzensizdir. Bursa İlının Ekim-Haziran aylarını kapsayan yetiştirme dönemindeki uzun yıllar yağış toplamı ise 664.1 mm'dir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Bursa ilinde 2015/2016 ve 2017/2018 yetiştirme dönemlerinde ve uzun yıllar ortalaması olarak aylara göre ortalama sıcaklık, oransal nem ve toplam yağış değerleri

AYLAR	Sıcaklık (°C)			Oransal Nem (%)			Toplam Yağış (mm)		
	Yetiştirme Dönemi		Uzun Yıllar Ort. (1938-2016)	Yetiştirme Dönemi		Uzun Yıllar Ort. (1938-2016)	Yetiştirme Dönemi		Uzun Yıllar Ort. (1938-2016)
	2015/2016	2017/2018		2015/2016	2017/2018		2015/2016	2017/2018	
Ekim	22.9	23.2	20.1	83.5	73.7	72.8	28.8	16.8	39.5
Kasım	16.2	15.1	15.2	78.2	78.5	75.6	48.8	125.9	68.8
Aralık	12.7	10.5	10.7	79.1	76.2	58.0	38.7	37.2	78.5
Ocak	5.3	9.0	7.4	79.7	78.0	74.1	92.4	112.4	103.4
Şubat	5.2	6.7	5.4	74.2	78.6	73.4	139.0	72.2	87.6
Mart	10.8	9.6	6.3	70.0	78.0	70.2	74.7	71.4	74.6
Nisan	10.7	13.1	8.4	64.5	73.0	70.3	76.9	123.6	69.7
Mayıs	15.4	15.7	12.8	70.1	63.7	69.5	12.1	15.0	63.4
Haziran	17.7	19.8	17.6	58.9	54.5	62.9	74.7	94.2	44.3
Ortalama	14.2	14.6	12.6	73.1	72.6	69.6	-	-	-
Toplam	-	-	-	-	-	-	611.2	727.7	664.1

Denemeler tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Ekimler deneme mibzeriyle 17.5 cm sıra arası mesafesi ile yapılmıştır. Her parsel 10 m uzunluğunda 8 sıradan oluşmuştur. Gözlem ve ölçümler ortadaki 6 sırada ve rastgele seçilen 5 adet bitki üzerinde yapılmıştır. Ekim normu dekara 800 g olarak alınmıştır. Denemelerin ekimleri 2015/2016 yetiştirme döneminde 09 Ekim 2015, 2017/2018 yetiştirme döneminde ise 07 Ekim 2017 tarihlerinde yapılmıştır.

Araştırmada 2015/2016 ve 2017/2018 yetiştirme dönemlerinde elde edilen iki yıllık veriler üzerinde tesadüf blokları deneme desenine göre varyans analizleri yapılmıştır. Tüm istatistiksel analizler 'JUMP-7' bilgisayar paket programı kullanılarak yapılmıştır. Önemlilik testlerinde %1 ve %5, istatistiksel farklı grupların belirlenmesinde ise %5 olasılık düzeyi kullanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Araştırmada incelenen tüm özellikler bakımından, yetiştirme dönemi ve çeşit ortalamaları istatistiksel olarak %1 olasılık düzeyinde önemli bulunurken, yetiştirme dönemi x çeşit etkisi sadece ham yağ oranı bakımından %1 olasılık düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 3).

Çizelge 3. Araştırmada ele alınan özelliklere ait iki yıllık birleştirilmiş varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D.	Kareler Ortalaması					
		Bitki Boyu	Bitkide Harnup Sayısı	Harnupta Tane Sayısı	Tane Verimi	Bin Tane Ağırlığı	Ham Yağ Oranı
Yetiştirme Dönemi (Y.D)	1	1294.3**	1760.2**	55.2**	13602.2**	1.56**	271.5**
Tekerrür[Y.D]	6	30.9	116.4*	1.8	1042.9	0.05	1.5**
Çeşit	14	284.3**	2619.3**	24.8**	25779.7**	0.28**	19.4**
Y.D x Çeşit	14	11.2	17.4	0.4	164.3	0.02	2.1**
Hata	84	60.3	52.4	4.0	1433.6	0.04	0.5

Bitki Boyu

Çizelge 4'de yer alan ortalama bitki boyu değerleri incelendiğinde, 2015/2016 yetiştirme döneminde 130.9 cm ile 2017/18 yetiştirme döneminden (124.3 cm) daha uzun bitki boyları elde edildiği görülmektedir. İki yıllık ortalama veriler dikkate alındığında QB-12 hattı 136.5 cm ile en uzun bitki boyuna sahip olurken; NK Caravel (134.0 cm), SQ-09 (133.4 cm), Süzer (132.9 cm), Elvis (131.0 cm), SB-28 (130.4 cm) ve BC-12 (129.3 cm) genotipleri QB-12 hattı ile aynı istatistiksel grupta yer almıştır. En kısa bitki boylarına sahip genotipler ise QC-25 (118.9 cm), CB-16 (118.3 cm) ve DK Excalibur (117.9 cm) olmuştur. Yetiştirme dönemi x genotip etkisi bakımından bitki boyu değerleri 114.9 cm ile 139.9 cm arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4). Özellikle, 2017/18 yetiştirme dönemi Nisan ayında düşen ve uzun yıllar ortalamasının (69.7 mm) 2 katına yakın olan 123.6 mm'lik yağışın bitki gelişimlerini olumsuz yönde etkilediği görülmektedir. Farklı kolza genotipleri ile yapılmış oldukları çalışmalarda bitki boyu değerlerini Göksoy ve Turan (1986) 119.6-139.2 cm, Kolsarıcı ve Er (1988) 94.5-180.4 cm, Öz (2002) 114.0-174.8 cm, Tan (2009) 109.4-196.4 cm, Coşgun (2013) 132.9-182.7 cm ve Süzer (2016) 170.0-190.0 cm arasında tespit etmişlerdir.

Çizelge 4. Bitki boyu ve bitkide harnup sayısına ait iki yıllık ortalama değerler ve yetiştirme dönemi x çeşit etkisi

Genotip (Çeşit/Hat)	Bitki Boyu (cm)			Bitkide Harnup Sayısı (adet)		
	Yetiştirme Dönemi		Genotip Ortalaması	Yetiştirme Dönemi		Genotip Ortalaması
	2015/16	2017/18		2015/16	2017/18	
SC-04	129.6	123.1	126.3 C-E	130.7	124.1	127.4 G
BC-12	131.9	126.6	129.3 A-D	166.2	159.5	162.8 BC
QS-18	131.2	124.6	127.9 B-D	139.5	132.5	136.0 EF
BS-07	130.3	123.8	127.1 B-D	133.2	126.5	129.8 FG
QB-12	138.6	134.4	136.5 A	150.1	145.6	147.8 D
CB-16	120.7	115.9	118.3 F	139.8	134.2	137.0 EF
QC-25	121.9	115.8	118.9 EF	169.5	161.0	165.2 B
SQ-09	136.8	130.0	133.4 A-C	141.3	134.3	137.8 E
CQ-05	130.7	126.8	128.7 B-D	138.4	134.2	136.3 EF
SB-28	133.0	127.7	130.4 A-C	139.4	133.8	136.6 EF
Süzer	139.9	125.9	132.9 A-C	164.7	148.2	156.4 C
Orkan	125.5	118.0	121.7 D-F	149.6	140.6	145.1 D
NK Caravel	137.5	130.6	134.0 AB	185.8	176.5	181.1 A
DK Excalibur	121.0	114.9	117.9 F	190.0	180.5	185.3 A
Elvis	135.0	126.9	131.0 A-C	141.7	133.2	137.5 E
Yet. Dön. Ortalaması	130.9 A	124.3 B		152.0 A	144.3 B	

Bitkide Harnup Sayısı

Araştırmada ele alınan kolza genotiplerinin bitkide harnup sayıları 2015/16 yetiştirme döneminde 152.0 adet iken, 2017/18 yetiştirme döneminde 144.3 adet olarak gerçekleşmiştir. İki yıllık ortalama değerler bakımından DK Excalibur ve NK Caravel çeşitlerinden sırasıyla 185.3 ve 181.1 adet ile en yüksek bitkide harnup sayısı elde edilirken, en düşük bitkide harnup sayısı değeri 127.4 adet ile SC-04 hattından elde edilmiştir. Yetiştirme dönemi x genotip etkisi bakımından kolza genotiplerinin bitkide harnup sayısı değerleri 124.1-190.0 adet arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4). Tan (2009), bazı kolza çeşitlerinin Menemen (İzmir) koşullarındaki verim potansiyellerini incelediği çalışmada, bitki başına en yüksek harnup sayısını 2005/2006 yetiştirme döneminde 386 adet ile Jura çeşidinden, en düşük bitkide harnup sayısını ise 164 adet ile 2006/2007 yetiştirme döneminde Carolus çeşidinden elde etmiştir. Farsak (2009) yapmış olduğu çalışmada kolzada bitki başına harnup sayısını 134.5-364.1 adet arasında tespit ederken, Süzer (2016) 126-144 adet arasında tespit etmiştir.

Harnupta Tane Sayısı

Harnupta tane sayısı bakımından 2015/16 yetiştirme dönemi 27.1 adet ile 2017/18 yetiştirme döneminden daha iyi sonuçlar vermiştir. Çalışmada yer alan kolza genotiplerinin her iki yetiştirme dönemini kapsayan ortalama değerlerine bakıldığında; BC-12 ve CQ-05 hatlarının 28.6 adet ile en yüksek harnupta tane sayısına sahip olduğu, Orkan (27.9 adet), SB-28 (27.8 adet), NK Caravel (27.6 adet), SC-04 (27.4 adet), Süzer (27.0 adet) ve QB-12 (26.7 adet) genotiplerinin ise bu hatlarla aynı istatistiksel grupta yer aldığı görülmektedir. Yetiştirme dönemi x çeşit etkisi bakımından kolza genotiplerinin harnupta tane sayısı değerleri 21.7-29.2 adet

arasında değişmiştir (Çizelge 5). Bu sonuçlar, harnupta tane sayısını sırasıyla 22.3-25.3 adet, 20.3-28.7 adet, 22.4-31.1 adet, 23.1-26.9, 22.0-26.0 adet ve 19.8-28.5 adet arasında tespit eden Göksoy ve Turan (1986), Öz (2002), Başalma (2004), Aytaç (2007), Süzer (2016) ve Tan ve ark. (2017) çalışmalarıyla uyumludur.

Çizelge 5. Harnupta tane sayısı ve tane verimine ait iki yıllık ortalama değerler ve yetiştirme dönemi x çeşit interaksyonu

Genotip (Çeşit/Hat)	Harnupta Tane Sayısı (adet)			Tane Verimi (kg/da)		
	Yetiştirme Dönemi		Genotip Ortalaması	Yetiştirme Dönemi		Genotip Ortalaması
	2015/16	2017/18		2015/16	2017/18	
SC-04	28.1	26.7	27.4 A-D	435.7	414.0	424.8 BC
BC-12	29.2	28.1	28.6 A	465.3	446.7	456.0 AB
QS-18	26.7	25.4	26.1 B-E	360.5	342.5	351.5 F-H
BS-07	25.3	24.1	24.7 E	397.8	377.9	387.8 C-F
QB-12	27.3	26.4	26.7 A-D	324.0	314.3	319.1 H
CB-16	26.3	25.2	25.7 C-E	368.2	353.4	360.8 FG
QC-25	26.1	24.8	25.5 DE	477.3	453.4	465.4 A
SQ-09	22.8	21.7	22.2 F	414.5	393.7	404.1 C-E
CQ-05	29.0	28.2	28.6 A	390.6	378.9	384.7 D-F
SB-28	28.4	27.2	27.8 AB	378.3	363.1	370.7 EF
Süzer	28.4	25.6	27.0 A-D	489.2	440.3	464.8 A
Orkan	28.7	27.0	27.9 AB	334.3	314.2	324.2 GH
NK Caravel	28.3	26.9	27.6 A-C	497.5	472.6	485.1 A
DK Excalibur	26.7	25.4	26.1 B-E	505.5	480.2	492.9 A
Elvis	25.0	23.5	24.7 EF	434.3	408.2	421.3 B-D
Yet. Dön. Ortalaması	27.1 A	25.7 B		418.2 A	396.9 B	

Tane Verimi

Farklı kolza genotiplerine ait ortalama tane verimlerinin yer aldığı Çizelge 5'e bakıldığında 2015/16 yetiştirme döneminde tüm genotiplerin ortalaması olarak tane veriminin 418.2 kg/da ile 2017/18 yetiştirme döneminden (396.9 kg/da) daha yüksek olduğu görülmektedir. 2017/18 yetiştirme dönemi Nisan ayında bitkilerin tomurcuklanma ve çiçeklenme döneminde düşen ve uzun yıllar ortalamasının (69.7 mm) 2 katına yakın olan 123.6 mm'lik yağışın bitki gelişimlerini olumsuz yönde etkilemesi sonucunda tane verimlerinin daha düşük gerçekleştiği tahmin edilmektedir. Kolza genotiplerinin 2015/16 ve 2017/18 yetiştirme dönemlerinin ortalaması olarak tane verimleri incelendiğinde DK Excalibur (492.9 kg/da), NK Caravel (485.1 kg/da), QC-25 (465.4 kg/da), Süzer (464.8 kg/da) ve BC-12 (456.0 kg/da) genotipleri en yüksek tane verimlerine sahip olmuştur. Orkan çeşidi (324.2 kg/da) ve QB-12 hattı (319.1 kg/da) ise en düşük tane verimlerini vermiştir. Yetiştirme dönemi x genotip interaksyonu bakımından kolza genotiplerinin tane verimleri 314.2-505.5 kg/da arasında değişim göstermiştir.

Kolza tarımında çeşit seçimini etkileyen en önemli özelliklerden birisi de tane verimidir. Farklı kolza genotipleri arasında saptanan tane verimi farklılıklarının bitkilerin farklı genetik yapıda olmasından ve farklı

çevrelerde yetişmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Göksoy ve Turan (1986), Bursa koşullarında yürüttükleri çalışmada farklı kolza çeşitlerinin tane verimlerini 170.8-209.8 kg/da arasında tespit etmiştir. Başalma (2004), 25 farklı kolza çeşidini iki yıl süre ile Ankara koşullarında denemiş ve tane verimleri 162.8-263.8 kg/da arasında değişmiştir. Menemen-İzmir koşullarına uygun kolza çeşitlerini belirlemek amacı ile 2005/2006, 2006/2007 ve 2007/2008 yetiştirme sezonlarında Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü deneme tarlalarında yürütülen çalışmada en yüksek (558.0 kg/da) ve en düşük (67.0 kg/da) tohum verimleri 2005/2006 yetiştirme sezonunda sırasıyla Standing ve Smart çeşitlerinden elde edilmiştir (Tan, 2009). Benzer çalışmalarda farklı kolza çeşitlerinin tane verimlerini Coşgun (2013) 394.9-634.8 kg/da, Süzer (2016) 286.0-350.3 kg/da, Tan ve ark. (2017) 126.0-363.0 kg/da arasında belirlemiştir. Bu sonuçlar, mevcut araştırmadan elde edilen tane verimleri ile paralellik taşımaktadır.

Çizelge 6. Bin tane ağırlığı ve ham yağ oranına ait iki yıllık ortalama değerler ve yetiştirme dönemi x çeşit etkileşimini

Genotip (Çeşit/Hat)	Bin Tane Ağırlığı (g)			Ham Yağ Oranı (%)		
	Yetiştirme Dönemi		Genotip Ortalaması	Yetiştirme Dönemi		Genotip Ortalaması
	2015/16	2017/18		2015/16	2017/18	
SC-04	4.67	4.47	4.57 DE	43.1 jk	40.9 pq	42.0 FG
BC-12	5.00	4.80	4.90 A-C	48.5 a	44.2 g-ı	46.3 A
QS-18	4.62	4.42	4.52 E	47.3 bc	43.1 jk	44.9 B
BS-07	4.55	4.35	4.45 E	43.2 jk	40.4 q	41.8 GH
QB-12	4.55	4.45	4.50 E	45.7 d-f	42.6 k-m	44.1 C
CB-16	4.57	4.37	4.47 E	47.3 b	43.4 ı-k	45.3 B
QC-25	5.07	4.82	4.95 A	44.8 fg	40.9 oq	42.9 DE
SQ-09	4.57	4.37	4.47 E	43.4 ı-k	41.9 l-o	42.6 EF
CQ-05	4.62	4.52	4.57 DE	41.7 m-p	40.8 pq	41.2 H
SB-28	4.55	4.35	4.45 E	44.6 gh	41.3 n-q	42.9 DE
Süzer	5.10	4.60	4.85 A-C	45.0 e-g	42.0 l-n	43.5 CD
Orkan	4.87	4.57	4.72 CD	46.5 b-d	43.7 h-j	45.1 B
NK Caravel	4.92	4.70	4.81 A-C	45.8 c-e	42.0 l-n	43.9 C
DK Excalibur	5.05	4.80	4.92 AB	47.4 b	43.0 jk	45.2 B
Elvis	4.90	4.60	4.75 B-D	42.8 j-l	40.7 pq	41.7 GH
Yet. Dön. Ortalaması	4.77 A	4.55 B		45.1 A	42.1 B	

Bin Tane Ağırlığı

Çizelge 6'da yer alan farklı kolza genotiplerine ait bin tane ağırlığı değerlerine bakıldığında 2015/16 yetiştirme döneminde tüm genotipler üzerinden ortalama bin tane ağırlığı 4.77 g iken, 2017/18 yetiştirme döneminde 4.55 g olarak gerçekleşmiştir. Genotip ortalamalarına bakıldığında, en yüksek bin tane ağırlığı değerleri QC-25 (4.95 g), DK Excalibur (4.92 g), BC-12 (4.90 g), Süzer (4.85 g) ve NK Caravel (4.81 g) genotiplerinden elde edilmiştir. Genotip x yetiştirme dönemi etkileşimini bakımından bin tane ağırlığı değerleri 4.35-5.10 g arasında değişim göstermiştir. Yapmış oldukları çalışmalarda farklı kolza çeşitlerine ait bin tane ağırlığı değerlerini Aytaç (2007) 3.85-4.72, Tan (2009) 2.00-3.70, Öz (2013) 3.19-3.82 ve Süzer (2016) 3.70-4.60 arasında tespit etmiştir.

Ham Yağ Oranı

Çalışmada yer alan kolza genotiplerinin ortalama ham yağ oranları 2015/16 yetiştirme döneminde % 45.1, 2017/18 yetiştirme döneminde ise % 42.1 olarak gerçekleşmiştir. 2015/16 ve 2017/18 yetiştirme dönemlerinin ortalaması olarak kolza genotiplerine ait ham yağ oranları incelendiğinde en yüksek ham yağ oranı % 46.3 ile BC-12 hattından elde edilirken, en düşük ham yağ oranları BS-07 (% 41.8), Elvis (% 41.7) ve CQ-05 (% 41.2) genotiplerinden elde edilmiştir. Yetiştirme dönemi x genotip ortalaması bakımından kolza hatlarının ham yağ oranları % 40.4-48.5 arasında değişim göstermiştir. Farklı kolza çeşitlerinin ham yağ oranlarını Göksoy ve Turan (1986) % 41.8-44.4, Başalma (2004) % 40.1-47.6, Aytaç (2007) % 37.6-41.3, Farsak (2009) % 39.8-41.0 ve Tan ve ark. (2017) % 35.5-42.9 arasında belirlemiştir.

Sonuç

Farklı kolza genotiplerinin Güney Marmara ekolojik koşullarında bazı verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi amacıyla 2015/16 ve 2017/18 yetiştirme dönemlerinde yürütülen bu araştırma sonucunda Excalibur (492.9 kg/da), NK Caravel (485.1 kg/da) ve Süzer (464.8 kg/da) çeşitleri ile QC-25 (465.4 kg/da) ve BC-12 (456.0 kg/da) hatları en yüksek tohum verimlerine sahip olmuştur. En yüksek ham yağ oranı ise %46.3 ile BC-12 hattından elde edilmiştir.

Teşekkür

Bu araştırma Tübitak tarafından 1150367 nolu proje kapsamında desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Anonim (2018). Bitkisel Yağ Sanayicileri Derneği. <http://www.bysd.org.tr/>. (Erişim Tarihi: 08.01.2019)
- Arslan, M., İ. Üremiş, S. Çalışkan ve M.E. Çalışkan. 2007. Bazı kanola (*Brassica napus* L. ssp. oleifera) çeşitlerinin Amik Ovası koşullarında yetiştirilebilme olanaklarının belirlenmesi. Türkiye VII. Tarla Bitkileri Kongresi, 25-27 Haziran 2007, Erzurum, Sayfa: 596-599.
- Aytaç, Z. (2007). Bazı Kışlık Kanola (*Brassica napus* L. ssp.oleifera) Çeşitlerinin Tarımsal Özellikleri ve Eskişehir Koşullarına Adaptasyonu. Doktora Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.112 s.
- Başalma, D. 2004. Kışlık kolza (*Brasica napus* L. ssp. oleifera) çeşitlerinin Ankara koşullarında verim ve verim öğeleri yönünden karşılaştırılması. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 10 (2): 211-217.

- Carvalho, I.S., I. Miranda and H. Pereira. 2006. Evaluation of oil composition of some crops suitable for human nutrition. *Industrial Crops and Products*, 24: 75-78.
- Coşgun, B. (2013). Bazı Kışlık Kolza Çeşitlerinde Verim, Verim Unsurları ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya. 99 s.
- Faostat (2018). FAO Database. <http://www.fao.org/faostat/>. (Erişim Tarihi: 10.01.2019)
- Farsak, H. (2009). Kanola (*Brassica napus* L. ssp. *oleifera*) Çeşitlerinde Sıra Arası Uzaklığının Verim ve Verim Unsurları Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın. 53 s.
- Gizlenci, Ş., M. Acar, H. Özçelik ve E.K. Öner. 2011. Karadeniz Bölgesi sahil kuşağında bazı kolza çeşit ve hatlarının verim ve verim unsurlarının saptanması. Türkiye 9. Tarla Bitkileri Kongresi. 12-15 Eylül 2011. Bursa. Cilt: II, Sayfa: 882-885.
- Göksoy, A.T. ve Z.M. Turan. 1986. Bazı yağlık kolza (*Brassica napus* L. ssp. *oleifera*) çeşitlerinde verim ve kaliteye ilişkin karakterler üzerinde araştırmalar, *Bursa Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 5: 76–83.
- Karaaslan, D. 1999. Diyarbakır koşullarında yetiştirilebilecek kolza çeşitlerinin saptanması üzerine bir araştırma. Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi, 15-18 Kasım 1999, Adana, Sayfa: 328-333.
- Kolsarıcı, Ö. ve C. Er. 1988. Amasya ilinde kolza tarımında en uygun ekim zamanı, çeşit ve bitki sıklığı tesbiti üzerinde araştırmalar. *Doğa*, 2: 163-177.
- Kolsarıcı, Ö., 2006, Hammadde olarak biyodizel üretiminde kullanılabilir yağlı tohumlu bitkilerin potansiyeli ve biyodizel uygulamaları. Enerji Bitkileri ve Yeşil Yakıtlar Sempozyumu, 14-15 Aralık 2006, İzmir, Sayfa: 15-32
- Öz, M., 2002. Bursa Mustafa Kemalpaşa koşullarında farklı ekim zamanlarının kışlık kolza çeşitlerinde verim ve bazı verim unsurları üzerine olan etkileri. *Bursa Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 16: 1-13.
- Öz, E. S. (2013). Bazı Yazlık Kolza (Kanola) Çeşit ve Hatlarının Bornova Koşullarında Kışlık ve Yazlık Olarak Performanslarının Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü. İzmir. 163 s.
- Öztürk, Ö. (2000). Bazı Kışlık Kanola Çeşitlerinde Farklı Ekim Zamanı ve Sıra Arası Uygulamalarının Verim, Verim Unsurları ve Kalite Üzerine Etkileri. Doktora Tezi. Selçuk Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya. 161 s.
- Sargın, O. (2012). Bitki Sıklığının Kışlık Kolza Çeşitlerinde Verim, Verim Komponentleri ve Yağ Oranı Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu. 43 s.
- Süzer, S. 2008. Kolza (Kanola) Tarımı. Hasad Yayıncılık Ltd. Şti., Ümraniye, İstanbul. 295s.
- Süzer, S. 2016. Bazı ileri kademe kışlık kolza (*Brassica napus* L.) hatlarının Edirne koşullarında verim ve verim unsurlarının belirlenmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, Özel Sayı 2: 142-148.
- Tan, A.Ş. 2009. Bazı kolza (kanola) çeşitlerinin Menemen koşullarında verim potansiyelleri. *Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, Anadolu, 19 (2): 1-32.

- Tan, A.Ş., M. Aldemir, A. Altunok Memiş. 2017. Bazı kolza (*Brassica napus* L.) çeşit adaylarının Menemen, İzmir ekolojik koşullarında verim, verim komponentleri ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi, Anadolu*, 27 (1): 29-50.
- Tickel, J. 2000. From the fyer to the fuel tank. The Complete Guide to Using Vegetable Oil as An Alternative Fuel, Wild and Woolley, Australia.



Tarımda Su Kalitesi ve Su Kirliliğinin Önemi: Bursa Nilüfer Çayı Örneği

Saliha DORAK^{1*}, Barış Bülent AŞIK², Gökhan ÖZSOY³

Öz: Dünyada su kullanımı açısından sanayi, nüfus ve tarım sektörü büyük bir rekabet halindedir. Özellikle suya ihtiyaç duyan endüstriyel yatırımlar, zengin yeraltı suyu potansiyeline sahip mutlak tarım arazilerini tehdit etmektedirler. Buna ek olarak oluşturdukları atıklarla da yerüstü sularını kirletmektedirler. Ülkemizin Dünya’da su kıtlığı çeken bir konumda yer aldığı düşünüldüğünde su kullanımı ve su kaynaklarının doğru yönetimi büyük önem arz etmektedir. Genel olarak, mevcut suyun % 20’si sanayide, % 10’u içme-kullanma suyu olarak ve %70’i de tarımsal sulamada kullanılmaktadır. Bursa ili tarımsal potansiyeli, yüzey ve yeraltı suyu kaynakları nedeniyle önemli bir bölgedir. Herhangi bir nedenle su kalitesinin bozulması ve suyun kirlenmesi sonucu tarımsal üretimde ciddi sorunlar ortaya çıkabilmektedir. Bu nedenle tarımda kullanılan suyun miktarı ve kalitesi tarımsal verimlilik açısından büyük önem taşımaktadır. Son yıllarda, Bursa ilinde tarımsal sulama ve su kirliliği konusunda ciddi sorunlar yaşanmakta ve bazı ciddi çevre sorunlarıyla karşılaşılmaktadır. Son yıllarda Nilüfer Çayı’nda yaşanan kirlilik sorunu bunun güzel bir örneğidir.

Anahtar Kelimeler: Nilüfer Çayı, su kalitesi, su kirliliği, tarım.

* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** ¹ Saliha DORAK, Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Bursa, Türkiye, saliha_dorak@hotmail.com, [OrcID 0000-0001-5699-5690](https://orcid.org/0000-0001-5699-5690)

² Barış Bülent AŞIK, Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Bursa, Türkiye, bbasik@uludag.edu.tr, [OrcID 000-0001-8395-6283](https://orcid.org/000-0001-8395-6283)

³ Gökhan ÖZSOY, Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Bursa, Türkiye, ozsoyg@uludag.edu.tr, [OrcID 000-0002-4421-7936](https://orcid.org/000-0002-4421-7936)

The Importance of Water Quality and Water Pollution in Agriculture: Case of Nilüfer Creek in Bursa

Abstract: In terms of water use, industry, population and agriculture sector are in great competition in the world. Industry that need a lot of water, threaten the valuable agricultural land which are rich in underground water. In addition, their wastes pollute the surface waters. Considering that Turkey is located on water scarcity zone in the world, the right management of water use is very important. In general, 20% of the available water is used in industry, 10% is used as drinking water and 70% is used in agricultural irrigation. Bursa province is an important area due to its agricultural potential, surface and underground water sources. Serious problems can arise in agricultural production as a result of water quality deterioration and water pollution for any reason. Therefore, both the quantity and quality of the water used in agriculture are of great importance in terms of agricultural productivity. In recent years, there have been significant problems in agricultural irrigation and water pollution in Bursa province, and following that some serious environmental problems are encountered. The pollution problem experienced in Nilüfer Creek in recent years is a good example of this.

Keywords: Agriculture, Nilüfer Creek, water quality, water pollution.

Giriş

Tarımda sulama, bitkinin ihtiyaç duyduğu ve yağışlarla karşılanamayan suyun toprakta bitkinin kök bölgesine gereken miktar ve zamanda verilmesi olarak tanımlanmaktadır. Ülkemizin birçok bölgesi kurak ve yarı kurak iklim kuşağında yer almaktadır. Bitkisel üretim açısından birçok bölgemizde yağışın yetersiz olması nedeniyle yüksek düzeyde verim ve kaliteli ürün elde edebilmek için sulama yapılması gerekmektedir. Ülke nüfusunun 80 milyonu aşması sonucu kaliteli içme-kullanma suyuna olan ihtiyacın karşılanabilmesi, son yıllarda hızla gelişen sanayinin yoğun su ihtiyacı ve tarımsal sulama için gereken miktarın sağlanabilmesi için ülkemiz su kaynaklarının daha etkili ve verimli kullanılması büyük önem taşımaktadır. Tüm bu kullanımlar için doğan kaliteli su ihtiyacı ancak doğru toprak ve su yönetimi ile sağlanabilmektedir.

Su kaynaklarının akılcı ve sürdürülebilir kullanımı mekânsal ve sektörler arası planlama ve karar verme süreçlerinin eşgüdüm ve entegrasyonu ile başarılabilir (Aksungur ve Firidin, 2008) Su kaynaklarının yönetiminde iki temel husus ortaya çıkmaktadır: Bunlardan biri su kaynaklarını korumak, diğeri ise sürdürülebilir bir şekilde su kaynaklarının kullanımını yönetmektir (Aksungur ve Firidin, 2008). Bu çalışma tarımsal üretimde suyun önemi hakkında temel bilgiler sunmaktadır.

Tarımda Sulamanın Önemi

Türkiye’de toplam su varlığının % 75’i sulamada kullanılmaktadır (Anonim, 2007). Avrupa Birliği’ndeki (AB) toplam su varlığının ise %33’ü tarımsal sulamada kullanılmaktadır. Bu oran Güney Avrupa’da %75’e

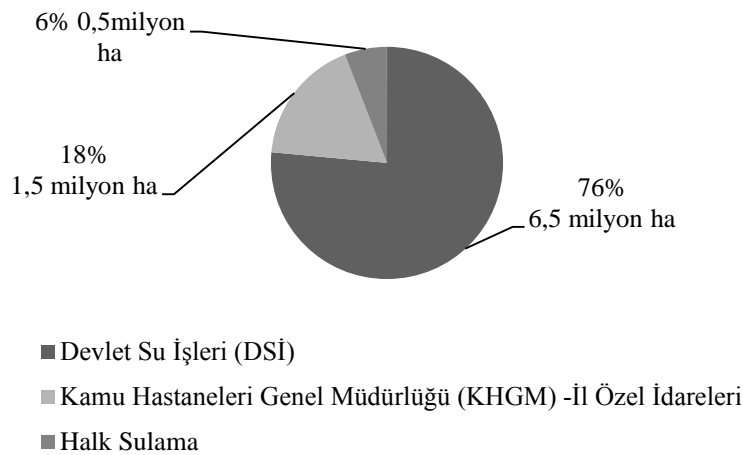
çıkılmaktadır. Orta ve Batı Avrupa’da ise suyun büyük kısmı (%57) özellikle soğutma amaçlı olarak enerji üretimi ve kentlerde içme-kullanma suyu olarak kullanılmaktadır (Anonim, 2007). Ülkemizde olduğu gibi AB’de de, sulamada kullanılan suyun miktarı, iklim, toprak yapısı, ürün tipi, su kalitesi ve sulama tekniklerine göre değişmekle birlikte sulama teknolojilerinin kullanılmaması sebebiyle birçok çevresel ve ekonomik sorunlar ortaya çıkmaktadır (Anonim, 2005). Birçok kaynakta su potansiyelinin paylaşılmasındaki kullanım önceliği şu şekilde sıralanmıştır (Aksoy ve ark., 2014):

- 1) İçme ve kullanma ihtiyacı
- 2) Hayvanlar ve doğal hayatın devamı için gerekli su ihtiyacı.
- 3) Tarımsal sulama suyu ihtiyacı
- 4) Enerji ve sanayi suyu ihtiyacı
- 5) Ticaret, turizm, balıkçılık vb. su ihtiyacı

Dünyada su kullanımı gelişmişliğin bir göstergesi olmaktadır. Az gelişmiş ülkelerde tarım amaçlı su kullanımı %70’ler düzeyinde iken gelişmiş ülkelerde tarım dışı ağırlıklı su kullanım oranı %65’i bulmaktadır (Aksungur ve Firidin, 2008; Ochqun, 2015) .

Su ve sulama tarımsal üretimde ve verimliliği sağlanmasında en önemli girdilerin başında gelmektedir. Ayrıca sulama ve konu ile ilgili sektörlerin gelişmesi ile ilave istihdam yaratılmış olmaktadır. Üreticilerin sulama olanağına kavuşması ile gelir düzeyleri artmakta ve buna bağlı olarak bilgi ve becerilerinin artması ile daha etkin gübre uygulamalarına geçebilmektedirler. Ayrıca, sulama ve gübreleme olanaklarının gelişmesi ile ürün çeşitliliğinde artış da sağlanmaktadır.

Türkiye’de 2023 yılına kadar sulamaya açılması planlanan tarım alanları Şekil 1’de verilmiştir. Sulanabilir 8,5 milyon hektar (ha) alanın sulamaya açılması ile birlikte son yıllarda önemli bir sorun olan köyden kente göçün önüne geçilmesi de planlanmaktadır (Anonim, 2018).



Şekil 1. Türkiye 2023 Yılı Sulama Alanları Dağılımı (Toplam 8,5 milyon ha)

Sulama Suyu Kalite Parametreleri

Sulama Suyu kalite kriterlerinin oluşturulmasında temel olarak iki özellik ortaya çıkmaktadır. Bunlar; 1) Açığa çıkartıcı etki ilişkilerinin ortaya konması, 2) Bu ilişkilerin çalışma sınırlarının belirlenmesinde kullanılması (Yurtseven, 2016).

Sulama suyu kalite parametreleri denildiğinde tarımsal amaçlı kullanılacak olan suyun kullanıma uygunluğu hakkında bilgiler sunulmalıdır. Genel olarak sulama sularında bazı kriterler değerlendirilmektedir. Bunlar;

- Eriyebilir tuzların toplam konsantrasyonu (EC)
- Sodyum (Na) iyonunun diğer katyonlara nisbi oranı
- Bor (B) gibi bazı toksik olabilecek özel elementlerin konsantrasyonları
- Bazı koşullarda kalsiyum (Ca) + magnezyum (Mg) konsantrasyonu ile ilgili olarak bikarbonat (HCO_3^-) konsantrasyonudur.

Bilindiği gibi tuzlar toprak çözeltisi içerisinde osmatik basınca neden olduklarından bitkinin su kullanımı üzerine etki ederler. Yüksek osmatik basınç etkisinde bitki su kullanımı etkilenir ve azalır bu durum bitkinin ölmesine sebep olduğundan sulama sularının içerdiği toplam tuzluluk miktarı sınıflandırma kriteri olarak değerlendirilmektedir (Yurtseven, 2016).

Na iyonunun oransal miktarı yüksek olduğunda toprağın fiziksel özellikleri olumsuz yönde değişir. Bu nedenle suların Na^+ içerikleri % Na veya sodyum adsorbsiyon oranı (SAR) değerleri kullanılarak hesaplanmalıdır (Erdoğan ve Dağdelen, 2012).

Bitki gelişimi için gereklidir ancak B gibi birkaç ppm değerini geçince zehir etkisi yapan bazı özel iyonlarda vardır. Bitki zararlanmaları toplam tuzluluk zararı olarak değerlendirilmediğinde bunlar incelenmelidir. Bu iyonlar; Na, Ca, Mg, K, Cl, Sülfat (SO_4), HCO_3 ve B olarak sınıflandırılabilir (Yurtseven, 2016).

Ortamda bulunan Ca ve Mg iyonları CO_3 ve HCO_3 ile kimyasal reaksiyona girme eğilimindedirler. Ancak bu reaksiyondan sonra ortamda hala HCO_3 kalırsa, bu iyon Na iyonu ile birleşerek NaHCO_3 oluşturarak yüksek derecede Na zararını artırır (Erdoğan ve Dağdelen, 2012).

Sulama Suyunun Toprak Özellikleri ve Bitki Gelişimi Üzerine Etkileri

Tarımsal sulamada toprak-bitki-su ilişkileri ve bunların insan ve çevreye olan etkileri üzerinde çok fazla durulmamaktadır. Bu nedenle üretici yeterince eğitilemediği için aşırı su kullanma eğilimi ortaya çıkmaktadır. Sonuç olarak, drenaj yetersizliği, yüksek taban suyu seviyesi, tuzluluk ve sodyumluluk gibi bazı toprak sorunları ortaya çıkabilmektedir.

Ülkemizde bir yandan yeni alanlar sulamaya kazandırılırken diğer yandan çok büyük yatırımlarla sulama şebekeleri tesis edilmiş araziler, yanlış tarım ve sulama uygulamaları nedeniyle hızla bozulmakta, kirlenmekte ve hatta kullanılamaz duruma getirilmektedir. Sulamaya açılan alanların büyük bir bölümü tuzluluk ve sodyumluluk

problemi ile karşı karşıyadır. Aşırı ve yanlış gübreleme toprak-bitki-su dengesini nitrit (NO₂)-nitrat (NO₃) kalıntılarıyla toprak yapısını bozmakta ve yer altı sularını kirletmektedir. Bilinçsiz sulama ile toprak tuzlaştırılmakta, taban suyu seviyesini ve kalitesini olumsuz etkilenmektedir.

Ülkemizde kurak veya yarı kurak bölgelerde başarılı bir sulu tarımın yapılabilmesi için toprak özelliklerine ve bitki ihtiyaçlarına uygun sulamanın yapılması gereklidir. Sulama suyunun arzu edilmeyen özellikleri bitki gelişmesini dolaylı ve dolaysız olmak üzere başlıca iki şekilde etkilemektedir.

Sulama suyunun bitki gelişmesine dolaysız etkileri ya bitki öz suyundan yüksek ozmotik koşulların yaratılması ya da suda fitotoksik (bitkilere zararlı) bileşiklerin bulunması nedeniyle ortaya çıkmaktadır (Kurunç, 2017). Bilindiği gibi bitkiler gelişmelerinin ilk dönemlerinde (çimlenme ve fide devrelerinde) olgunlaşma dönemlerine oranla erimiş tuzlardan daha fazla zarar görürler. Bu durum ya verimin azalmasına ya da hiç verim alınmaması sonucuna yol açmaktadır. Suda erimiş tuzların olumsuz etkileri;

- Bitkide vejetatif büyümenin durması,
- Meyve ve tohum gelişiminin azalması,
- Ürünlerin pazar kalite değerinin bozulması biçiminde şekline karşımıza çıkmaktadır.

Sulama sularında tuz bileşiklerinden başka sediment, tarımsal mücadele ilaçları veya patojenik organizmalar bulunabilir. Bunların bulunması özel olarak bitki gelişmesine etki etmese de bazı ürünlerin pazar değerine etki eder. Bunun yanında göz önünde bulundurulması gereken diğer bir husus da bitkilere zararlı olmayan fakat bitkilerde birikmesi halinde insan veya hayvanlara toksik (zehirli) olabilecek elementlerin sulama sularında bulunup bulunmadığıdır.

Sulama suyunun bitki gelişmesine olan ikinci etkisi dolaylı etki olup, sulama suyu kalitesinin toprağa etki yapması dolayısıyla oluşan etkidir. Örneğin; sulama suyunda sodyumun bulunması halinde bu elementin toprak kompleksleri tarafından adsorbe edilmesi kil fraksiyonunun dispersiyonuna neden olur. Bilindiği gibi kil fraksiyonunun dispersiyonu toprak geçirgenliğinin azalmasına, kilin alt horizonlara hızlı yıkanmasına ve toprak yüzeyinde kabuk tabakasının oluşmasına neden olmaktadır. Kabuk tabakası ise tohumların çimlenerek toprak yüzeyine çıkmasını güçleştirdiğinden genellikle istenmeyen bir özelliktir. Bununla beraber çok tuzlu sularla sulanan topraklar floküle olurlar ve bunun sonucu olarak toprakların infiltrasyon hızı artar. Bundan sonra tuz miktarı daha az olan sulama sularının kullanılması halinde topraktaki kil fraksiyonunun disperse olması nedeniyle toprak geçirgenliği ve infiltrasyon hızı azalır.

Sulama suyu kalitesinin diğer bazı özellikleri de bitki gelişmesine etkili olabilir. Örneğin bu özellikler arasından sulama suyunun sıcaklığı ile biyolojik oksijen ihtiyacı sayılabilir. Sulama suyu sıcaklığının çok yüksek veya düşük olması halinde bitki kök bölgesi derinliğindeki toprak sıcaklığı da yüksek veya düşük olması nedeniyle bitki gelişmesini yavaşlatır veya tamamen durdurabilir. Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOD) değerleri yüksek olan suların kullanılması halinde ise toprak havalanması olumsuz etkilenir ve oksijen elverişsizliği nedeniyle bitki gelişmesinde olumsuz etkiler görülebilir.

İnorganik ve organik kompleks bileşiklerden oluşan toprak, sulama suyunda bulunan bileşiklerle hem fiziksel hem de kimyasal olarak reaksiyona girer. Suyun kalitesini ortaya çıkaran bu bileşiklerle toprak kompleksleri arasında meydana gelen reaksiyonlar sonucu bazı toprak özellikleri etkilenmektedir. Örneğin sulama suyunda Ca iyonlarının bulunması toprağın fiziksel özelliklerinden hava ve su geçirgenliğinin düzelmesine neden olduğu halde Na iyonlarının bulunması tamamen aksi durumun ortaya çıkmasına neden olmaktadır.

Bilindiği gibi toprakların fiziksel özellikleri genellikle toprakların kimyasal bileşimleri ile yakından ilgili bulunmaktadır. Toprak infiltrasyon hızı, hava ve su geçirgenliği, toprak strüktürü, gözenek miktarı ve gevşekliliği gibi toprağın bazı fiziksel özelliklerinin toprağın kimyasal bileşimi ile değiştiği yapılan bazı araştırmalar sonucunda ortaya çıkmıştır. Sulama suyu kimyasal bileşimi de doğrudan toprak kimyası üzerinde etkili olduğundan su kalitesi ile toprak arasında yakın ilişki bulunmaktadır.

Bilindiği gibi toprağın organik ve kil fraksiyonları iyon değiştirme özelliklerine sahiptir. Bu toprak kompleksleri negatif (-) yük taşıdıklarından pozitif (+) iyonları yani katyonları adsorbe ederler. Adsorbe edilen katyonların başlıcaları da Ca Mg, potasyum (K), hidrojen (H) ve alüminyum (Al)'dur. Toprak içerisinde adsorbe edilen katyonların dağılımı toprak çözeltisi ile denge halindedir. Sulama veya gübreleme ile toprak çözeltisi bileşiminin değişmesi ile bu denge bozulur ve toprakta adsorbe edilmiş iyonların dağılımını değiştirir. Toprak komplekslerinde kalsiyum iyonlarının hâkim katyon olarak adsorbe edilmesi halinde bu toprak granüller bir strüktüre sahip olur ki kolayca işlenebilir ve geçirgen bir özellik gösterir.

Toprak komplekslerinde adsorbe edilen Na iyonları miktarının, topraktaki toplam katyonların %10 ve %15'inden fazla olması halinde kompleksleri dispersiyon durumuna geçer ve toprak daha az geçirgen bir özellik kazanır. Bu durum toprak içindeki toplam tuzların yüksek konsantrasyonları ile toprak komplekslerinin floküle olmalarına kadar devam eder. Toprak komplekslerinde Na iyonlarının fazlalaşması toprakların kurudukları zaman kabuk bağlamalarına, çatlama ve yarılmalarına, hava ve su geçirgenliğinin azalmasına neden olduğu gibi tohumların çimlenmelerini ve toprakların işlenmelerini oldukça güçleştirir.

Brokoli bitkisi için sulama suyu tuzluluğu ve su miktarlarının verim ve mineral madde içeriğine etkisi adlı çalışmada, bitki verimi üzerine sulama suyu tuzlulukları ile sulama suyu miktarlarının her ikisi de etkili olurken, kuru madde ve toplam kül değerleri üzerinde sadece tuzluluklar etkili olduğu görülmüştür. Verimde 6 dS/m düzeyinden itibaren önemli azalmalar olmuş, sulama suyu miktarındaki artış ise verimi azaltmıştır. Tuzluluğun artması bitki kuru madde miktarlarının azalmasına neden olurken, toplam kül içeriklerini artırmıştır (Yurtseven ve Baran, 2000).

Düşük kaliteli sulama sularının toprağa uygulanması, toprakta bitki besin maddeleri arasındaki mevcut olan dengenin bozulmasına, toksik iyonların birikimine, tuz miktarlarında artışlara ve toprak pH'sında düşümlere veya artışlara neden olmaktadır (Çakır ve ark. 1997).

Su Kirliliği ve Nilüfer Çayı Örneği

Günümüzde insan ve canlı hayatı için en önemli faktörlerden biri olan ve kısıtlı durumda bulunan su kaynaklarının kirlenmesi çok önemli bir çevresel sorun haline gelmiştir. Su kirliliği; su kaynağının kimyasal, fiziksel, bakteriyolojik, radyoaktif ve ekolojik özelliklerinin olumsuz yönde değişmesi şeklinde gözlenen ve

doğrudan veya dolaylı yoldan biyolojik kaynaklarda, insan sağlığında, balıkçılıkta, su kalitesinde ve suyun diğer amaçlarla kullanılmasında engelleyici bozulmalar yaratacak madde veya enerji atıklarının boşaltılması olarak tanımlanmaktadır (Anonim, 2004). En yaygın olarak su kirliliğinin meydana gelme sebebi atıksuların su kaynaklarına deşarj edilmesi sonucu oluşmaktadır. Genel olarak endüstriyel atıksuların sebep olduğu kirlenmelerde ekolojik denge bozulmasına daha çok rastlanmakta ve bu bozulma çoğunlukla geri dönüşü olmayan bir nitelik taşımaktadır (Tan, 2006).

Atıksular, meydana geldiği endüstriyel kuruluşun çeşidine göre; zararlı patojen mikroorganizmalar, organik ve inorganik bileşikler, alkaliler, metal tuzları, fenoller, oksitleyiciler, boyalar, sülfatlar, hidrokarbonlar, yağlar, demir (Fe), bakır (Cu), Al, civa (Hg), kadmiyum (Cd), arsenik (As), kobalt (Co), kurşun (Pb), krom (Cr) gibi ağır metaller ile organik fosfor (P) ve azot (N) gibi elementler içerebilmektedir. Bu atıksuların dere, nehir ve göl gibi su kaynaklarına verilmesi, su kaynaklarının kalitesini etkilemekte ve “kirlenmiş” olarak nitelendirilmesine neden olmaktadır. Bu olayın devamı olarak kirlenmiş suyun sulama amacıyla toprağa verilmesi ile sudaki kirlenici bileşenlerin toprağa ulaşmasına neden olunmaktadır. Bu nedenle akarsu, göller ve yeraltı su kaynaklarının kalite parametrelerinin takip edilmesi ve kirliliğin önlenmesi ülkelerin çevresel politikalarında önemli bir yer tutmaktadır. Kirliliğin önlenmesi için su kaynaklarının kirlilik durumunun, fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerindeki değişimlerin sıklıkla takip edilmesi ve değerlendirilmesi gerekmektedir. Su kaynaklarının ağır metallerce kirlenmesi durumunda, özellikle Hg, Cd ve Pb gibi çok düşük konsantrasyonlarda bile zehir etkisi gösteren ağır metaller söz konusu olduğunda bu durum daha da önem kazanmaktadır (Galas-Gorcher, 1991). Çünkü ağır metaller biyolojik sisteme bulaştığında bozulma ve yok olması söz konusu olmadığından çevresel açıdan büyük sorunlara neden olmaktadır. Fe, Cu ve çinko (Zn) gibi ağır metaller aynı zamanda bitki ve diğer canlılar için besin elementi olsalar bile bu metallerin yüksek miktarları da ekolojik sistem için denge bozan bir unsur olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bursa ilindeki su kaynaklarının kirliliği; sanayi tesislerinden kaynaklanan evsel ve endüstriyel nitelikli atıksular, yerleşim alanlarından kaynaklanan evsel nitelikli atıksular, düzensiz katı atık depolama sahalarında oluşup su kaynaklarına ulaşan süzüntü suları, katı atıkların su havzalarına dökülmesi, tarımsal amaçlı yapılan sulamadan sonra oluşan drenaj suları ile erozyon kaynaklıdır (CED, 2017).

Günümüzde kentleşmeye ve sanayileşmeye bağlı olarak, hem evsel hem de endüstriyel atıkların artması ile birlikte toprak ve su kirliliği önemli boyutlara ulaşmıştır. Bu durumun sonucu olarak ülkemizdeki birçok akarsu ve göl kirlilik yükü ile karşı karşıya gelmektedir. Bursa ilinde önemli bir yerüstü su kaynağı olan Nilüfer Çayı da benzer şekilde kirlenmiş ve su kalitesi kötüleşmiştir. Özellikle Bursa ilinde arıtma tesisi olan işletmelerin arıtma tesislerini düzenli çalıştırmamaları, buna ek olarak Bursa Ovasında verimli tarım arazileri üzerinde bulunan kaçak sanayi kuruluşlarının atıksularını Nilüfer Çayına doğrudan deşarj etmeleri ile çayın su kalitesi bozulmuş ve kirlilik düzeyi artmıştır (Anonim, 2011). Özellikle Bursa’yı baştan sona geçen Nilüfer Çayı ve kolları Bursa şehrine girişten batı yönü çıkışına varıncaya kadar “aşırı kirli su” sınıfına kadar kirlenmektedir. Bu durum “Su Havzalarında Kirlenme Durumlarının İncelenmesi ve Bu Havzalarda Kalite Sınıflarının Tespiti Projesi” kapsamında incelenen Susurluk Havzası’nda yer alan çaylar ve kolları ile ilgili olarak Nilüfer Çayı’nın hem organik hem de ağır metal açısından aşırı derecede kirlenmiş olduğu ve Nilüfer Çayı’nın diğer bir

kolu olan Soğanlıdere ve Ayvalı Deresi'nin su kalitesi Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ne (SKKY) göre IV. sınıfta yer aldığı şeklinde belirtilerek ortaya konulmuştur (Burak ve ark. 1997).

Çizelge 1. Bursa ili sınırları içerisinde kirliliğe maruz kalan su kaynakları ve kirlenme nedenleri

Su kaynağı	Kirlenme				
	Evsel sıvı atıklar	Evsel katı atıklar	Endüstriyel atıklar	Zirai faaliyetler	Denizcilik faaliyetleri
Marmara Denizi	x	x	x	x	x
Uluabat Gölü	x		x		
İznik Gölü	x		x	x	
Nilüfer Çayı	x	x	x		
Orhaneli Çayı	x		x		
Emet Çayı	x		x	x	
M. Kemalpaşa Çayı	x		x		
Susurluk Çayı	x		x	x	
Kocasu	x		x	x	
Karsak Deresi	x		x		

Kaynak (2002), tarafından Mart 1999 ile Haziran 2002 tarihleri arasında yapılan çalışmalarda, Bursa ili doğu ve batı atıksu arıtma tesislerinin giriş ve çıkışından alınan gümüş, alüminyum, arsenik, bor, kadmiyum, toplam krom, bakır, toplam demir, mangan, nikel, kurşun, antimon, kalay ve çinko miktarlarını belirlemişlerdir. Analiz sonuçları değerlendirilerek, tesislerin ağır metal giderim verimleri hesaplanmış ve verimi etkileyen faktörler irdelenmiştir. Bu 14 metal için ortalama giderim verimleri % 8 ile % 65 arasında değiştiğini hesaplamışlardır. Bursa kenti için, en önemli yüzeysel su kaynağı olan Nilüfer Çayı'nın mevcut kirlilik düzeyinin ortaya konması amacıyla Ekim 1999-Haziran 2002 tarihleri arasında 10 noktadan örnekler alınmıştır. Alınan anlık numunelerde pH, çözülmüş oksijen, biyokimyasal oksijen ihtiyacı, kimyasal oksijen ihtiyacı, toplam demir, bakır, kadmiyum, çinko, siyanür, florür, kurşun ve toplam krom parametrelerinin analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçları Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'ne göre değerlendirildiğinde Nilüfer Çayı su kalitesinin Bursa kent merkezi çıkışında açık bir kanalizasyon niteliğinde olduğu belirlenmiştir. Kent merkezindeki evsel ve endüstriyel deşarjlar nedeni ile yoğun olarak kirletilen Nilüfer Çayı bu kirliliğini Marmara Denizi'ne taşımakta olduğunu belirtmişlerdir.

Küçükbalı (2003) tarafından yapılan çalışmada, Nilüfer Çayına uygulanan QUAL2E modelinde, azot ve fosfor formları için kalibrasyon, doğruluk ve duyarlılık analizleri yapılmış ve modelin güvenilir bir şekilde kullanılabileceği görülmüştür. Şubat 2002-Ocak 2003 tarihleri arasında on beş ölçüm istasyonundan numuneler alınmıştır. Alınan anlık numunelerde pH, sıcaklık, iletkenlik, Ç.O, BOİ₅, KOİ, AKM, Ag, Al, As, B, Cd, Cr, Cu, Hg, Top Fe, Mn, Ni, Pb, Sb, Sn, Zn, NH₄-N, NO₃-N, TKN, Top N, PO₄-P, Top P, Klorofil-a ve toplam koliform parametresi analiz edilmiştir. Analiz sonuçları, Su Kirliliği ve Kontrolü Yönetmeliği'ne göre değerlendirildiğinde; Gümüştepe ve Kaplıkaya Deresi ölçüm istasyonları hariç olmak üzere diğer tüm ölçüm istasyonlarının 4. ve 3. su kalitesinde olduğu belirlenmiştir. Bu çalışma sonucunda, endüstrinin yoğun olduğu ve

aynı zamanda Doğu ve Batı Atıksu Arıtma Tesislerinin bulunduğu 1. ve 3. alt havzalann en çok kirlilik yükünü getirdikleri belirlenmiştir.

Dorak ve Çelik (2017) özellikle evsel ve endüstriyel atıkların Nilüfer çayı üzerine etkisini belirledikleri çalışmada, Nilüfer Çayı'na deşarj eden 5 arıtma tesisinin çıkış noktasından ve bu tesislerin deşarj ettikleri derelerden Ağustos 2013 –Mayıs 2014 arasında 4 farklı dönemde atıksu örnekleri almışlardır. Alınan su örneklerinde pH, EC, sıcaklık, klor, sülfat, nitrat - N, amonyum -N, fosfor, bor, karbonat, bikarbonat, toplam kation ve ağır metal miktarları analiz edilmiş, SAR ve RSC parametreleri hesaplanarak elde edilen sonuçlar Resmi gazetenin 13/2/2008-26786 sayılı su kirliliği kontrol yönetmeliğinde belirtilen kriterlere göre değerlendirilmiştir. Alınan su örneklerinde pH 7.04 - 9.36, EC 0.36 - 6.75 mS cm⁻¹, sıcaklık 10.7 - 32.9°C, amonyum-N 0-86.73 mg l⁻¹, nitrat N 0-19.33 mg l⁻¹, fosfor 0-10.68 mg l⁻¹, bor 0-3.85 mg l⁻¹, sülfat 7.82-624.03 mg l⁻¹, klor 7.09-857.89 mg l⁻¹ arasında değiştiği belirlenmiştir. RSC değeri 0-45.19 mg l⁻¹ ve SAR değerlerinin ise 0.21-36.71 arasında değiştiği bildirilmiştir. Çalışma sonucunda Nilüfer Çayı ve Nilüfer Çayı'na deşarj edilen kimi arıtma tesisleri atıksu kalite parametrelerinin dönemlere göre değişiklik gösterdiği, EC ve SAR dikkate alınarak yapılan sınıflandırmaya göre su numunelerinin C₂S₁-C₄S₄ sınıfları arasına girdiği ve deşarj öncesi ve deşarj sonrası Nilüfer Çayı'ndan alınan su parametreleri incelendiğinde ise arıtma tesislerinden deşarj edilen suların Nilüfer Çayı'nın özellikle pH, EC, amonyum, fosfor, sülfat, bor ve klor değerleri açısından olumsuz yönde etki ettiğini belirlemiştir.

Aşık ve Özsoy (2016) yapmış oldukları bir çalışmada, Nilüfer Çayı'nın ana kolları ve kirlilik kaynaklarını yorumlayarak, altı farklı araştırma alanı oluşturmuşlardır. Araştırma alanlarını kirletici faktörleri (bazı endüstriyel arıtma tesislerinin deşarj noktaları) ve sulamanın yoğun yapıldığı yöreler tespit ederek belirlemiştir. Belirlenen bölgelerden toprak, su, bitki ve sediment (dip çamuru) örnekleri toplayarak örneklerde bazı kimyasal ve fiziksel analizler yapmışlar ve tüm örneklerin ağır metal [Cd, Cr, nikel (Ni), Pb, Cu, Zn, Fe ve mangan (Mn)] içeriklerini belirlemiştir. Çalışmada ayrıca su örneklerinin sulamaya uygunluk sınıfları ile toprak ve sediment örneklerinin toplam ve DTPA ile ekstrakte edilebilir ağır metal içeriklerini de belirlemiştir. Elde ettikleri analiz sonuçlarını ilgili yönetmeliklerde belirtilen sınır değerler ve bazı uluslararası kirlilik sınır değerleri ile karşılaştırmışlardır. Bunlara ek olarak, proje araştırma alanlarının kirlilik indekslerini (kirlilik faktörü (CF), zenginleşme faktörü (EF) ve jeobirikim indeksi (Igeo)) belirlemiştir. Toprak, su, bitki ve sediment örneklerinde yapılan tüm analiz sonuçlarını bölge için oluşturulan bir veri tabanına girerek incelenen her bir numuneye ait laboratuvar analiz değeri ve özellik ile ilgili renkli mekânsal dağılım haritalarını coğrafi bilgi sistemi (CBS) içinde oluşturmuşlar ve bazı istatistiksel analizler gerçekleştirmişlerdir. Böylece araştırma alanlarında toprak, bitki, Nilüfer Çayı suyu ve dip çamurunun incelenen özellikler bazında güncel durumunu gösteren renkli mekânsal dağılım haritaları ve kirlilik haritalarını elde etmişlerdir.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre; Nilüfer Çayının ötrofikasyon nedeni olan N ve P açısından IV. sınıf su kalitesinde olduğu; Pb, Cu ve Ni içeriği yönünden ise III. ve IV. sınıf su kalitesine sahip olduğu belirlenmiştir. Sediment (dip çamuru) kalite kriterlerine göre değerlendirildiğinde ise Nilüfer Çayı dip çamuru örneklerinin ağır metal içerikleri (Zn, Cu, Cr, Ni ve Pb) “orta” ve “aşırı düzeyde kirlenmiş” sınıflarında yer aldığı belirlenmiştir. Araştırmacılar proje kapsamında belirlenen araştırma alanlarında Nilüfer Çayının sulamada

kullanılması sonucu topraklarda ağır metal birikiminin olduğu ve özellikle bitki yetiştiriciliğinde önemli olan alınabilir miktarlar [diethylamin triamin penta asetik asit (DTPA) ile ekstrakte edilebilir] açısından Nilüfer Çayı kenarında yer alan ve yoğun tarımsal üretim yapılan topraklarda artışın olduğunu belirlemişlerdir. Çalışma bölgelerinde kirlilik faktörü (CF) değerleri 0,31 ile 6,31 arasında; zenginleşme katsayısı (EF) değerleri 0,20 ile 5,54 arasında değişim göstermiştir. Thomilson vd. (1980) kirlenme faktörü (CF) değerlerinin 1 ile 6 değerleri arasında değişim gösterdiğini ve 1-3 değerleri arasında orta düzeyde kirliliğin, 3-6 değerleri arasında ise ciddi bir kirliliğin olduğunu ifade edilmiştir. Mmolawa vd. (2011) tarafından bildirilen sınıflandırma $EF < 2$: minimum birikim, $2 < EF < 5$ orta, $5 < EF < 20$ önemli, $20 < EF < 40$ çok yüksek birikim ve $EF > 40$ son derece yüksek birikim olduğu şeklinde bildirilmiştir.

Bazı çalışma alanlarından alınan bitki örneklerinde Cu, B, Cr ve Ni miktarının toksik sınırlarda bulunduğu da tespit edilmiştir. Ağır metallerin bitkiye taşınım katsayılarının ise $Cd > Zn > Cu > Pb > Mn > Ni > Cr > Fe$ şeklinde sıralandığını belirtmişlerdir (Aşık ve Özsoy, 2016).

Sonuç

Nüfus artışı ve sanayileşme gün geçtikçe artmakta ve bu durum özellikle yoğun göç alan büyükşehirlerin içinde ve yakınında yer alan toprakların, bitki örtüsünün, yerüstü ve yeraltı sularının ve atmosferin, kısacası çevrenin, kirlenmesine neden olmaktadır. Tarımsal üretimde sulamanın önemi herkes tarafından bilinmektedir. Bu noktada sulamada kullanılacak suyun kalitesi büyük önem taşımaktadır. Akarsular, göller ve diğer su kaynaklarının kirlenmesi ile sulamada kullanılacak suyun kalitesi ve miktarında önemli sorunların ortaya çıkacağı açıktır. Aksi takdirde sulama suyu kalitesi düşük sularla yapılacak sulama ile toprak özellikleri ve bitki gelişiminde meydana gelebilecek olumsuzluklar insan ve çevre sağlığı açısından büyük sorunlar yaratacaktır. Bu nedenle, Bursa ilinde önemli bir sulama kaynağı olan Nilüfer Çayı ve onun kollarının sulama amaçlı kullanıldığı bölgelerde oluşabilecek çevresel ve sağlık risklerinin önüne geçilebilmesi, su kirliliğinin önlenmesi ve çayın ıslahı için yetkili kurumlar tarafından hazırlanacak kapsamlı bir eylem planının en kısa sürede hayata geçirilmesi gerekmektedir. Böylelikle yöre halkının Nilüfer Çayı'ndan yararlanma olanakları (balıkçılık, spor faaliyetleri, taşıma, vb.) da artacak ve yöreye ekonomik kazanç da sağlanacaktır.

Kaynakça

- Aksoy, A, Demir, F. ve Öztürk, S. 2014. Türkiye'de Tarımsal Amaçlı Su Kullanımı ve Sürdürülebilirliği, XI. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi, 3-5 Eylül, Samsun. s: 462-469.
- Aksungur, N. ve Firidin, Ş. 2008. Su Kaynaklarının Kullanımı ve Sürdürülebilirlik. SUMAE Yunus Araştırma Bülteni, 8:2.

- Anonim. 2004. Türkiye Çevre Atlası, T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, ÇED ve Planlama Genel Müdürlüğü Çevre Envanteri Dairesi Başkanlığı, Ankara. s: 10.
- Anonim. 2005. Avrupa'da Çevrenin Mevcut Durumu ve Görünümü 2005 Yönetici özeti, https://www.eea.europa.eu/publications/state_of_environment_report_2005_1 (Erişim Tarihi: 11.07.2018)
- Anonim. 2007. Dokuzuncu Kalkınma Planı (2007-2013), Rekabet Hukuku ve Politikaları, Özel İhtisas Komisyon Raporu. Yay. No. 2723-676.
- Anonim. 2011. Nilüfer Belediyesi Sağlık İşleri Müdürlüğü 2011 Yılı Faaliyet Rapor, Bursa. s: 12-27.
- Anonim. 2011. DSİ Genel Müdürlüğü, Tarımda Sulamanın Önemi. <http://www.dsi.gov.tr/docs/hizmet-alanlari/tarim-sulama.pdf?sfvrsn=2>. (Erişim Tarihi: 11.07.2018)
- Aşık, B.B. ve Özsoy, G. 2016. Nilüfer Çayı ile sulanan topraklarda ağır metal içeriklerinin belirlenmesi ve ağır metallerin bitkiye taşınım durumunun araştırılması. TUBİTAK TOVAG 114O713 nolu proje, Ankara, 75 s.
- Burak, S., Duranyıldız, İ ve Yetiş, Ü. 1997. Su Kaynaklarının Yönetimi, Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı Ulusal Çevre Eylem Planı, 106 s.
- Çakır, R., Gidirışlioğlu, A., Tok, H.H., Avşar, F., Ekinci, H., Yüksel, O. 1997. Kirli nehir sularının entisol ordosuna ait toprağın bazı özelliklerine ve ayçiçeği bitkisinin gelişmesine etkileri. I. Trakya Toprak ve Gübre Sempozyumu, Tekirdağ, s:183-190.
- CED, 2017. Bursa İli 2016 Yılı Çevre Durum Raporu, Bursa Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, Hazırlayan: ÇED ve Çevre İzinleri Şube Müdürlüğü-Bursa. s: 21-44.
- Dağdelen, E. 2012. Sulama Suyu Kalitesi/ (Farklı kaynaklardan derleme ve çeviri çalışması) <https://www.google.com.tr/search?q=ender+da%C4%9Fdelen%2C+sulama+suyu+kalitesi&oq=ender+da%C4%9Fdelen%2C+sulama+suyu+kalitesi&aqs=chrome..69i57.4828j0j4&sourceid=chrome&ie=UTF-8>. (Erişim Tarihi: 12/07/2018).
- Dorak, S., ve Çelik, H. 2017. Irrigation water quality of Nilüfer Stream and effects of the wastewater discharges of the treatment plants. Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2017, 54 (3):249-257
- Galas-Gorcher, H.1991. Dietary intake of petricide residues: Cadmium,Mercury and Lead. Food add. Cont., 8: 793-80.
- Kaynak, A.G. 2002. Bursa şehir merkezinden kaynaklanan atıksular, arıtılmaları ve Nilüfer Çayı'na etkileri, Yüksek Lisans Tezi, U.Ü.Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa.
- Kurunç, A. 2017. Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk, Tuzluluğun Bitkilere Etkisi, Akdeniz Üniversitesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü Ders Notları. 2017-2018 EÖY Bahar yılı.
- Küçükballı, A. 2003.Nilüfer çayı havzası su kalitesinin belirlenmesi ve bazı parametrelerin QUAL2E modeli ile incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa.
- Mmolawa, K., Likuku, A. ve Gaboutloeloe, G. 2011. Assessment of heavy metal pollution in soils along roadside areas in Botswana. African Journal of Environmental Science and Technology, 5(3),186-196.

- Ochqun, M.H. 2015. Türkiye’de Su Yönetiminin Kurumsal Yapısına İlişkin Tespitler – Öneriler, Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kamu Yönetimi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. s: 21.
- Tan, A. 2006. Atık sularda bazı kirlilik parametrelerinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne. s: 34-36.
- Thomilson, D. C., Wilson, D. J., Harris C. R. ve Jeffrey, D. W. 1980. Problem in heavy metals in estuaries and the formation of pollution index. *Helgoländer Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen*, 33(1-4): 566-575.
- Yurtseven, E. ve Baran, H. Y., 2000. Sulama suyu tuzluluğu ve su miktarlarının brokkolide (*Brassica oleracea* botrytis) verim ve mineral madde içeriğine etkisi. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 24: 184-190.
- Yurtseven, E. 2016. Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk, Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Açık Ders Malzemeleri. (Erişim Tarihi: 12/07/2018).



Sürdürülebilir Atık Yönetiminde Sera Atıklarının Kompost Olarak Değerlendirilmesi

Melis ÇERÇİOĞLU^{1*}

Öz: Sürdürülebilir bir tarım, doğal kaynakların korunarak etkili bir şekilde kullanımı ile mümkündür. Organik atıkların sürdürülebilir bir şekilde tekrar doğal döngüye kazandırılmasında en başarılı yöntemlerden birisi kompostlamadır. Bitkisel kökenli atıklar, zengin bir organik madde kaynağı olmasının yanında bitki besin maddesi içerikleri yönünden de önemli bir potansiyele sahiptirler. Bu derlemede; organik madde içeriği düşük ülkemiz topraklarının verimlilik kapasitesini arttırmak için sera bitkisel atıklarının kompostlanarak tarım topraklarına organik madde olarak geri dönüşümünün sağlanması ile çevre üzerine olan olumsuz etkilerinin azaltılması ve diğer organik gübrelere alternatif olarak kullanılabilme imkanları değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Atık yönetimi, kompostlama, sera atıkları, toprak verimliliği.

Evaluation of Greenhouse Wastes as Compost in Sustainable Waste Management

Abstract: Sustainable agriculture is possible by the efficient use and conservation of natural resources. Composting is one of the most successful method for re-entering organic waste in the natural cycle. Plant wastes have a good organic matter content and also very important potential in terms of plant nutritional contents. In this review; it is evaluated to recycle of composting greenhouse plant wastes as organic matter into the soils to

* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** ¹ Melis ÇERÇİOĞLU, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Simav Meslek Yüksek Okulu, Kütahya, Türkiye, melis.cercioglu@dpu.edu.tr, OrcID 0000-0002-6985-7745

Atıf/Citation: Çerçioğlu, M. 2019. Sürdürülebilir Atık Yönetiminde Sera Atıklarının Kompost Olarak Değerlendirilmesi. *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 33 (1), 167-177.

increase the fertility of our soils which have low organic matter content and decrease of negative affects to the environment and the usage possibilities as alternative instead of other organic manures.

Keywords: Composting, greenhouse wastes, soil fertility, waste management.

Giriş

Tarımsal üretimde sürdürülebilirlik ve bitkisel üretimde yüksek verimlilik sağlanması için toprağın korunması ve geliştirilmesi en önemli parametreler arasındadır. Uzun yıllardır yapılan bilinçsiz tarım uygulamaları, toprakların organik madde içeriğinin sömürülmesine yol açmıştır. Yoğun tarım sistemi altındaki toprakların verimliliklerinin sürdürülebilmesi için toprağa yeterince organik madde ilavesinin gereği kaçınılmazdır. Türkiye topraklarının büyük bir kısmının çok az organik madde içerdiği ve zamanla bu miktarın daha da azalarak toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini olumsuz olarak etkilediği bilinmektedir (Demirtaş, 2004).

Sürdürülebilir bir toprak kalitesi için organik atıkların toprağa ilavesi, toprağın organik madde içeriği ve besin maddeleri üzerine çok önemli etki sağlayan yaygın bir uygulamadır. Organik gübre uygulamalarının, toprakların organik madde (Yılmaz ve Alagöz, 2010) ve azot içeriklerinde (Alagöz, 2006; Okur, 2008) önemli oranda artış sağladığı bilinmektedir. Ayrıca organik atıkların toprağa uygulanması ile toprakların mikrobiyolojik aktiviteleri, strüktürü, hava-su dengesi olumlu yönde etkilenir (Eriksen, 2005; Randhawa, 2005; Candemir ve Gülser, 2007; Chaturvedi, 2008).

Ülkemizde çiftlik gübresi, açık ve örtü altı sebze ve meyve yetiştiriciliğinde toprağın organik madde miktarını arttırmak ve kış aylarında bitkileri soğuktan korumak amacıyla kullanılmaktadır. Fakat çiftlik gübresinin maliyetinin yüksek olması, hastalık veya zararlı etmeni taşıması ve ayrıca temininde yaşanan güçlükler nedeniyle, kullanım oranı giderek azalmaktadır. Günümüzde hem çevresel kirliliğin önlenmesi hem de atıkların değerlendirilmesi amacıyla, bitkisel üretim sonucunda ortaya çıkan hasat atıklarının veya hammaddesi tarımsal ürün olan pek çok işletme atığının tarımsal üretimde girdi olarak kullanılması yaygınlaşmıştır. Bitkisel atıklar veya agro-endüstriyel atıkların tarımda başarılı bir şekilde kullanılabilmesi yapılan pek çok çalışma ile belirlenmiştir. Bu atıkların topraklara doğrudan uygulanması ile organik madde ve bitki besin maddesi kaynağı olarak kullanılabilmesi, aynı zamanda belli oranlarda karışımlar ile yetiştirme ortamı olarak da değerlendirilebileceği belirlenmiştir (Özenç, 2004; Benito, 2005, 2006).

Sera atıklarının bertaraf edilmesi üreticiler için ciddi bir problem oluşturmaktadır. Bu atıklar ya yakılarak yok edilme yoluna gidilip çevre kirliliğine yol açmakta ya da bahçe kenarlarına gelişigüzel atılarak bertaraf edilmeye çalışılmaktadır. Ancak sera koşullarında yoğun biyokütle birikimi, sera içerisinde hastalık ve zararlı yayılımı gibi problemlere neden olabilmektedir. Atıkları yakarak yok etmenin çevreye zararlı olması ve potansiyel faydalarından yararlanılmaması nedeniyle alternatif bir bertaraf yöntemi olan kompostlama ile tarımda değerlendirilmesi son yıllarda önem kazanmakta, pek çok bilimsel araştırmaya konu olmaktadır.

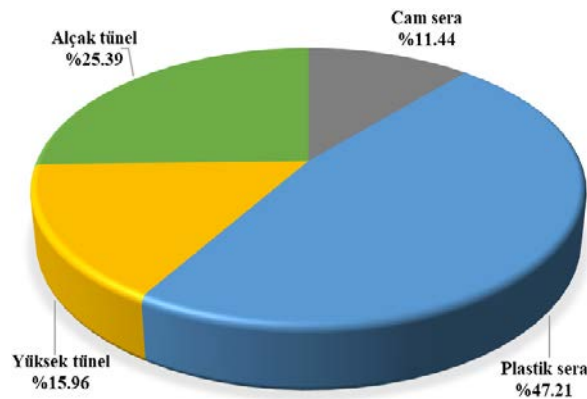
Bu çalışmada, sera atıklarının kompostlanarak geri dönüşümünün sağlanması ile diğer organik madde kaynaklarına alternatif olarak kullanılabilme imkanları ve çevre üzerine olan olumsuz etkilerinin azaltılması konuları değerlendirilmiştir.

Ülkemizde Seracılık ve Bitkisel Atıklar

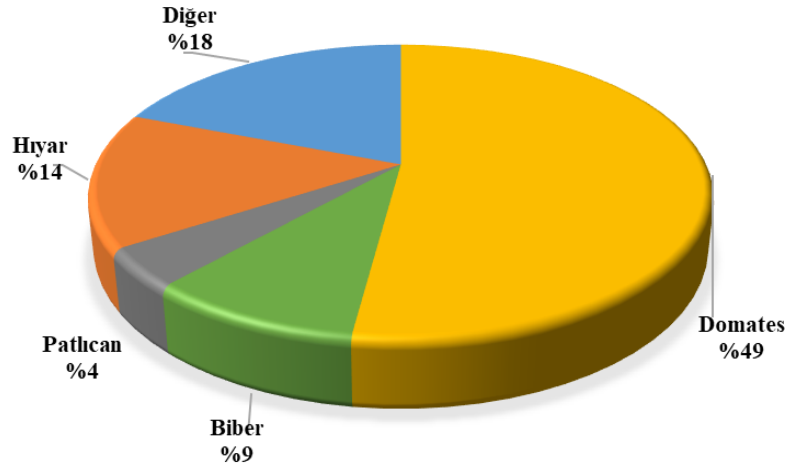
Örtüaltı yetiştiriciliği olarak da tanımlanan seracılık faaliyetleri 19. yüzyılın başlarında Kuzey Avrupa ülkelerinde başlamış olup, II. Dünya savaşından sonra Dünya’da gelişme göstermiştir. Türkiye’de ise 1940’lı yıllarda Antalya ilinde başlayan seracılık faaliyetleri, günümüzde yoğun olarak Akdeniz ve Ege Bölgeleri’nde yapılmaktadır (Kervankıran, 2011; Çerçioğlu ve Şahin, 2016).

Türkiye’de örtüaltı sebze yetiştiriciliği, ekonomiye katkı sağlayan önemli bir tarımsal üretim koludur. 2016 yılı Gıda ve Tarım Örgütü’nün verilerine göre; Avrupa 173 561 ha, Güney Amerika 12 502 ha, Kuzey Amerika 7 288 ha, Asya 224 974 ha ve Afrika 36 993 ha örtüaltı sebze yetiştiriciliği alanına sahiptir (FAO, 2018). Ülkemiz örtüaltı varlığı bakımından Dünya’da ilk dört ülke arasında, Avrupa’da ise İspanya ile ilk sırada bulunmaktadır. Ülkemizde örtüaltı yetiştiricilik yapılan alan 2017 yılı itibariyle yaklaşık olarak 75.21 hektardır (Anonim, 2018). Bunun 44.08 ha’ı (%58.6) cam ve plastik sera, geriye kalan 31.12 ha’ı (%41.3) alçak ve yüksek tünellerden oluşmaktadır (Şekil 1).

Örtüaltı yetiştiricilikte Antalya ilimiz %51’lik payla (3.2 milyon ton) birinci sırada olup, bunu sırasıyla Mersin %18 (1 milyon ton), Adana %11 (670 bin ton) ve Muğla %9 (527 bin ton) illeri takip etmektedir. Bu 4 ildeki örtüaltı üretimi (yaklaşık 5.4 milyon ton), toplam örtüaltı üretimimizin yaklaşık %90’nını oluşturmaktadır. Türkiye’de 2017 yılında 30.8 milyon ton sebze üretilmiştir. Bu üretimin %76’si açıkta ve %24’ü ise örtüaltında gerçekleşmiştir (Anonim, 2018). 2017 yılı TÜİK verilerine göre toplam örtüaltı üretimimizin %94’ü sebze ve %6’sı meyve üretiminden oluşmaktadır. Serada üretilen toplam sebze üretiminde (7 383 879 ton) domates 3 829 831 ton ile birinci sırada yer almakta, bunu 1 121 625 ton ile hıyar, 704 293 ton ile biber ve 344 620 ton ile patlıcan izlemektedir. Geriye kalan alanlarda da kavun, karpuz, kabak, fasulye ve marul gibi diğer sebze türleri yetiştirilmektedir (Şekil 2, Anonim, 2018).



Şekil 1. Ülkemizde farklı örtüaltı yapılarının oransal dağılımı



Şekil 2. Ülkemizde seralarda yetiştirilen sebzelerin oransal dağılımı

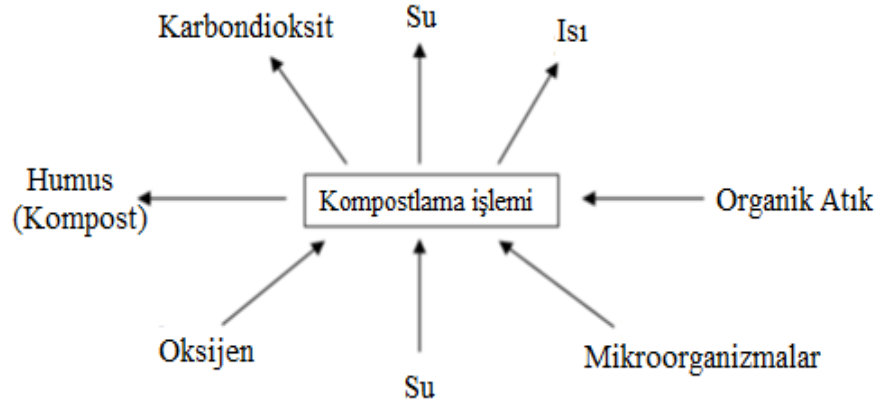
Ülkemizde seracılıkta birim alandan daha fazla ürün elde etmek amaçlanmaktadır. Bu nedenle birim alanda yetiştirilen bitki sayısı ve elde edilen biyokütle ağırlıkları fazla olmaktadır. Tarımsal alanlarımızın ürün çeşitliliğine ve iklim özelliklerine bağlı olarak büyük miktarlarda organik atık ortaya çıkmakta ve bu atıkların genel olarak herhangi bir sistemli değerlendirilmesi yapılmamaktadır. Sönmez ve ark. (2002) tarafından yapılan bir araştırmada Antalya-Kumluca'da sadece domates seralarından yılda yaklaşık 57 500 ton, Antalya ilinde ise 330 625 ton bitki atığının çevreye gelişigüzel atıldığı ve yakılarak yok edildiği belirtilmektedir.

Ülkemizde bitkisel üretim sonrasında yılda yaklaşık olarak 12.8 milyon ton organik atık açığa çıkmaktadır (Başçetinçelik, 2006). Özellikle seracılığın yoğun olarak yapıldığı Antalya ilinde yetiştiricilik yapılan 17 252 ha cam ve plastik sera alanından her yıl yaş bazda yaklaşık 1 182 bin ton, kuru bazda ise 176 bin ton bitkisel biyokütle atığı çıkmakta ve bu değerler Türkiye sera alanlarından çıkan atıkların yaklaşık olarak %70'ini oluşturmaktadır (Bilgin, 2013). Türkiye'de üretim yapılan cam ve plastik seralardan her yıl kuru bazda yaklaşık 204 bin ton domates, 35 bin ton biber ve 14 bin ton patlıcan bitkisi atıkları olmak üzere toplamda 252.8 bin ton bitkisel biyokütle atığı ortaya çıkmaktadır (Bilgin, 2012). Sebze üretimindeki artış ile atık miktarlarında da bir artış gözlenmektedir. Antón ve ark. (2005) örtü altı yetiştiricilikte en önemli problemin ortaya çıkan atık olduğunu belirlemiştir. Cheuk ve ark. (2003) bitkisel üretim sonucunda oluşan materyallerin meyve, bitki budama atıkları ve tüm bitki organları olduğu; örtü altı domates ve biber üretimi sonucunda yıllık 175 ton ha⁻¹ organik atık oluştuğunu belirlemiştir. Bu atıkların içermiş oldukları bitki besin maddesi miktarları bitki türüne göre değişmektedir. Örneğin domates bitkisinin hasat atıklarında depolanmış olarak kalan NPK miktarları 9.5 kg da⁻¹ N; 2.7 kg da⁻¹ P ve 13 kg da⁻¹ K olarak belirlenmiştir (Kaygısız, 1996).

Kompostlama ile Sera Atıklarının Geri Dönüşümü

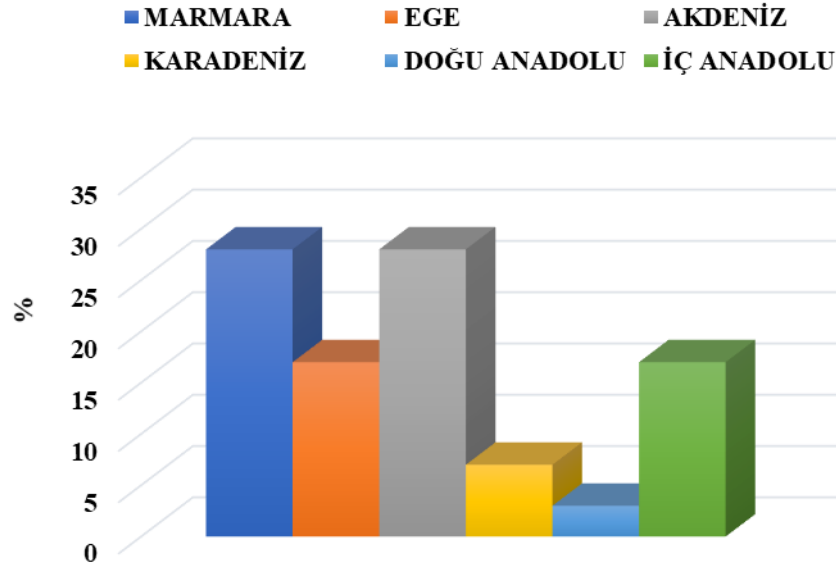
Kompostlama, toprak düzenleyicileri ve/veya organik gübre olarak kullanılabilen stabilize organik materyallerin oluşumu ile kontrollü bir mikrobiyal aerobik ayrışma işlemi olarak tanımlanmaktadır (Bari ve Koenig, 2001; 2002; Sönmez, 2012; Sarangi ve Lama, 2013). Bir diğer deyişle, kontrollü optimum nem, sıcaklık ve havalandırma koşulları altında karışık mikrobiyal popülasyon tarafından heterojen organik atıkların humus benzeri maddelere dönüştüren biyolojik bir işlemdir (Şekil 3, Atalia, 2015). Bu işlem, her yerde kabul edilen bir uygulama olup organik atıkları tarımsal kullanım için geri dönüştürmede en etkili araçlardan birisidir (Raj ve Antil, 2011).

Kompostlamada oksijen ve havalandırma; C/N oranı; nem; porozite, yapı, kıvam ve partikül boyutu; pH, sıcaklık ve süre gibi parametreler kaliteye etki etmektedir (Öztürk ve ark., 2015). Ayrıca, kompostun kalitesi genellikle eriyen tuzlar, stabilite ve zararlı otlar, ağır metaller, fitotoksik bileşikler ve yabancı maddeler gibi toprakta istenmeyen bileşenlerin varlığına ve yığından yığına ürünün üniformluğuna da bağlıdır. İdeal bir kompostun pH'sı 6.5-8.0, C/N oranı 25/1-30/1, nem içeriği %50-60, oksijen konsantrasyonu >%5, partikül boyutu 0.32-1.27 cm ve sıcaklığı 54-60°C sınır değerlerinde olmalıdır (Öztürk, 2017).

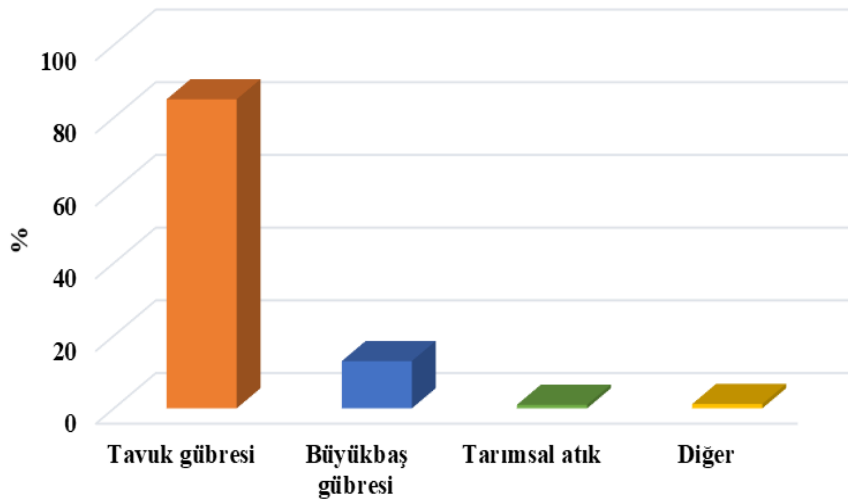


Şekil 3. Kompostlama işlemi

Külcü ve Çaylak (2015) ülkemizdeki kompost üretimi ile ilgili yaptıkları bir anket çalışmasında, Marmara ve Ege bölgesinde ağırlıklı olarak tavukçuluk yapan işletmelerin kompost üretimi yaptığı, Akdeniz bölgesinde ise mantar kompostu tesislerinin ağırlıkta olduğunu belirlemişlerdir. Karadeniz ve Doğu Anadolu bölgelerimizde ise kompost üretiminin yoğun olmadığı gözlenmiştir (Şekil 4). Ayrıca, bu anket çalışması kapsamında hammadde türlerine göre kompost üretim oranları toplam üretim kapasitesi açısından değerlendirildiğinde; ülkemizde bir yılda üretilen 236 265 ton kompostun; 201 445 ton'u tavuk gübresinden, 31 820 ton'u büyükbaş gübresinden, 3 000 ton'u diğer atıklardan, 2 400 ton'u tarımsal (bitkisel) atıklardan üretildiği belirlenmiştir (Şekil 5, Külcü ve Çaylak, 2015).



Şekil 4. Ülkemizde tarımsal atıklardan kompost üreten fabrikaların oransal dağılımı



Şekil 5. Ülkemizde üretilen kompostun kullanılan hammaddelere göre oransal dağılımı

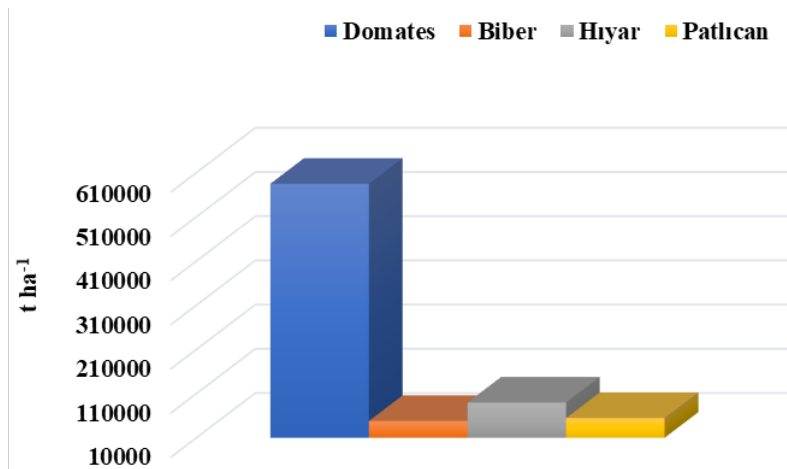
Dünya’da ve ülkemizde atıkların özelliklerine ve kompostun kullanılacağı alana göre kompostlama işleminde farklı yöntemler ve teknolojiler bulunmaktadır. Yaygın olarak kullanılan kompostlama yöntemleri; karıştırmalı yığın, statik yığın (doğal havalandırma), statik yığın (zorlamalı havalandırma), kapalı reaktör sistemleri (konteyner, tünel ve dönen tambur tipi) olarak sıralanabilir. Kapalı sistemlerde işlem başarısı ve pastörizasyon etkisi oldukça yüksek olup, yatırım ve işletme maliyetleri yüksektir. Kapalı sistemler genel olarak, pastörizasyon etkisinin tarımsal atıklardan daha önemli olduğu arıtma çamurları ve koku kontrolünün önemli olduğu kentsel atıkların kompostlanmasında yaygın olarak kullanılmaktadır. Tarım sektöründe ise kapalı sistemler mantar kompostu üretiminde tercih edilmektedir. Tarımsal gübre ve/veya toprak düzenleyicisi olarak kompost üretiminde büyük oranda açık sistemler kullanılmaktadır. Ülkemizde tarımsal kompost üretiminde genellikle

karıştırmalı sistemlerin kullanıldığı bilinmektedir. İşlem başarısı düşük olmasına rağmen karıştırmalı sistemlerin tercih edilmesinin en önemli nedeni, statik yığın sistemlerinin ihtiyaç duyduğu işlem kontrol ve komuta düzenlerinin yurt dışından ithal ediliyor olmasıdır (Külcü, 2013). Ülkemizde faaliyet gösteren tarımsal kompost işletmelerinin yaklaşık %3'ünde statik yığın, %66'sında karıştırmalı yığın ve %31'inde kapalı sistemler kullanılmaktadır (Külcü ve Çaylak, 2012).

Külcü (2016) tarımsal biyokütle potansiyelini incelediği bir çalışmada, Afyonkarahisar ilinde bir yılda açığa çıkan 2 838 954 ton bitkisel atıktan (%20 nem içeriğinde) 1 490 451 ton kompost üretilmesinin mümkün olduğunu belirtmiştir. Karaca (2017), Antalya' da yaptığı bir çalışmada toplamda en fazla atığın 165.3 bin ton ile domates bitkisi, bunu da 27.35 bin ton atık miktarı ile biber ve yaklaşık 10 bin ton atık miktarı ile patlıcan bitkisi üretiminden kaynaklandığını belirtmiştir. Bu üç bitkinin sera üretiminde oluşturdukları bitkisel atık miktarı ise kuru bazda toplam 202.65 bin ton olarak belirlenmiştir.

Sera atıklarından elde edilen kompostların analizleri sonucunda yüksek besin değeri içeriğine ve iyi fiziksel özelliklere sahip olduğu belirlenmiştir. Elde edilen bu kompostlar üreticiler tarafından kendi seralarında yüksek kaliteli bir yetiştirme ortamı oluşturmak amacıyla kullanılabilir. Domates gibi yüksek değerli sebze bitkilerinden kompost uygulaması, çayır ve çimlerden elde edilen kompost uygulamasından daha ekonomik ve pratik olabilmektedir (Roe ve Cornforth, 2000). Bu konu ile ilgili yapılan bir araştırma sonucunda geleneksel yetiştirme ortamı olan talaş yerine sera atıklarından elde edilen kompost kullanıldığında %10 verim artışının sağlandığı belirtilmektedir. Aynı çalışmada 4 ha domates veya biber serasında bu kompostların kullanımıyla yıllık 8 000 \$ tasarruf sağlanabileceği de belirtilmiştir (Cheuk, 2003; Karaca, 2017).

Sönmez ve ark. (2008) Antalya'da sera bitki atıkları ile ilgili yürüttükleri bir çalışmada üretim sezonu sonunda sebzelerden (domates: 584 745, biber: 48 014, hıyar: 89 757 ve patlıcan: 54 605 ton ha⁻¹) elde ettikleri toplam bitkisel atık miktarı 777 112 ton ha⁻¹ olarak belirlemiştir (Şekil 6). Domates bitki atıkları ile 7 043 ton ha⁻¹, biber bitki atıkları ile 832 ton ha⁻¹, hıyar bitki atıkları ile 1 435 ton ha⁻¹ ve patlıcan bitki atıkları ile 904 ton ha⁻¹ besin maddesinin yok olduğu belirlenmiştir. Ayrıca gübre kaynağı olarak kullanılacak 7 159 ton ha⁻¹ a eşit olan besin maddelerinin (N, P₂O₅ ve K₂O gibi) bitkisel atıklar ile kayıp olduğu belirlenmiştir.



Şekil 6. Ülkemizde üretim sezonu sonunda elde edilen toplam bitkisel atık miktarları

Sönmez ve Kaplan (2010) tarafından yürütülen bir çalışmada, kompost uygulamalarının toprak organik madde içeriğinde artış sağladığı belirlenmiştir. Herencia ve ark. (2011) bir bitki rotasyon sistemi altında serada ve açık alandaki parsellerde tın bünyeye sahip bir toprağa kimyasal gübreler ile yığın tipi kompostlama tekniği ile elde edilen bitkisel atık kompostu (pH: 7.7, EC: 2.6 dS m⁻¹, OC: %18.3, N: %0.9, P: %0.58, K: %0.36) uygulamıştır. Seradaki ve tarladaki parsellerin her ikisinde de kompost kullanımı kimyasal gübrelemeye göre; organik karbonu ve agregat stabilitesini önemli oranda arttırmış, hacim ağırlığında ise azalma sağlamıştır. Tarladaki parsellerde en düşük hacim ağırlık değerleri belirlenirken, seradaki parsellerde en yüksek agregat stabilitesi değerleri elde edilmiştir.

Aşık ve Kütük (2012) çay atığı kompostunun, çim bitkisinin bazı özellikleri (kuru ot verimi, fide kuru ağırlığı, desimetrekaredeki kardeş sayısı, N ve K içeriği) üzerine ahır gübresi ve peat uygulamalarına oranla daha olumlu sonuç elde etmişlerdir.

Sönmez (2012), reaktör tipi kompostlama yöntemi ile farklı organik atıkların kompostlanmasında optimum karışım oranı ve besin elementi içeriklerini incelemiştir. Buna göre en iyi karışım oranı ve en yüksek N, K besin maddesi içeriği %30 sığır gübresi+%20 saman+%50 brokoli atığı kompostundan; diğer makro ve mikro besin maddeleri, pH ve EC açısından ise en iyi değerler %70 sığır gübresi+%20 saman+%10 brokoli atığı içeren komposttan elde edilmiştir.

Çerçioğlu ve ark. (2017) Kütahya-Simav yöresindeki seralardan hasat sonrası elde ettikleri atıkları yığın tipi kompostlama yöntemi ile kompost (pH: 8.79, EC: 1772 µS cm⁻¹, OM: %30, toplam N: %2.18) haline getirerek bazı toprak özellikleri (pH, EC, OM, makro besin maddeleri) ve biber bitkisini verimi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Bu çalışmaya göre, 40 ton ha⁻¹ ve 80 ton ha⁻¹ kompost dozlarının toprağın organik maddesi, makro besin maddesi içeriği ve bitki verimini arttırdığını belirlemişlerdir.

Sönmez ve ark. (2017) reaktör gibi kompostlama tekniği kullanarak farklı tarımsal atıklardan elde ettikleri kompostlar ile marul bitkisinin verimi ve besin elementi içeriğine etkilerini belirlemek için yaptıkları araştırmada bitki özellikleri üzerine en iyi sonuçları %80 sera bitki atıkları+%10 kokopit+%10 atık mantar kompostu (pH: 7.8, EC: 11.8 dS m⁻¹, N: %1.87, P: %1.99, K: %2.86) karışımından elde etmişlerdir.

Sonuç

Kompostlama sırasında meydana gelen yüksek sıcaklığın atık içerisindeki patojen ve zararlı ot kaynaklarını yok etmesi, erozyon kontrolü, zor işlenen toprakların daha kolay işlenmesi ve besin maddelerinin daha iyi kullanılması gibi birçok faydaları bulunmaktadır. Sürdürülebilir atık yönetiminde sera bitkisel atıklarının topraklara kompost olarak geri dönüşümü sağlanarak hem organik madde içeriği fakir olan topraklarımızın organik madde içeriği hem de bitki besin maddesi içeriği artırılmış olacak ve böylece daha az ticari gübre kullanımı ile tarımda verim artışları sağlanabilecektir. Sera bitki atıklarının değerlendirilmesinde kullanılacak olan bitkisel atığın özelliğinin de bilinmesi tarımsal üretimde başarı oranını yükseltecek ve bu özelliklere göre toprağa uygulanacak uygulama dozlarının belirlenmesi mümkün olabilecektir. Sera atıklarından elde edilen

kompostlar, içerdikleri yüksek besin maddesi ve iyi fiziksel özelliklerinden dolayı yetiştirme ortamı veya toprak düzenleyicisi olarak kullanılabilir. Çevreye gelişigüzel atılan veya yakılarak bertaraf edilmeye çalışılan büyük bir potansiyele sahip sera atıklarımızın alternatif bir bertaraf yöntemi olan kompostlama ile tarımsal üretimde faydalarının değerlendirilmesi ülke ekonomisine katkı sağlayacak ve çevre kirliliği önlenmiş olacaktır.

Kaynakça

- Alagöz, Z., Yılmaz, E. ve Öktüren, F. 2006. Organik materyal ilavesinin bazı fiziksel ve kimyasal toprak özellikleri üzerine etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19(2): 245-254.
- Anonim 2018. Türkiye İstatistik Kurumu. <http://www.tuik.gov.tr> (Erişim Tarihi: 10.05.2018).
- Antón, M.A., Muñoz, P., Castells, F., Montero, J.I. and Soliva, M. 2005. Improving waste management in protected horticulture. *Agronomy for Sustainable Development*, 25(4): 447-453.
- Aşık, B.B. ve Kütük, C. 2012. Çay atığı kompostunun çim alanların oluşturulmasında kullanım olanağı. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 26(2): 47-57.
- Atalia, K.R., Buha, D.M., Bhavsar, K.A., and Shah, N.K. 2015. A review on composting of municipal solid waste. *IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology (IOSR-JESTFT)*, 9(5): 20-29.
- Başçetinçelik, A., Öztürk, H.H., Kaya, D., Kaçira K., Ekinci, K. ve Karaca, C. 2006. Türkiye’de biyokütle enerjisi kullanımını geliştirme olanakları. VI. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, 25-26 Mayıs, Isparta.
- Bari, Q.H. and Koenig, A. 2001. Effect of air recirculation and reuse on composting of organic solid waste. *Resources Conservation and Recycling*, 33(2): 91-111.
- Benito, M., Masaguer, A., De Antonio, R. and Moliner, A., 2005. Use of pruning waste compost as a component in soilless growing media. *Bioresource Technology*, 96(5): 597-603.
- Benito, M., Masaguer, A., Moliner, A. and De Antonio, R. 2006. Chemical and physical properties of pruning waste compost and their seasonal variability. *Bioresource Technology*, 97(16): 20171-2076.
- Bilgin, S., Ertekin, C. ve Kürklü, A. 2012. Türkiye’deki sera bitkisel biyokütle atık miktarının belirlenmesi. 27. Tarımsal Mekanizasyon Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı (pp. 499-508), Samsun.
- Bilgin, S., Ertekin, C. ve Kürklü, A. 2013. Alternatif yakıt olarak sera bitki atığı briketlerinin yakılması ve baca gazı emisyon değerlerinin belirlenmesi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 26(1): 11-17.
- Candemir, F. and Gülser, C. 2007. Changes in some chemical and physical properties of a sandy clay loam soil during the decomposition of hazelnut husk. *Asian Journal of Chemistry*, 3: 2452-2460.
- Chaturvedi, S., Upreti, D.K., Tandon, D.K., Sharma, A. and Dixit, A. 2008. Biowaste from tobacco industry as tailored organic fertilizer for improving yields and nutritional values of tomato crop. *Journal of Environmental Biology*, 29(5): 759-763.

- Cheuk, W., Lo, K.V., Branion, R.M.R. and Fraser, B. 2003. Benefits of sustainable waste management in the vegetable greenhouse industry. *Journal of Environmental Science and Health, Part B, Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes*, 38(6): 855-863.
- Çerçioğlu, M. ve Sahin, H. 2016. Simav'daki seraların ısıtılmasında jeotermal enerji kullanım olanakları. *The Journal of Academic Social Science Studies, International Journal of Social Science*, 47: 459-475.
- Çerçioğlu, M., Yağmur, B., Kara, R.S. ve Okur, B. 2017. Agro-endüstriyel kompost ve ahır gübresinin biber (*Capsicum annuum* L.) yetiştiriciliğinde toprağın bazı kimyasal özellikleri ile verim üzerine etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 54(1): 71-77.
- Demirtaş, I.E. 2004. Kentsel katı atık kompostunun tarımda kullanımı. *DERİM*, 21(2): 27-34.
- Eriksen, J. 2005. Gross sulphur mineralisation-immobilisation turnover in soil amended with plant residues. *Soil Biology and Biochemistry*, 37(12): 2216-2224.
- FAO, 2018. The Food and Agriculture Organization, FAO Statistics <http://www.fao.org/faostat/en> (Erişim Tarihi: 12.10.2018).
- Herencia, J.F., Garcia-Galavis, P.A. and Maqueda, C. 2011. Long-term effect of organic and mineral fertilization on soil physical properties under greenhouse and outdoor management practises. *Pedosphere*, 21(4): 443-453.
- Garrido Hoyos, S.E., Vilchis Juárez, J., André Ramonet, C., García López, J., Alvarez Rios, A., Gorostieta Uribe, E. Aerobic thermophilic composting of waste sludge from gelatin-grenetine industry. *Resources, Conservation and Recycling*, 34(3): 161-173.
- Karaca, C. 2017. Antalya'da seracılık biyokütle artıklarının potansiyelinin haritalanması ve enerji üretim amacıyla değerlendirilmesi. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 30(1): 21-25.
- Kaygısız, H. 1996. Organik gübreler, topraktaki fonksiyonları ve ülkemizdeki potansiyel kaynakları. *Hasad Dergisi*, 12(137): 30-31.
- Kervankıran, I., 2011. Afyonkarahisar ilinde alternatif tarım çalışmalarına bir örnek: Jeotermal seracılık. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 24: 382-402.
- Külcü, R. 2013. Kompostlaştırma işleminde proses yönetimi ve sistemler. I. Ulusal Kompost ve Biyogaz Çalıştayı, 11-14 Nisan 2013, Antalya.
- Külcü, R. 2016. Afyonkarahisar ilinin tarımsal biyokütle potansiyelinin incelenmesi. *Akademia Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 1(2): 1-9.
- Külcü, R. ve Çaylak, R. 2012. Türkiye'de tarımsal atıklardan kompost üretim sektörünün gelişimi. 4. Ulusal Katı Atık Kongresi, 17-20 Ekim 2012, Antalya.
- Külcü, R. ve R. Çaylak. 2015. Türkiye'de tarımsal atıklardan kompost üretim sektörünün gelişimi. *Akademia Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*. 1(1): 20-25.

- Okur, N., Kayıkçıoğlu, H.H., Okur, B. and Delibacak, S. 2008. Organic amendment based on tobacco waste compost and farmyard manure: Influence on soil biological properties and butter-head lettuce yield. *Turkish Journal of Agricultural Forestry*, 32(2): 91-99.
- Özenç, N. 2004. Fındık Zurufu ve Diğer Organik Materyallerin Fındık Tarımı Yapılan Toprakların Özellikleri ve Ürün Kalitesi Üzerine Etkileri. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Öztürk, I. Arıkan, O.A., Altınbaş, M., Alp, K. ve Güven, H. 2015. *Katı Atık Geri Dönüşüm ve Arıtma Teknolojileri* (El kitabı), Türkiye Belediyeler Birliği, Korza Yayıncılık Basım San. ve Tic. A.Ş., Ankara, 281p.
- Öztürk, M. 2017. *Hayvan gübresinden ve atıklardan kompost üretimi*, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 207p.
- Raj, D. and Antil, R.S. 2011. Evaluation of maturity and stability parameters of composts prepared from agro-industrial wastes. *Bioresource Technology*, 102(3): 2868-2873.
- Randhawa, P.S., Condon, L.M., Di, H.J., Sinaj, S. and McLenaghan, R.D. 2005. Effect of green manure addition on soil organic phosphorus mineralisation. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 73(2-3): 181-189.
- Roe, N.E. and Cornforth, G.C. 2000. Effects of dairy lot scrapings and composted dairy manure on growth, yield, and profit potential of double cropped vegetables. *Compost Science and Utilization*, (8)4: 320-327.
- Sarangi, S.K. and Lama, T.D. 2013. Straw composting using earthworm (*Eudrilus eugeniae*) and fungal inoculant (*Trichoderma viridae*) and its utilization in rice (*Oryza sativa*) groundnut (*Arachis hypogaea*) cropping system. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 83(4): 420-425.
- Sönmez, S., Kaplan, M., Orman, Ş. ve Sönmez, İ. 2002. Antalya-Kumluca Yöresi domates seralarında hasat sonrası bitkisel atıklarla kaldırılan besin maddeleri miktarları ve bu atıkların değerlendirilmesi ile ilgili öneriler. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15(1): 19-25.
- Sönmez, S., Çıtak, S., Sönmez, I. and Kaplan, M. 2008. Evaluation of mineral contents of greenhouse plant wastes in Antalya Region. *Asian Journal of Chemistry*, 20(6): 4739-4748.
- Sönmez, İ. ve Kaplan, M. 2010. Kompost uygulamalarının toprakların pH ve organik madde içeriği üzerine etkileri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5.Ulusal Bitki Besleme ve Gübre Kongresi Bildirileri Kitabı, Özel Sayı, 47(4): 627-632.
- Sönmez, İ. 2012. Determination of the optimum mixture ratio and nutrient contents of broccoli wastes, wheat straw and manure for composting. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 10(3-4): 972-976.
- Sönmez, İ., Kalkan, H., Demir, H., Külcü, R., Yaldız, O. and Kaplan, M. 2017. Mineral composition and quality parameters of greenhouse-grown lettuce (*Lactuca sativa* L.) depending on fertilization with agricultural waste composts. *Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus*. 16(3): 85-95.
- Yılmaz, E. and Alagöz, Z., 2010. Effects of short-term amendments of farmyard manure on some soil properties in the Mediterranean region-Turkey. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 8(2): 859-862.



Genetiği Değiştirilmiş Tarım Ürünlerinin Küresel Düzeyde Olası Etkileri

Seda YILMAZ ÇEBİ^{1*}, Emine OLHAN²

Öz: Küresel düzeyde ekimi 20 yılı aşkın süredir devam eden genetiği değiştirilmiş (GD) tarım ürünlerinin ekim alanı 2017 yılında 189,8 milyon hektara kadar ulaşmıştır. Ticari amaçlı yetiştirilen GD tarım ürünlerinin çoğu herbisit dirençli, böcek dirençli ya da her iki özelliği birlikte taşımaktadır. Bu ürünlerin açlık ve yetersiz beslenme sorununa çözüm olduğu, verim arttırıcı özelliği ve üretim artışı yoluyla çiftlik gelirlerini arttırdığı ve pestisit kullanımını azaltması dolayısıyla çevre üzerinde olumlu etkisi olduğu iddialarının yanında; sağlık, çevre ve biyoçeşitlilik üzerinde olumsuz etkilerinin olduğu ileri sürülmektedir. Bu çalışmada güncel veriler ışığında GD tarım ürünlerinin dünyadaki mevcut durumu ve bu ürünlerin ekiminin ve kullanımının sağlık, beslenme, sosyoekonomi, kültürel, etik ve dini değerler ile çevre ve biyoçeşitlilik üzerindeki olası olumlu ve olumsuz etkilerinin değerlendirilmesi ve yorumlanması amaçlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: GDO, GD tarım ürünleri, sağlık, sosyoekonomik, çevre, biyoçeşitlilik.

Possible Global Impacts of Genetically Modified Crops

Abstract: The cultivation area of genetically modified (GM) crops, which have been cultivated for more than 20 years, has reached to 189.8 million hectares in 2017. Most commercially grown GM crops are herbicide-resistant, insect-resistant, or both. Besides the claims that GM crops are solution to hunger and malnutrition problem and increase farm income through enhanced productivity and production and also have a positive effect

* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** ¹ Seda YILMAZ ÇEBİ, 1 Tarım ve Orman Bakanlığı, Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye, sedayilmaz99@gmail.com, [OrcID 0000-0002-8618-8002](https://orcid.org/0000-0002-8618-8002)

² Emine OLHAN, Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Ankara, Türkiye, olhan@agri.ankara.edu.tr, [OrcID 0000-0003-2263-2861](https://orcid.org/0000-0003-2263-2861)

on the environment due to the reduced use of pesticides, there are counter claims asserting their adverse effects on health, environment and biodiversity. This study aims to evaluate and interpret the current global status of GM crops and their possible positive and negative effects on health, nutrition, socioeconomics and cultural, ethical and religious values, environment and biodiversity.

Keywords: GMO, GM crops, health, socioeconomic, environment, biodiversity.

Giriş

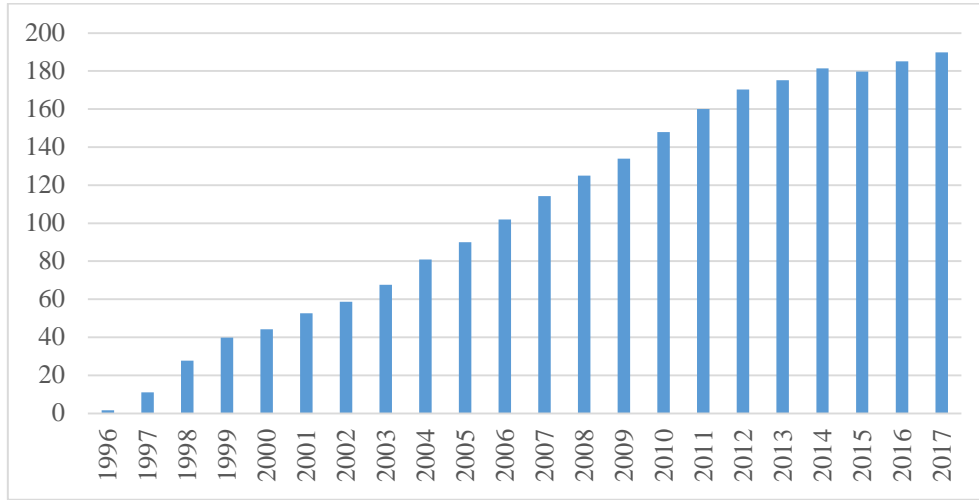
Modern biyoteknoloji yoluyla gen aktararak elde edilmiş, insan dışındaki canlı organizmalara Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar (GDO) (TBBDM, 2010) veya transgenik denilmektedir. Bilim insanları, farklı organizmalar arasında DNA transferinin mümkün olduğunu ilk kez 1946 yılında keşfetmiş, ilk genetiği değiştirilmiş (GD) bitki olan antibiyotik dirençli tütün 1983 yılında üretilmiştir. 1994 yılında ise genetiği değiştirilmiş bir ürün olan uzun raf ömürlü “Flavr Savr™” domatesin Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) tarafından piyasaya sürülmesine izin verilmiş (Fabiansson ve Fabiansson, 2016), ancak pazarlama yöntemlerindeki hatalar ve tüketici talebinin azlığı sebebiyle üretimi durdurulmuştur (Atsan ve Kaya, 2008).

Dünyada ekim alanı 2017 yılında 189,8 milyon hektara ulaşan GD tarım ürünlerinde genetik değişiklik yoluyla elde edilen en baskın özellik herbisit toleransı olmuştur. İkinci ve üçüncü kuşak GD bitkiler (ve yakın zamanda da hayvanlar) geliştirildikçe, daha geniş yelpazede birçok özellik (ürün kalitesini ve raf ömrünü artırma gibi tüketiciyi doğrudan ilgilendiren özellikler) ortaya çıkmıştır (Ludlow ve ark., 2014; Stewart ve McLean, 2005). GD tarım ürünlerinin her geçen yıl ekim alanının artması ve gıda ve yem amaçlı olarak kullanımı, başta sağlık ve çevre olmak üzere birçok alanda endişeleri ve tartışmaları beraberinde getirmektedir.

Bu çalışma ile, GD tarım ürünlerinin dünyadaki mevcut durumu ve bu ürünlerin ekiminin ve kullanımının sağlık, beslenme, sosyoekonomi, kültürel, etik ve dini değerler ile çevre ve biyoçeşitlilik üzerindeki olası olumlu ve olumsuz etkileri güncel veriler ışığında kapsamlı bir şekilde incelenerek, değerlendirilmektedir.

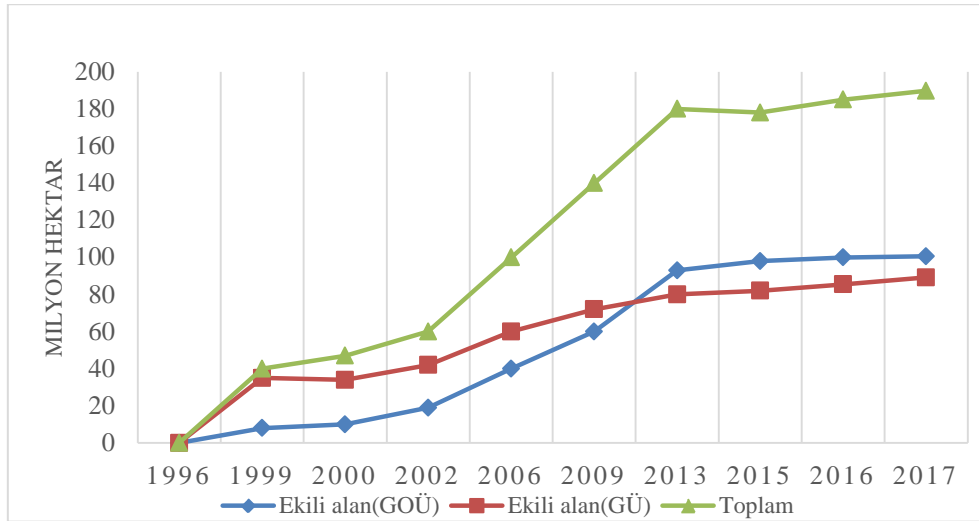
Dünyada Genetiği Değiştirilmiş Tarım Ürünlerinin Mevcut Durumu

GD tarım ürünlerinin dünyada ekimine 1996 yılında 1,7 milyon hektar ile başlanmış olup, 2017 yılına gelindiğinde ekim alanı yaklaşık 110 kat artarak 189,8 milyon hektara (Şekil 1) ulaşmıştır (ISAAA, 2017).



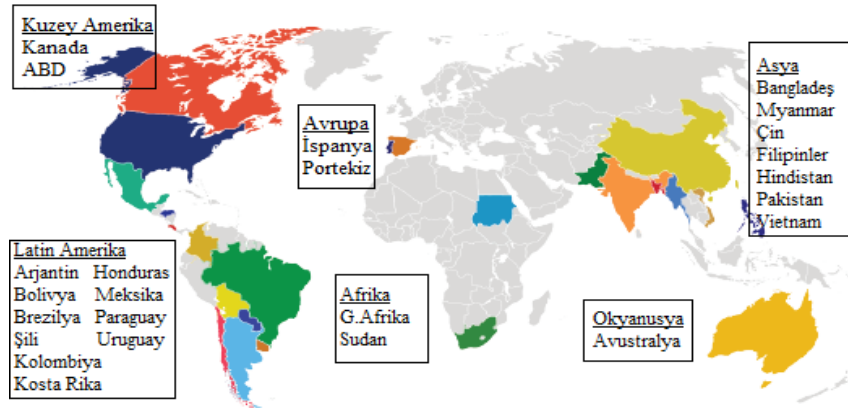
Şekil 1: GD tarım ürünlerinin ekim alanı (Milyon hektar) (ISAAA, 2017)

2011 yılından önce GD tarım ürünlerinin gelişmiş ülke (GÜ)'lerde, gelişmekte olan ülke (GOÜ)'lere oranla daha fazla alanda ekimi yapılmış olup (Şekil 2), 2011 yılında her ikisinde de neredeyse eşit oranda ekimi yapılmıştır. 2011 yılı sonrasında ise, GOÜ'lerde GÜ'lere oranla daha fazla alanda yetiştirilmiştir. 2017 yılına gelindiğinde ise, GOÜ'lerle GÜ'ler arasındaki fark 11,4 milyon hektara ulaşmıştır (ISAAA, 2017).



Şekil 2: GD tarım ürünlerinin GOÜ ve GÜ'lerde ekim alanları (Milyon hektar) (ISAAA, 2017)

2017 yılında 6 kıtada; 19'u GOÜ ve 5'si GÜ olmak üzere toplam 24 ülkede ekimi yapılan GD tarım ürünleri (Şekil 3), yaklaşık 17 milyon çiftçi tarafından yetiştirilmektedir.



Şekil 3: 2017 yılında GD tarım ürünleri yetiştiren ülkeler (ISAAA, 2017)

Bu 24 ülkenin 18'inde, GD tarım ürünü yetiştirilen alan 50.000 hektar ve üzerindedir. 2017 yılı rakamlarına göre; dünya çapındaki toplam GD ekim alanının %40'ı ile Amerika Birleşik Devletleri (ABD) ilk sırada gelmekte, onu %26 ile Brezilya izlemektedir.

Çizelge 1. 2016-2017 yıllarında ülke bazında GD tarım ürünleri ekim alanları (Milyon hektar) (ISAAA, 2017)

Sıra	Ülke	2016	2017
1	ABD*	72,9	75,0
2	Brezilya*	49,1	50,2
3	Arjantin*	23,8	23,6
4	Kanada*	11,1	13,1
5	Hindistan*	10,8	11,4
6	Paraguay*	3,6	3,0
7	Pakistan*	2,9	3,0
8	Çin*	2,8	2,8
9	Güney Afrika*	2,7	2,7
10	Bolivya*	1,2	1,3
11	Uruguay*	1,3	1,1
12	Avustralya*	0,9	0,9
13	Filipinler*	0,8	0,6
14	Myanmar*	0,3	0,3
15	Sudan*	0,1	0,2
16	İspanya*	0,1	0,1
17	Meksika*	0,1	0,1
18	Kolombiya*	0,1	0,1
19	Vietnam	<0,1	<0,1
20	Honduras	<0,1	<0,1
21	Şili	<0,1	<0,1
22	Portekiz	<0,1	<0,1
23	Bangladeş	<0,1	<0,1
24	Kosta Rika	<0,1	<0,1
25	Slovakya	<0,1	-
26	Çek Cumhuriyeti	<0,1	-
	Toplam	179,7	189,8

* 50,000 hektar veya üzerinde GD tarım ürünü ekim alanına sahip ülkeler

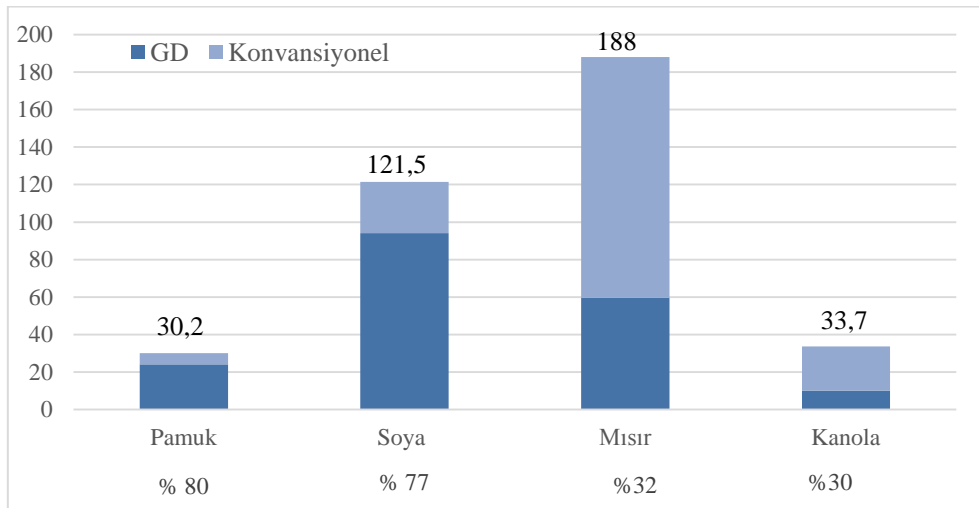
2017 yılında küresel düzeyde tüm GD tarım ürünleri ekim alanının % 50'sini GD soya (94,1 milyon hektar) oluşturmaktadır. GD mısır, GD pamuk ve GD kanola ise, toplam ekim alanının sırasıyla %31 (59,7 milyon hektar), %12 (24,1 milyon hektar) ve %5 (10,2 milyon hektar)'ini oluşturmaktadır (ISAAA, 2017).

Çizelge 2. 2016 ve 2017 yıllarında GD tarım ürünleri ekim alanları (Milyon hektar) (ISAAA, 2017)

	2016	2017
Soya fasulyesi	91,4	94,1
Mısır	60,6	59,7
Pamuk	22,3	24,1
Kanola	8,6	10,2
Alfalfa	1,2	1,2
Şeker pancarı	0,5	0,50
Papaya	<1	<1
Diğer*	<1	<1
Toplam	185,1	189,8

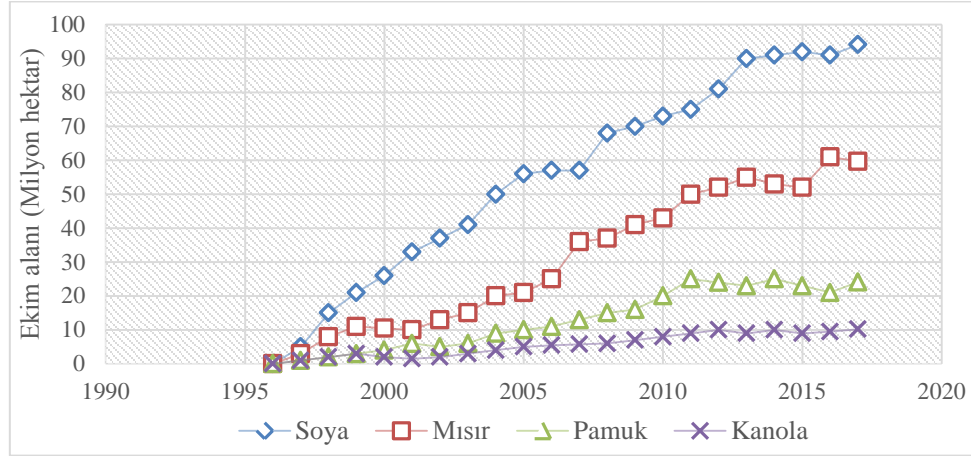
*Diğer: GD kabak, GD patates, GD patlıcan ve GD elma

2017 yılında en fazla ekimi yapılan dört GD tarım ürününün (soya fasulyesi, mısır, pamuk ve kanola) ekim alanları ve bu ürünlerin küresel düzeyde toplam ekim alanları içerisindeki payları Şekil 4'te görülmektedir. Buna göre; 30,2 milyon hektarlık küresel pamuk ekim alanının %80'ini GD pamuk, 121,5 milyon hektarlık soya fasulyesi ekim alanının %77'sini GD soya fasulyesi, 188 milyon hektarlık mısır ekim alanının %32'sini GD mısır ve 33,7 milyon hektarlık kanola ekim alanının %30'unu ise GD kanola oluşturmaktadır (ISAAA, 2017).



Şekil 4. Temel GD tarım ürünlerinin benimsenme oranları (Milyon hektar) (ISAAA, 2017)

1996 yılından 2017 yılına kadarki süreçte ekimi en fazla yapılan GD tarım ürünlerinin ekim alanlarına bakıldığında, bazı yıllar yaşanan dalgalanmalar dışında ekim alanlarının genellikle artış eğiliminde olduğu gözlenmektedir (ISAAA, 2017).



Şekil 5. 1996-2017 yılları arasında temel GD tarım ürünlerinin ekim alanları (ISAAA, 2017)

1996 yılından günümüze kadar yetiştirilen GD tarım ürünleri içerisinde baskın özellik herbisit toleransı olup, bunu çoklu özellikli (stacked), böcek direnci, virüs direnci ve diğer özellikler izlemektedir. 2017 yılında herbisit toleranslı (HT) soya fasulyesi, HT mısır, HT kanola, HT pamuk, HT şeker pancarı ve HT alfalfa yerleştirilen alan, toplam GD ürün ekim alanının %47 (88,7 milyon hektar)'sine karşılık gelmektedir (ISAAA, 2017).

Çizelge 3. 2016 ve 2017 yıllarında özelliklerine göre GD tarım ürünleri ekim alanları (Milyon hektar) (ISAAA, 2017)

	2016	2017
Herbisit toleransı	86,5	88,7
Çoklu özellikli (Stacked Traits)	75,4	77,7
Böcek direnci	23,1	23,3
Virüs direnci/ vd.	<1	<1
Toplam	185,1	189,8

GDO'lara İlişkin Yasal Düzenlemeler

Birleşmiş Milletler (BM) Biyoçeşitlilik Sözleşmesi'ne ek bir protokol olarak hazırlanan Cartagena Biyogüvenlik Protokolü, ihtiyatlılık ilkesi temelinde GDO'ların sınır ötesi hareketlerine ilişkin uluslararası düzeyde bağlayıcılığı olan ilk hukuk düzenlemesidir. Protokol 2000 yılında kabul edilmiş 2003 yılında yürürlüğe girmiştir. Günümüzde 171 ülkenin taraf olduğu Protokol, insan sağlığına yönelik riskler göz önünde

bulundurularak, GDO'ların güvenli şekilde muamelesi, taşınması ve kullanımının garanti altına alınmasını amaçlamaktadır (BCH, 2012).

GDO'ların neden olabileceği sorunların önüne geçmek veya meydana gelen sorunları çözmek ve ortaya çıkabilecek zararlardan hukuki ve cezai yönden sorumlu olanları ve bu sorumluluğun kapsamını ve koşullarını belirlemek amacıyla protokolü imzalayan ülkeler iç hukuklarında çeşitli düzenlemeler yapmışlardır (Gürpınar, 2013).

Avrupa Birliği'nde GDO'larla ilgili yasal düzenlemelerin ana çerçevesini; GDO'ların Çevreye Kasıtlı Serbest Bırakılması Hakkındaki Direktif (2001/18/EC sayılı), GD Gıda ve Yem Hakkındaki Tüzük (1829/2003//EC), GDO'ların ve GDO'lardan Üretilen Gıda ve Yemin İzlenebilirliği ve Etiketlenmesine Dair Tüzük (1830/2003/EC), GD Mikroorganizmaların Kapalı Alanda Kullanımına İlişkin Konsey Direktifi (2009/41/EC) ve Üye Devletlere Kendi Topraklarında GDO Ekimini Kısıtlama veya Yasaklama İmkânı Veren AB Direktifi (2015/412/EU) oluşturmaktadır (Anonymous, 2018).

Bu yasal çerçevenin amaçları ise; GDO'lar piyasaya sunulmadan önce güvenilirlik değerlendirmesinin yapılarak, insan ve hayvan sağlığının ve çevrenin korunması, GDO'ların risk değerlendirmesi ve onayı için uyumlaştırılmış prosedürlerin yürürlüğe konulması, piyasaya sürülen GDO'ların açık bir şekilde etiketlenmesinin ve izlenebilirliğinin sağlanmasıdır. AB'de Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA) tarafından risk değerlendirmesi yapılan ve olumlu görüş verilen GDO'lar hakkında Avrupa Komisyonunda karar alınmaktadır. Bununla birlikte, 2015/412 sayılı Direktif'le üye ülkeler topraklarının bütününde ya da bir kısmında GD tarım ürünü ekimini risk değerlendirmesi dışında kalan sosyoekonomik, tarım politikası hedefleri, şehir ve bölge planları ve bunun gibi diğer sebeplerden ötürü kısıtlama hakkına kavuşmuştur (Anonymous, 2015).

Ülkemizde ise Cartagena Biyogüvenlik Protokolü ve AB mevzuatı dikkate alınarak hazırlanan 5977 sayılı Biyogüvenlik Kanunu ve yönetmelikleri (Genetik Yapısı Değiştirilmiş Organizmalar ve Ürünlerine Dair Yönetmelik ve Biyogüvenlik Kurulu ve Komitelerin Çalışma Usul ve Esaslarına Dair Yönetmelik) 2010 yılında yürürlüğe girmiştir. Biyogüvenlik Kanunu ile; GDO ve ürünlerinden kaynaklanabilecek risklerin engellenmesi, insan, hayvan ve bitki sağlığı ile çevre ve biyoçeşitliliğin korunması, sürdürülebilirliğinin sağlanması için biyogüvenlik sisteminin kurulması, uygulanması ve denetlenmesi amaçlanmaktadır (TBBDM, 2010).

Ülkemizde GD bitki ve hayvan üretimi yasaktır. GDO veya ürünlerine ilişkin yapılan ithalat başvuruları hakkında kararı bilimsel risk değerlendirmesi ve sosyoekonomik değerlendirme sonuçlarına göre Biyogüvenlik Kurulu vermektedir (TBBDM, 2010). Kurul tarafından günümüze kadar 36 GD çeşidin (26 mısır ve 10 soya) yalnızca yem olarak kullanımına izin verilmiştir. Kurula gıda amaçlı yapılan başvurular, başvuru sahiplerince geri çekilmiştir. Gıda amaçlı kullanıma ilişkin herhangi bir onay bulunmadığından gıdalarda GDO'ların kullanımı yasaktır.

GD Tarım Ürünlerinin Olası Olumlu ve Olumsuz Etkileri

GD tarım ürünlerinin ekiminin ve kullanımının başta sağlık, ekonomik, çevresel olmak üzere birçok alanda fayda sağladığı ileri sürülmekle birlikte, uzun vadeli etkileri hakkında yeterince bilgi sahibi olunamadığından, gerek insan sağlığı ve çevre açısından gerekse sosyoekonomik ve kültürel açıdan risk oluşturabileceği konusunda endişeler sürmektedir.

Sağlık ve Beslenme

2017 yılı verilerine göre dünya nüfusu 7 milyarı aşmıştır. 2050 yılında ise nüfusun 10 milyara yaklaşacağı tahmin edilmektedir. BM'nin raporunda son yıllarda açlıkla mücadele edenlerin sayısının artmış olduğu ve 2017 yılında yetersiz beslenenlerin sayısının 821 milyona kadar çıktığı bildirilmiştir. Hızla artan dünya nüfusu karşısında artış gösteren açlık ve yetersiz beslenme ile mücadelede GDO teknolojisi bazı çevrelerce (Yuan ve ark., 2011; Delaney, 2015) çözüm olarak öne sürülmektedir. Bununla birlikte; Van Acker ve ark (2017)'a göre ise; GD tarım ürünlerinin yoksulların daha iyi beslemesine ve küresel yoksulluğun azaltılmasına katkı sağlayıp sağlamadığı henüz kanıtlanmamıştır. Aslında, küresel düzeyde halihazırda var olandan çok daha fazla nüfusu besleyecek kadar gıda bulunmaktadır. Ancak gıdanın küresel dağılımındaki eşitsizlikten dolayı gıdaya erişim sınırlıdır ve en yoksul kesimin mevcut gıdayı satın almaya gücü yetmemektedir. Böylelikle açlık, dünyada varlığını hala sürdürmektedir (DFID, 2010).

Temel tarım ürünlerinin vitamin ve mineral konsantrasyonunu arttırmak için uygulanan GD teknolojisinin 2 milyar insanı etkileyen küresel mikrobese yetersizliği sorunun çözümüne katkı sağladığı ileri sürülmektedir (De Steur ve ark., 2014).

A vitamini eksikliğini önlemek için insan vücuduna girdikten sonra A vitaminine dönüştürülebilen β -karoten ile zenginleştirilmiş gıdaların tüketimi etkili bir yaklaşımdır. (Wu ve ark., 2017). β -karoten bakımından zengin olacak şekilde genetiği değiştirilmiş bir ürün olan "Altın Pirinç" in etkin bir A vitamini kaynağı olduğu ileri sürülmektedir (Tang ve ark., 2009). Ancak ABD Tarım Bakanlığı tarafından yapılan açıklamada "Altın Pirinç" in herhangi bir sağlık beyanı oluşturabilecek düzeyde β -karoten içermediği belirtilmiştir (FDA, 2018a). Altın Pirinçte tespit edilen β -karoten seviyesinin (0,50-2,35 μ g/g) (FDA, 2018b); ıspanak (yaklaşık 111 μ g/g) ve brokolinin (yaklaşık 20 μ g/g) β -karoten değerleri (Li ve ark., 2017) ile kıyaslandığında oldukça düşük olduğu ve tek başına, ihtiyaç duyulan A vitamini kaynağı olamayacağı görülmektedir.

GD ürünlerin insan ve hayvanlar üzerine sağlık riskleri ile ilgili çalışmaların sayısı oldukça sınırlıdır. GD tarım ürünlerinden elde edilen gıdaların olumsuz etkilerinin olduğuna dair belgelenmiş bir kanıt bulunmamakla birlikte, bu ürünlerin güvenilirliği ile ilgili değerlendirmelerin yeterliliği konusunda farklı görüşler mevcuttur (Goodman ve Tetteh, 2011). GD ürünlerin geleneksel ürünler kadar güvenilir ve besleyici olduğuna ilişkin çalışmaları yapan araştırmacılar ile buna karşı çıkanların sayısı neredeyse denk olsa da, güvenilir olduğunu ileri süren çalışmaların çoğunun GD ürünlerin ticarileştirilmesinden sorumlu biyoteknoloji şirketleri tarafından yürütüldüğü göz önünde bulundurulmalıdır (Domingo ve Bordonaba, 2011).

Bazı GD gıdalarla yapılan hayvan toksisite çalışmaları, bu ürünlerin birçok organı ve sistemi toksik olarak etkileyebileceğini göstermektedir (Carman ve ark., 2013; Dona ve Arvanitoyannis 2009). GD gıdalarla yapılan bazı çalışmalar; bu ürünlerin, hepatik, pankreatik, renal veya üreme etkileri gibi bazı ortak toksik etkilere neden olabileceğini ve hematolojik, biyokimyasal ve immünolojik parametreleri değiştirebileceğini ileri sürmektedir (Séralini ve ark., 2013; Dona ve Arvanitoyannis, 2009). Séralini ve ark. (2013) 90 gün boyunca GD mısırla beslenen farelerin idrarında fosfor ve sodyum atılımının azaldığını, trigliserit seviyesinin artış gösterdiğini ve hepatorenal toksisite ile ilgili bulgular tespit ettiklerini ve bu etkinin dozla bağlantılı olarak arttığını belirtmişlerdir.

Magaña-Gómez ve Calderón de la Barca (2009) tarafından yapılan çalışmada da GD ve konvansiyonel ürünlerin genellikle hayvanlarda benzer beslenme performansına ve büyümeye neden olmakla birlikte, bazı GD gıdalarının farklı organ veya dokularda istenmeyen mikroskobik ve moleküler etkilerinin olduğu bildirilmiştir. Henüz GD gıdaların güvenilirliğinin değerlendirilmesine yönelik standart yöntemler bulunmamakla birlikte buna yönelik uyumlaştırma çalışmaları sürmektedir.

Böhn ve ark. (2014) tarafından genetiği değiştirilmiş, konvansiyonel ve organik olmak üzere toplam 31 soya fasulyesi numunesi üzerinde yapılan araştırma; organik soya fasüyesinin, GD ve konvansiyonel soyaya göre daha fazla şeker ve toplam protein, daha az doymuş yağ içerdiğini ve daha sağlıklı bir besin profiline sahip olduğunu göstermiştir. Bunun yanında; GD soya fasüyesinin yüksek oranda glifosat ve AMPA kalıntısı (sırasıyla ortalama 3.3 ve 5.7 mg/ kg) içerdiğini konvansiyonel ve organik soya numunelerinin ise, bu tarım kimyasallarını içermediğini ortaya koymuştur.

3 GD mısır (NK 603, MON 810 and MON 863) çeşidinin sağlık üzerine etkisinin 90 günlük fare besleme deneyleri yoluyla araştırılması sonucunda karaciğer ve böbrek fonksiyonları üzerinde olumsuz etki ettiği sonucuna varılmıştır. Bununla birlikte GD ürünlerin akut ve kronik toksik etkileri hakkında tam bir bilimsel gerçek veriye ulaşılabilmesi için iki yıla kadar süren, çok nesilli hayvan besleme çalışmalarının yapılması gerekmektedir (De Vendômois ve ark., 2009).

Brookes ve Barfoot (2017) ise; böceğe dayanıklı GD ürünlerin, özellikle birçok pestisit uygulandığı ve koruyucu giysi ve teçhizatın sınırlı kullanıldığı gelişmekte olan ülkelerde çiftçiler ve tarım işçileri için sağlık ve güvenlik riskini azalttığını ileri sürmektedir.

GDO'larla ilgili sağlık riski konularından en önemlilerinden birisi de alerjik etkileridir. Gıda alerjileri yetişkin nüfusunun % 2-4'ünü çocuk nüfusununsa % 8-9'unu etkileyen önemli bir halk sağlığı sorunudur. GD ürünlerin potansiyel alerjenitesi iki şekilde ifade edilebilir. İlki; bir GDO'dan elde edilen yeni bir protein yeni bir alerji kaynağı olabilir veya başka alerjenlerle etkileşerek duyarlı bireyler üzerinde etki edebilir. İkincisi; ürünün mevcut alerjenitesi, gen teknolojisi ile değişikliğe uğrayarak farklı bir şekle dönüşebilir (Kleter ve Peijnenburg, 2004).

GDO'lardan elde edilen yeni proteinlerin potansiyel alerjenitesi, bu organizmaların güvenilirliğinin değerlendirmesi açısından önemlidir (Kleter ve Peijnenburg, 2004). Yeni proteinlerin pratikte alerjik riski konusunda tam bir kesinlik sağlama olasılığı bulunmamaktadır. Tek başına bir test veya parametre, bir proteinin

veya peptidin alerjenliğini tahmin etmek için yeterli kanıt sağlayamaz. Ayrıca, alerjik hastalığın gelişimi sadece alerjene değil, aynı zamanda bireyin genetik yatkınlığına ve diğer çevresel faktörlere de bağlıdır (Naegeli ve ark., 2017).

Nordlee ve ark.(1996) tarafından besin kalitesini arttırmak amacıyla Brezilya fıındığından soya fasulyesine 2S albumin geni aktarılmasıyla geliştirilen GD soya fasulyesinin Brezilya fıındığına alerjisi olan bireylerde alerjik etkilere yol açtığı belirlenmiştir. Böylelikle alerjik olduğu bilinen bir gıdadan alınan bir alerjenin, gen teknolojisi ile başka bir gıdaya aktarılabilceği ortaya konulmuştur. Ayrıca, Bacillus thuringiensis (Bt) bakterisinden pestisit özelliği taşıyan Cry9c geninin aktarılmasıyla elde edilen “Starlink” adlı GD mısırın tüketimi sonucunda birçok alerjik reaksiyon vakasının görüldüğü bildirilmiştir (Zhang ve ark., 2016).

GD ürünler ile ilgili diğer bir sağlık riski tartışması ise antibiyotik direnci üzerinedir. GD bitki ve tohumların geliştirilmesinde GD hücrelerin GD olmayanlardan ayırt edilmesi için antibiyotik direnç genlerinin yaygın şekilde kullanıldığı bilinmektedir. Antibiyotik direnç genleri gibi yeni genlerin bitkiden çevresel mikroorganizmalara geçişinin mümkün olabileceği ileri sürülmektedir. Bu durum, antibiyotiklerin insan ve hayvanlar üzerindeki tedavi edici etkisini kaybetmesine yol açabilir (Midtvedt, 2014).

Sosyoekonomi

ABD’de Ulusal Bilim, Mühendislik ve Tıp Akademileri Komitesi herbisite dayanıklı veya böceğe dirençli özelliklere (veya her ikisine) sahip GD soya fasulyesi, GD pamuk ve GD mısır çeşitlerinin genellikle bu ürünleri kullanan üreticiler için olumlu ekonomik sonuçlar doğurduğunu ancak sonuçların yüksek oranda değişken olduğunu bildirmiştir (Anonymous, 2016).

Klümper ve Qaim, (2014) tarafından yapılan çalışmada; 1995-2014 yılları arasında, GDO teknolojisine ilişkin 147 çalışmanın meta analizi sonucunda bu teknolojinin benimsenmesinin tarımsal verimde %22 artış sağladığı belirtilmektedir.

Brookes ve Barfoot (2017) ise; GD tarım ürünlerinin verimlilik ve üretim artışı nedeniyle çiftlik gelirini arttırdığını ve 1996-2015 yılları arasında küresel çiftlik geliri artışının yaklaşık 167,8 milyar Dolar (Çizelge 4) olduğunu ileri sürmektedir.

Çizelge 4. 1996-2015 yılları arasında küresel düzeyde çiftlik gelirindeki artış (Brookes ve Barfoot, 2017)

GD özellik	Çiftlik gelirindeki artış (Milyon Dolar)
HT soya fasulyesi	50.039,7
HT + Böcek dirençli soya fasulyesi	2.405,2
HT mısır	11.103,8
HT pamuk	1.772,7
HT kanola	5.479,6
BD mısır	45.958,1
BD pamuk	50.274,8
Diğer	717,3
Toplam	167.751,2

Gurian-Sherman (2009) ise; GD tarım ürünleri değerlendirilirken potansiyel ve fiili olmak üzere iki tür kazanç arasında ayrımın yapılmasının önemine vurgu yapmaktadır. Buna göre; potansiyel kazanç elde edilebilecek en yüksek kazanç olup ürün ideal koşullar altında yetiştirildiğinde elde edilirken; fiili kazanç, zararlılar ve stres gibi çevresel faktörlerin bulunduğu saha koşullarında kazancın idealden önemli ölçüde daha az olduğu durumlarda elde edilmektedir. Buna göre; mevcut GD çeşitlerin, hiçbir tarım ürününün potansiyel kazancını arttırmadığı belirtilerek; 20. yüzyılda mısır ve soya fasulyesinin potansiyel kazancındaki artışın GD özelliklerinin bir sonucu olarak değil, geleneksel ıslahta elde edilen başarılarla bağlı olarak ortaya çıktığı öne sürülmektedir.

Herbise toleranslı GD soya fasulyesi ve mısırın, diğer mevcut herbisitlere dayanan geleneksel yöntemlere kıyasla fiili kazancı arttırmadığı belirtilmektedir. Avrupa mısır kurdu istilalarının yüksek olduğu durumlarda; Bt mısırın, insektisit kullanımı dahil olmak üzere geleneksel uygulamalara kıyasla % 7-12'lik bir fiili kazanç sağlayabildiği ancak istilanın düşük veya orta düzeyde olduğu durumlarda insektisit uygulanmayan geleneksel mısırlara kıyasla neredeyse hiçbir avantaj sağlamadığı bildirilmektedir (Gurian-Sherman, 2009).

AB'de halihazırda ticari olarak ekimi yapılan GD mısır çeşidi Bt mısır-MON 810, kazancın artmasına neden olsa da, bölgesel farklılıklar bulunmaktadır. Ayrıca, MON 810 ekimi çiftçiler ve tohum üreticilerine fayda sağlasa da, tüketiciler ve yem üreticileri için herhangi bir fayda sağlamamaktadır (Gómez-Barbero ve Rodriguez-Cerezo, 2007).

ABD Tarım Bakanlığı (USDA) verileri, ABD'de pamuk tohumu fiyatlarının GD pamuk üretiminin başlamasından bu yana 3-4 kat arttığını göstermektedir. Bunun yanında, GD tohumların telif hakkı ücretleri Hindistan gibi gelişmekte olan ülkelerdeki pamuk tohumu fiyatlarını önemli ölçüde arttırmaktadır (McIntyre, 2009). İspanya'da ise; GD tohum fiyatları bölgeden bölgeye değişiklik göstermekle birlikte ülke genelinde GD olmayan tohumlara kıyasla yüksektir (Gómez-Barbero ve Rodriguez-Cerezo, 2007). Genel olarak, GD tohumların fiyatlarının yüksek olmasının, tohum şirketlerine tekeli güç veren fikri mülkiyet haklarının bir sonucu olduğu değerlendirilmektedir (Finger ve ark., 2011).

GD ürünleri geliştiren şirketler, bu ürünlerin satışından elde edilen kârın yanı sıra, fikri mülkiyet hakları sistemi ve pazarlama planları yoluyla araştırma ve geliştirme yatırımlarını karşılamaktadır. GD tohumlar genelde ticarileştirildiği ülkede standart bir fiyata satılmakta; diğer bir deyişle zengin veya fakir tüm çiftçilere aynı fiyat uygulanmaktadır. Örneğin Filipinler'de GD mısır Mon 810'un fiyatı, eşdeğeri GD olmayan hibrit mısır tohumunun fiyatının iki katından fazladır. Mısır çiftçilerinin en az %60'ının işlediği arazinin sahibi olmadığı bir ülkede bu fiyatın çok yüksek olduğu açıktır. Bu piyasa gerçekliğini göz önüne alan Monsanto, GD mısır tohumunun yüksek maliyetini karşılayabilen zengin ve orta gelirli çiftçilere yönelik bir pazarlama planı benimsemektedir. Şirketin Bt mısırın sağladığı faydalarla ilgili iddialarının doğru olduğu kabul edildiğinde, bundan yararlanacak olanların tohumluk maliyetini karşılayabilen ve hali hazırda yüksek gelir sağlayan çiftçiler olduğu açıktır. Bu durum, beklendiği gibi kırsal alanlarda gelir eşitsizliği ve servet dağılımı sorununu ağırlaştıracaktır (Daño, 2007).

GD tarım ürünlerinin yetiştirilmesi çiftçilerin kendi tohumlarını bir sonraki yıl için ayıramamalarına böylelikle her sene tohum satın almak zorunda kalmalarına sebep olabilir. Bu durum çiftçilerin tarımsal kimyasalların yanında tohumlukta da şirketlere bağımlı olmasına yol açar. Dünyada GD tarım ürünlerinin yetiştirilmesinin yaygınlaşması ile gıda arzının kontrolü piyasayı tekelinde bulunduran birkaç şirketin eline geçecek ve bu durum bilim ve teknolojide geri kalmış birçok ülkenin gıdada da dışa bağımlı hale gelmesine yol açacaktır (Olhan, 2010).

Kırsal işgücü, kırsal işsizliğin yaygın ve sürekli bir problem olduğu birçok gelişmekte olan ülke için ekonomik sorunlardan biridir. Günümüzde piyasadaki GD tohumların çoğu, tarımın ağırlıklı olarak endüstriyel ölçekte olduğu gelişmiş ülkelerdeki çiftçilerin ihtiyaç ve koşullarına dayalı olarak biyoteknoloji şirketleri tarafından geliştirilmektedir. İşgücü maliyetinin ve bulunabilirliğinin büyük bir üretim maliyeti olduğu endüstriyel tarımdaki durum, işgücünün kolaylıkla temin edilebilir olduğu, bol ve çoğu zaman ucuz olan birçok gelişmekte olan ülkedeki aile tarımındaki durumdan oldukça farklıdır. Örneğin; zararlı ot mücadelesi veya toprağın sürülmesi ihtiyacını ortadan kaldıran herbisite dayanıklı GD bitkilerin ekimi, kırsal işgücü üzerinde uzun vadede ciddi potansiyel etkiler doğuracaktır. Herbisite dayanıklı GD bitkileri kullanan çiftliklerde işgücü ihtiyacının az olması, özellikle de kırsal işsizlik oranlarının yüksek olduğu alanlarda yoksul tarım işçileri için daha az istihdam olanağı anlamına gelmektedir. Bazı uzmanlarca, işgücü ücretlerinin karşılanması ve tarımsal işgücü standartlarına uyumun sağlanması için gereken maliyetlerden dolayı; konvansiyonel tohumlardan daha yüksek maliyete sahip, ancak daha az işgücü gerektiren GD tohumların daha ekonomik olacağı savunulmaktadır. İşgücü tasarrufu sağlayan GD tohumların kullanılmasının teorik olarak yatırım ve istihdam yaratmaya katkı sağlayacağı ifade edilmektedir. Bununla birlikte, kırsal alanlarda yatırımların azaltılmasındaki küresel eğilimler ve GOÜ'de tarımın genel milli gelire olan azalan katkısı, kırsal yoksullara fayda sağlamak için sektörde önemli ölçüde yeni yatırımların yapılmadığını göstermektedir (Daño, 2007).

Çevre ve Biyoçeşitlilik

GD tarım ürünlerinin çevre üzerinde doğrudan ve dolaylı olumsuz etkilerinin yanı sıra olumlu etkilerinin olduğuna ilişkin görüşler bulunmaktadır. Bu ürünlerin çevre üzerine olumsuz etkileri; toprak ve hedef olmayan türler üzerindeki etkileri de dahil olmak üzere biyoçeşitlilikle ilişkili riskler; gen kaçışı ve genetik rekombinasyon ile ilişkili riskler ve zararlı böcek ya da yabancı otlarda direnç geliştirmesi gibi evrimsel etkiler şeklindedir (Tsatsakis ve ark., 2017). Bunun yanında; Brookes ve Barfoot (2017) tarafından yapılan çalışmada GD tarım ürünlerinin çevresel ayak izini³ azalttığı öne sürülmektedir. Bu çalışmada; GD tarım ürünü yetiştiren çiftçilerin, 1996'dan bu yana pestisit girdilerini % 8,1 veya 619 milyon kg'dan fazla azaltmış olduğu, bunun da çevresel ayak izinin % 18,6 oranında azalmasına neden olduğu ileri sürülmektedir

³ Çevresel veya ekolojik ayak izi: Mevcut teknoloji ve kaynak yönetimi ile bir bireyin, topluluğun veya faaliyetin tükettiği kaynakları üretmek ve yarattığı atığı bertaraf etmek için gereken biyolojik olarak verimli toprak ve su alanıdır. Küresel hektar şeklinde ifade edilen bu alan; altyapı ile atık karbondioksitin emilimini sağlayacak bitki örtüsü için gerekli alanları da içermektedir (Galli ve ark., 2012).

HT mısır çiftçileri tarafından kullanılan herbisit miktarında 19 yılda 226,3 milyon kg azalma görüldüğü ileri sürülmektedir. Böceğe dirençli mısır ve pamuk ekimi yapan çiftçiler tarafından kullanılan pestisit miktarında önemli düşüşler yaşandığı belirtilmiştir (Brookes ve Barfoot, 2017). Öte yandan; başka bir araştırmada ise, ABD'de 1996 ve 2011 yılları arasında Bt tarım ürünleri insektisit kullanımını 56 milyon kilogram azaltırken; herbisite dayanıklı ürün teknolojisinin herbisit kullanımında 239 milyon kilogram artışa yol açtığı ileri sürülmektedir (Benbrook, 2012). Bu veri ışığında, GD ürünlerin pestisit kullanımını azalttığı iddiasının aksine, genel itibarıyla pestisit kullanımında yaklaşık 183 milyon kg veya yaklaşık %7 artış olduğu görülmektedir (Benbrook, 2012).

Brezilya'da ise, GD tarım ürünlerinin benimsenmesinden sonraki 13 yılda (2000 ve 2012 yılları arasında), genel pestisit kullanımının 1,6 kat ve soya fasulyesi için pestisit kullanımının 3 kat artmış olduğu tespit edilmiştir (Almeida, 2017).

Bilimsel veriler, tarımsal faaliyetlerin yoğunlaşmasının ve pestisit kullanımının biyoçeşitlilik kaybının ana unsurlarından olduğunu göstermektedir (Schütte ve ark., 2017). Biyolojik çeşitliliği korumak için tarımda, pestisit kullanımının azaltılması dahil, daha çevre dostu uygulamalara odaklanması gerekmektedir. Bir dizi taksonomik grupta türlerin çoğunluğunun çeşitliliğinde ve sayısında azalma görülmesi biyoçeşitliliğin küresel düzeyde azaldığını göstermektedir. Günümüzde dünyadaki memelilerin, kuşların ve amfibik türlerin % 10-30'u yok olma tehlikesiyle karşı karşıyadır (Schütte ve ark., 2017).

Carpenter (2011) tarafından yapılan çalışmada mevcut ticarileştirilmiş GD tarım ürünlerinin, koruyucu toprak işleme uygulamalarının benimsenmesi, insektisit kullanımının azaltılması ve çevresel açıdan daha az zararlı herbisitlerin kullanımı yoluyla tarımın biyoçeşitlilik üzerine etkisini azalttığı savunulmaktadır. Bununla birlikte; analiz edilen veriler ve deneyimler, herbisite dayanıklı tarım ürünlerinin geleneksel ürünlere göre sürekli olarak daha fazla verim sağladığı veya herbisit miktarlarını azalttığı yönündeki iddiaları desteklememekle birlikte; herbisite dayanıklı bitkilerin benimsenmesinin tarımsal uygulamaları ve yabancı ot yönetimini etkilediğini ve çeşitli şekillerde biyoçeşitlilik kaybına yol açtığını göstermektedir (Schütte ve ark., 2017).

Bürger ve ark. (2015) tarafından İspanya GD mısır üretim uygulamalarından elde edilen tecrübeler ışığında yapılan simülasyon çalışmasında ise, GD mısır ekimi ve buna bağlı olarak üretim sisteminin değişmesi sebebiyle yabancı ot biyoçeşitliliğinde ve bitkisel üretimde kayıplar yaşandığı gözlemlenmiştir.

GD bitkilerin hedef olmayan canlılar üzerinde de etkisi olduğu belirlenmiştir. Cry1Ab Bt-toksin içeren GD mısır ekim alanlarında avcı böcek *Crysoperla carnea* (Stephens) 'nın olumsuz etkilendiği görülmüştür (Yorulmaz ve Ay, 2006).

Birçok çalışma, genellikle daha az zararlı olduğu düşünülen glifosat bazlı herbisitlerin, suda yaşayan bazı canlılar için toksik olduğunu ve toprağı ve bağırsak mikroflorasını ve bitki hastalık direncini olumsuz etkilediğini göstermektedir (Schütte ve ark., 2017). Herbisite dayanıklı bitkilerin benimsenmesi, ürün rotasyonunun azalmasına yol açmakta ve sadece herbisit kullanımına dayanan yabancı ot yönetimini desteklemektedir. Herbisitlere dayalı tarımsal faaliyetler, yabancı bitkilerin çeşitliliğini ve sayısını azaltmakta ve eklemecaklı faunası ve diğer hayvanları olumsuz etkilemektedir (Schütte ve ark., 2017).

Kültür, Etik ve Din

Kültür, etik ve din, yeni bir teknolojinin belirli bir toplumda benimsenmesinde en güçlü etkiye sahip unsurlardandır. GDO'larla ilgili tartışmaların etik ve dini boyutları da dinin önemli bir toplumsal güç olduğu toplumlardaki tartışmaların önemli bir yönünü oluşturmaktadır. Örneğin, bazı Müslüman toplumlarda GDO'ların kabul edilebilirliği konusundaki tartışmalar genellikle bu ürünlerin helal olup olmadığı üzerinedir (Daño, 2007).

Bazı İslam akademisyenleri Allah'ın yarattığı özelliklerde değişiklik yapılmasının günah olduğunu ve hiç kimsenin O'nun yarattıklarına müdahale edemeyeceği görüşünü benimsemekle birlikte, diğer bazı akademisyenler değişikliğin insanlığın refahı amaçlı olması durumunda ve doğaya ve diğer canlılara zarar vermemesi koşuluyla izin verilebileceği görüşündedir. Bu kapsamda biyoteknolojinin en tartışmalı uygulamalarından biri hayvanlardan bitkilere gen transferidir. Bu uygulama ancak genin kaynağı olan hayvanın helal olması koşuluyla helal kabul edilmektedir. Örneğin domuz İslam'da kesin olarak haram kabul edilmektedir (Khattak ve ark. 2011).

GDO destekçileri tarafından GDO'ların daha verimli ve daha az maliyetli bir gıda üretim sistemi sağladığı öne sürülerek bu ürünlerin toplumsal faydaya önemli ölçüde katkıda bulunduğu iddia edilmektedir. Tüketicilere daha iyi besin içeriğine, daha gelişmiş lezzete ve daha uzun raf ömrüne sahip gıdalar sunması gibi gerekçelerle bu ürünlerin ahlaki değer ve ilkelerle uyumlu olduğu ileri sürülmektedir. Bununla birlikte, bazı topluluklar ise modern biyoteknolojinin gıdalar üzerinde kullanılmasının gıdaların doğallığını, bütünlüğünü, kültürel değerini ve güvenilirliğini ihlal ettiği düşüncesiyle bu ürünlerin etik olmadığı görüşündedir (Burkhardt, 2008).

Sonuç

GDO'ların piyasaya sunulmaya başlamasından bu yana olumlu ve olumsuz etkileri üzerinde tartışmalar devam etmektedir. Bu tartışmaların ana eksenini insan ve hayvan sağlığı, gıda güvenliği, çevre, biyoçeşitlilik ve küresel gıda sisteminin kontrolü üzerine potansiyel etkileri oluşturmaktadır. Bu teknolojiyi destekleyenler tarafından bu ürünlerin küresel açlık sorununa çözüm olabileceği, daha verimli, daha ekonomik ve çevre dostu üretim sağladığı ve sağlık ve biyoçeşitlilik üzerine kanıtlanmış herhangi bir olumsuz etkisi olmadığı öne sürülmektedir. Bu teknolojiye karşı çıkanlar tarafından ise; bu ürünlerin alerjik reaksiyon, antibiyotik direnci ve toksisite gibi olası sağlık risklerinin yanında pestisit kullanımının artması ve gen kaçışı nedeniyle çevre ve biyoçeşitlilik üzerinde olumsuz etkilere yol açabileceği ileri sürülmektedir.

GD tarım ürünlerinin ekim alanı küresel düzeyde gün geçtikçe artsa da birçok ülkede tarımsal üretim GDO'suzdur. Bu durumun nedenleri arasında; GD tarım ürünleri ve gıdaların uzun vadeli riskleri üzerinde güvenilir bilimsel çalışmaların göreceli azlığı, dini, etik ve kültürel açıdan birçok topluluk tarafından kabul görmemesi ve GD teknolojisinin gelişmelerine bağlı olarak tohum tekelinin oluşması sayılabilir.

KAYNAKÇA

- Almeida, V. E. S. D., Friedrich, K., Tygel, A. F., Melgarejo, L. and Carneiro, F. F. 2017. Use of genetically modified crops and pesticides in Brazil: growing hazards. *Ciencia & saude coletiva*, 22: 3333-3339.
- TBBDM 2010. Türkiye Biyogüvenlik Bilgi Değişimi Mekanizması. Biyo Güvenlik Kanunu. Kanun No:5997. <http://www.tbbdm.gov.tr/Dosyalar/BiyogüvenlikKanunu.pdf> (Erişim tarihi:14.10.2018).
- BCH 2012. Biosafety Clearing-House. The Cartagena Protocol on Biosafety. <https://bch.cbd.int/protocol/background/> (Erişim tarihi:14.10.2018).
- Anonymous 2015. Directive (EU) 2015/412 of the European Parliament and of the Council of 11 March 2015 amending Directive 2001/18/EC as regards the possibility for the Member States to restrict or prohibit the cultivation of genetically modified organisms (GMOs) in their territory Text with EEA relevance.
- Anonymous 2016. Genetically engineered crops: experiences and prospects. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. National Academies Press, pp: 20-21.
- Anonymous 2018. European Commission: GMO Legislation. http://ec.europa.eu/food/plant/gmo/legislation_en (Erişim tarihi:15.10.2018).
- Atsan, T. ve Kaya, T.E. 2008. Genetiği değiştirilmiş organizmaların (GDO) tarım ve insan sağlığı üzerine etkileri. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(2): 1-6.
- Benbrook, C. M. 2012. Impacts of genetically engineered crops on pesticide use in the US--the first sixteen years. *Environmental Sciences Europe*, 24(1): 24.
- Bøhn, T., Cuhra, M., Traavik, T., Sanden, M., Fagan, J., and Primicerio, R. 2014. Compositional differences in soybeans on the market: glyphosate accumulates in Roundup Ready GM soybeans. *Food chemistry*, 153: 207-215.
- Brookes, G. and P. Barfoot. 2017. GM Crops: Global Socio-economic and Environmental Impacts 1996-2015. PG Economics Ltd, UK, pp: 1-201.
- Burkhardt, J. 2008. The Ethics of Agri-Food Biotechnology: How Can an Agricultural Technology be so Important?: *What Can Nanotechnology Learn From Biotechnology?*, Ed.: David, K., Thompson, P.B., Academic Press, pp: 55-79.
- Bürger, J., Darmency, H., Granger, S., Guyot, S. H., Messéan, A., and Colbach, N. 2015. Simulation study of the impact of changed cropping practices in conventional and GM maize on weeds and associated biodiversity. *Agricultural Systems*, 137: 51-63.
- Carman, J.A., Vlieger, H.R., Ver Steeg, L.J., Sneller, V.E., Robinson, G.W., Clinch-Jones, C.A., Haynes, J.I. and Edwards, J.W. 2013. A long-term toxicology study on pigs fed a combined genetically modified (GM) soy and GM maize diet. *J Org Syst*, 8(1): 38-54.
- Carpenter, J. E. 2011. Impact of GM crops on biodiversity. *GM crops*, 2(1): 7-23.

- Daño, E. C. 2007. Potential socio-economic, cultural and ethical impacts of GMOs: Prospects for socio-economic impact assessment. Third World Network, pp. 2-5.
- De Steur, H., Blancquaert, D., Lambert, W., Van Der Straeten, D. and Gellynck, X. 2014. Conceptual framework for ex-ante evaluation at the micro/macro level of GM crops with health benefits. *Trends in food science & technology*, 39(2): 116-134.
- De Vendômois, J. S., Roullier, F., Cellier, D. ve Séralini, G. E. 2009. A comparison of the effects of three GM corn varieties on mammalian health. *International Journal of Biological Sciences*, 5(7): 706.
- Delaney, B. 2015. Safety assessment of foods from genetically modified crops in countries with developing economies. *Food and Chemical Toxicology*, 86: 132-143.
- DFID 2010. The politics of poverty: elites, citizens and states. Findings from ten years of DFID-funded research on governance and fragile states 2001–2010. Department for International Development, London, UK. <https://www.oecd.org/derec/unitedkingdom/48688822.pdf> (Erişim tarihi: 16.09.2018).
- Domingo, J. L., and Bordonaba, J. G. 2011. A literature review on the safety assessment of genetically modified plants. *Environment International*, 37(4): 734-742.
- Dona, A. and Arvanitoyannis, I. S. 2009. Health risks of genetically modified foods. *Critical reviews in food science and nutrition*, 49(2): 164-175.
- Fabiansson, C. and Fabiansson, S. 2016. *Food and the Risk Society: The Power of Risk Perception*. Routledge, p.137.
- FDA 2018a. U.S. Food And Drug Administration GR2E Response Letter RE: Biotechnology Notification File No. BNF 000158. <https://www.fda.gov/downloads/Food/IngredientsPackagingLabeling/GEPlants/Submissions/ucm608797.pdf> (Erişim tarihi:16.09.2018).
- FDA 2018b. U.S. Food And Drug Administration Biotechnology Notification File No. 000158 Note to the File Date: May 8, 2018. <https://www.fda.gov/downloads/Food/IngredientsPackagingLabeling/GEPlants/Submissions/ucm607450.pdf> (Erişim tarihi:16.09.2018).
- Finger, R., El Benni, N., Kaphengst, T., Evans, C., Herbert, S., Lehmann, B., Morse, S. and Stupak, N. 2011. A meta analysis on farm-level costs and benefits of GM crops. *Sustainability*, 3(5): 743-762.
- Galli, A., Moore, D., Cranston, G., Wackernagel, M., Kalem, S., Devranoglu, S. and Ayas, C. 2012. Türkiye'nin Ekolojik Ayak İzi Raporu. WWF Rapor, Ofset Yapımevi, İstanbul, Türkiye, s. 6-7.
- Gómez-Barbero, M. and Rodriguez-Cerezo, E. 2007. GM crops in EU agriculture. A case study for the BIO4EU project. European Commission, DG JRC. Institute for Prospective Technology Studies, pp. 28-31.
- Goodman, R. E. and Tetteh, A. O. 2011. Suggested improvements for the allergenicity assessment of genetically modified plants used in foods. *Current allergy and asthma reports*, 11(4): 317-324.

- Gurian-Sherman, D. 2009. Failure to yield: Evaluating the performance of genetically engineered crops. Cambridge, MA: Union of Concerned Scientists, pp. 2-3.
- Gürpınar, D. 2013. Biyogüvenlik Kanunu Çerçevesinde Hukuki Sorumluluk. Dokuz Eylül Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi Cilt: 15, Özel S., 2013, s.1067-1109.
- ISAAA 2017. Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops in 2017: Biotech Crop Adoption Surges as Economic Benefits Accumulate in 22 Years. ISAAA Brief No. 53. ISAAA: Ithaca, NY.
- Khattak, J. Z. K., Mir, A., Anwar, Z., Abbas, G., Khattak, H. Z. K. and Ismatullah, H. 2011. Concept of halal food and biotechnology. *Advance Journal of Food Science and Technology*, 3(5): 385-389.
- Kleter, G. A. and Peijnenburg, A. A. 2004. Prediction of the potential allergenicity of novel proteins. In *Allergy Matters: new approaches to allergy prevention and management: the international conference on allergy prevention*, Wageningen, pp. 85-93.
- Klümper, W. and Qaim, M. 2014. A meta-analysis of the impacts of genetically modified crops. *PloS one*, 9(11): 111629.
- Li, L., Pegg, R.B., Eitenmiller, R.R., Chun, J.Y. and Kerrihard, A.L. 2017. Selected nutrient analyses of fresh, fresh-stored, and frozen fruits and vegetables. *Journal of Food Composition and Analysis*, 59: 8-17.
- Ludlow, K., Smyth, S. J. and Falck-Zepeda, J. 2014. Introduction to Socio-Economic Considerations in the Regulation of Genetically Modified Organisms: Socio-economic considerations in biotechnology regulation, Springer Science & Business Media, pp. 3-14.
- Magaña-Gómez, J. A. and Calderón de la Barca, A. M. 2009. Risk assessment of genetically modified crops for nutrition and health. *Nutrition Reviews*, 67(1): 1-16.
- McIntyre B. D. 2009. Agriculture at a Crossroads. International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development (IAASTD), Global Report. Island Press, Washington D.C, p. 94.
- Midtvedt, T. 2014. Antibiotic resistance and genetically modified plants. *Microbial ecology in health and disease*, 25: 25918.
- Naegeli, H., Birch, A.N., Casacuberta, J., De Schrijver, A., Gralak, M.A., Guerche, P., Jones, H., Manachini, B., Messéan, A. and Nielsen, E.E. 2017. Guidance on allergenicity assessment of genetically modified plants. EFSA Panel on Genetically Modified Organisms (GMO). *EFSA Journal*, 15(6): 4862.
- Nordlee, J. A., Taylor, S. L., Townsend, J. A., Thomas, L. A. and Bush, R. K. 1996. Identification of a Brazil-nut allergen in transgenic soybeans. *New England Journal of Medicine*, 334(11): 688-692.
- Olhan, E. 2010. Modern biyoteknolojinin tarımda kullanımının politik ve ekonomik yönden değerlendirilmesi: Farklı boyutlarıyla genetiği değiştirilmiş organizmalar, Ed.: Aslan, D., Şengelen, M., Ankara Tabip Odası, Ankara, s. 9-14.
- Schütte, G., Eckerstorfer, M., Rastelli, V., Reichenbecher, W., Restrepo-Vassalli, S., Ruohonen-Lehto, M., Saucy, A.G.W. and Mertens, M. 2017. Herbicide resistance and biodiversity: agronomic and environmental aspects of genetically modified herbicide-resistant plants. *Environmental Sciences Europe*, 29(1): 5.

- Séralini, G.E., Mesnage, R., Defarge, N., Gress, S., Hennequin, D., Clair, E., Malatesta, M. and De Vendômois, J.S. 2013. Answers to critics: Why there is a long term toxicity due to a Roundup-tolerant genetically modified maize and to a Roundup herbicide. *Food and Chemical Toxicology*, 53: 476-483.
- Stewart, P.A. and McLean, W.P. 2005. Public opinion toward the first, second, and third generations of plant biotechnology. *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*, 41(6): 718-724.
- Tang, G., Qin, J., Dolnikowski, G.G., Russell, R.M. and Grusak, M.A. 2009. Golden Rice is an effective source of vitamin A-. *The American journal of clinical nutrition*, 89(6): 1776-1783.
- Tsatsakis, A.M., Nawaz, M.A., Kouretas, D., Balias, G., Savolainen, K., Tutelyan, V.A., Golokhvast, K.S., Lee, J.D., Yang, S.H. and Chung, G. 2017. Environmental impacts of genetically modified plants: a review. *Environmental research*, 156: 818-833.
- Van Acker R., Rahman, M. and Cici, S.Z.H. 2017. Pros and cons of GMO crop farming. Oxford Research Encyclopedia of Environmental Science. Oxford Univ. Press, pp 11-16.
- Wu, Y., Xu, Y., Du, Y., Zhao, X., Hu, R., Fan, X., Ren, F., Yao, Q., Peng, R., Tang, X. and Zhao, K. 2017. Dietary safety assessment of genetically modified rice EH rich in β -carotene. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 88: 66-71.
- Yorulmaz, S. ve Ay, R. 2006. Genetiği değiştirilmiş organizmaların (GDO) entomoloji alanındaki uygulama olanakları. *SDÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11(2): 53-59.
- Yuan, D., Bassie, L., Sabalza, M., Miralpeix, B., Dashevskaya, S., Farre, G., Rivera, S.M., Banakar, R., Bai, C., Sanahuja, G. and Arjó, G. 2011. The potential impact of plant biotechnology on the Millennium Development Goals. *Plant cell reports*, 30(3): 249-265.
- Zhang, C., Wohlhueter, R. and Zhang, H. 2016. Genetically modified foods: A critical review of their promise and problems. *Food Science and Human Wellness*, 5(3): 116-123.



BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ

Journal of Agricultural Faculty of Bursa Uludağ University

Görükle Kampüsü 16059 Bursa/Türkiye

e-ISSN 2651-4044

<http://dergipark.org.tr/bursauludagziraat>

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

Amaç

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

Kapsam

Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi eski adıyla Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi Haziran ve Aralık olmak üzere yılda iki sayı olarak basılan hakemli, akademik, bilimsel, uluslararası bir dergidir. Dergi; bahçe bitkileri, bitki koruma, biyoenerji, biyosistem mühendisliği, doğal kaynaklar, genetik, gıda mühendisliği, gıda bilimi ve teknolojisi, peyzaj, süs bitkileri ve doğa koruma, su ürünleri ve balıkçılık, süt teknolojisi, tarım ekonomisi, tarım makineleri, tarımsal biyoteknoloji, tarımsal yapılar ve sulama, tarla bitkileri, toprak bilimi ve bitki besleme, topraksız yetiştiricilik ve 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 (<http://dergipark.gov.tr/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) yazarların isimlerinin yer almadığı tam metin makale, (3) imzalanmış ve taratılmış başvuru formu, (4) tüm yazarlar tarafından imzalanmış telif hakkı devir formunun taranmış kopyasının elektronik formatta DergiPark sistemine <http://dergipark.gov.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 yayım etiği yönergesi dikkate alınarak hazırlanmıştır.

Hakemli dergide yayım ilkeleri ile ilgili tüm taraflardan (yazar, dergi editörü, hakem ve yayıncı 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 yayım 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 yayım 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 yayım yaparak ayrı eserler olarak sunmak,
- e) Haksız yazarlık: Aktif katkısı olmayan kişileri yazarlar arasına dâhil etmek, aktif katkısı olan kişileri yazarlar arasına dâhil etmemek, yazar sıralamasını gereksiz ve uygun olmayan bir biçimde değiştirmek, aktif katkısı

olanların isimlerini yayım sırasında veya sonraki baskılarda eserden çıkarmak, aktif katkısı olmadığı halde nüfuzunu kullanarak ismini yazarlar arasına dâhil ettirmek,

f) Diğer etik ihlali türleri: Destek alınarak yürütülen araştırmaların yayınlarında destek veren kişi, kurum veya kuruluşlar ile onların araştırmadaki katkılarını açık bir biçimde belirtmemek, insan ve hayvanlar üzerinde yapılan araştırmalarda etik kurallara uymamak, yayınlarında hasta haklarına saygı göstermemek, hakem olarak incelemek üzere görevlendirildiği bir eserde yer alan bilgileri yayınlanmadan önce başkalarıyla paylaşmak, bilimsel araştırma için sağlanan veya ayrılan kaynakları, mekânları, imkânları ve cihazları amaç dışı kullanmak, tamamen dayanaksız, yersiz ve kasıtlı etik ihlali suçlamasında bulunmak (YÖK Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi, Madde 8).

Hakemlerin Sorumlulukları

Hakemlik süreci, bilimsel akademik yayıncılığın başarısında önemli bir konumda bulunmaktadır. Hakemler bu sürecin sağlıklı yürütülebilmesi ve iyileştirilmesine gayret göstermelidir.

Hakemler araştırmayla, yazarlarla ve/veya araştırma fon sağlayıcılar ile çıkar çatışması/çakışması içerisinde olmamalıdır.

Değerlendirmeleri tarafsız olmalıdır.

Değerlendirilen makaleler hakem tarafından gizli tutulmalıdır.

Editörün Sorumlulukları

Editörler bir makaleyi kabul etmek ya da reddetmek için tüm sorumluluğa ve yetkiye sahiptir.

Editörler kabul ettiği ya da reddettiği makaleler ile ilgili çıkar çatışması/çakışması içerisinde olmamalıdır.

Sadece alana katkı sağlayacak makaleler kabul edilmelidir.

Hakemlerin ismini değerlendirme tamamlanana kadar saklı tutmalıdır.

Makalenin yayımlanmasından sonra herhangi bir araştırmacı tarafından bilimsel hata tespit edildiğinde ilgili düzeltme/düzeltilmelerin yayımlanmasını ya da geri çekilmesini desteklemelidir.

Yayıncının Sorumlulukları

Yayıncılık etiğinin yayın kurulu tarafından izlenmesi/korunması,

Akademik kaydın bütünlüğünü korumak,

Etik standartlardan ödün vermemek,

Gerektiğinde düzeltilmeleri, 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 zfergisi@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 yayımlanır.

Alıntılanma Yüzdesi

Dergiye başvurusu yapılan makaleler, hakemlik sürecine alınmadan önce intihal programında (iThenticate Plagiarism Detection Software) (<http://www.ithenticate.com>) taratılmaktadır. Tarama sonucunda Kaynaklar bölümü haricinde benzerlik oranı %20 ve aşağı değeri taşıyan makaleler başvuruya kabul edilmektedir. Makale başvurusu ile beraber iThenticate raporu da sisteme yüklenmelidir.

Etik Kurul Onayı

Makalenin etik kurul onayı gerektirip gerektirmediği yazarların sorumluluğundadır. Yazarlar yayımlatmak istedikleri makale ile ilgili olarak varsa gerekli olan etik kurul onayını aldıkları kurumu ve onay numarasını Materyal ve Yöntem bölümünde belirtmelidirler. Yayın kurulu gerekli gördüğünde “Etik Kurul Onay Belgesini” ayrıca isteyebilir.

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 tezdene 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 bulunmalıdır. Şekil, çizelge ve resimlerin numaralandırması ise Şekil 1, Şekil 2. vb. şeklinde 10 punto ile koyulaştırılarak verilmelidir. Şekil açıklamalarının ardından bir boşluk bırakılarak paragraflar arasında bir boşluk kalacak şekilde

ana metin yazılmalıdır. Metin içerisinde yer alan çizelgelerde çizelge numaraları Çizelge 1, Çizelge 2. şeklinde çizelgenin üzerine yazılmalı açıklamaları ise koyulaştırılmamış şekilde olmalı ve çizelge üst sınırı ile açıklama yazısı arasında boşluk bırakılmamalıdır. Şekiller en az 300 dpi çözünürlükte olmalıdır.

Tüm makalelerde **SI (International System of Units)** ölçü birimleri ve ondalık kesir olarak nokta kullanılmalıdır (1,25 yerine 1.25 gibi). Birimlerde “ / ” kullanılmamalı ve birimler arasında bir boşluk verilmelidir (4 m/s yerine 4 m s⁻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

<http://dergipark.org.tr/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** (<http://dergipark.gov.tr/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) the full text articles without the author names, (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.gov.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 manuscripts are published considering the acceptance date.

Plagiarism Percentage

Articles submitted to the journal are reviewed in the plagiarism program (iThenticate Plagiarism Detection Software) (<http://www.ithenticate.com>) before being submitted to the evaluation process. As a result of the screening, except the references section, articles with similarity rate of 20% and lower are accepted for application. The iThenticate report also should be uploaded to the system along with the application.

Ethics Committee Approval

It is the responsibility of the authors to determine whether the article requires an 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.

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-point 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 wright description should be as “ 4 g kg⁻¹” and a space should be given between units.

The formulas should be numbered and the formula number should be shown in brackets to the right next to the formula. The main characters and variables should be in italics, figures and mathematical expressions should be given in plain form as 10-point. If a citation is to be made in the text, it should be given as it “Equality 1” (related model, Equality 1).

References: Citations and references should be listed as described below and all citations and references should be in alphabetical order.

Citations in the text should be indicated using “author, year” format; Smith (2007), moreover, (Smith, 2007) if it is placed at the end of the sentence. For two authors, they are indicated as Smith and Cash (2007). Where three or more authors exist for a cited reference, the citation should be formatted as “first author et al. year”;

Smith et al. (2007).

References should be listed in alphabetical order according to the last name of the first author. Use “and” in listing two or more than two authors. Example: Smith, M., Hill, Z. and Nelson E. 2000.

In the references section, the same author's articles in the same year, should be indicated as adding the letters a, b, c, etc. to the end of the year.

Citations and references should be written in 10-point font Times New Roman, and the quoted sources should be shown as indicated below according to Harvard reference system.

Journal:

Buragohain, P., Sreedeeep, S., Lin, P., Ni, J. and Garg, A. 2019. Influence of soil variability on single and competitive interaction of ammonium and potassium: experimental study on seven different soils. *Journal of Soils and Sediments*, 19(1):186-197.

Ferraro, A. and Scremin-Dias, E., 2018. Structural features of species of Asteraceae that arouse discussions about adaptation to seasonally dry environments of the Neotropics. *Acta Botanica Brasilica*, 32(1): 113-127.

Book:

Gardner, F.P., Pearce, R.B. and Mitchell, R.L. 2017. *Physiology of crop plants* (No. Ed. 2). Scientific Publishers.

Ensminger, M.E., Oldfield, J.E. and Heinemann, W.W. 1990. *Feeds and nutrition digest: formerly, Feeds and nutrition—abridged*, The Ensminger Publishing Company, Clovis, CA (1990), 110p.

Book Chapter:

Primmer, C. 2006. Genetic characterization of populations and its use in conservation decision-making in fish: The role of biotechnology in exploring and protecting agricultural genetic resources, Ed.: Ruane, J., Sonnino, A., FAO, Rome, Italy, pp: 97-104.

Proceedings:

Susurluk, A., S. Hollmer, U.K. Mehta, R. Han, E. Tarasco, O. Triggian, A. Peters and R.-U. Ehlers. 2003. Molecular identification of entomopathogenic nematodes from Turkey, India, China, Italy, Norway, Albania and Germany by PCR-RFLP. *9th European Meeting of the IOBC/WPRS Working Group*, p:101-103, 23-29 May 2003, Schloss Salzau, Germany.

Thesis:

Scheffe, H. 1973. Symptotic Theory of Sequential Fixed- Width Confidence Intervals. Unpublished Ph.D. dissertation, Florida State University, Dept. of Statistics.

Anonymous:

Anonymous 2005. Tarımsal Yapı. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enst. Yayın No: 1579, Ankara. <http://www.agri.ankara.edu.tr/tarimbilimleri> (Date of access: 11.05.2008).

Internet:

TÜBİTAK (2008). Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu, Türkiye Veri Servisi. <http://www.tubitak.gov.tr/tubives> (Date of access: 11.05.2008).

İçindekiler / Contents

ARAŞTIRMA MAKALELERİ (Research Articles)

Knowledge Management System for Agriculture; A Case Study from Bursa Province Tarımda Bilgi Sistemleri; Bursa İli Örneği İsmail Bülent GÜRBÜZ, Fikret BAYAR	1
Su Stresinin Sofralık Domatesin Verimi ve Fizyolojik Özellikleri Üzerine Etkileri The Effects of Water Stress on the Yield and Physiological Properties of Table Tomato Gökhan ÇAMOĞLU, Kürşat DEMİREL, Arda AKÇAL, Levent GENÇ	15
Hatay İlinde Yakacak Olarak Kullanılan Pirina Briketinin Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi Determination of Quality Characteristics of Olive Pomace Briquette Used as A Fuel in Hatay Province Kadriye HATİPOĞLU, Cengiz KARACA	31
Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Amfi Çatısının Güneş Elektrik Potansiyelinin Tahminlenmesi Estimating Solar Electricity Potential of Uludag University Agricultural Faculty Lecture Theater Rooftop Onur TAŞKIN, Ali VARDAR	45
Tohum Uygulamalarının Soğan (<i>Allium cepa</i> L.) Tohumunun Bazı Fiziksel ve Mekanik Özelliklerine Etkisi Effects of Seed Coating and Pelleting Applications on The Quality of Onion Seeds (<i>Allium cepa</i> L.) Zeynep DUMANOĞLU, Bülent ÇAKMAK	53
Kuru Kayısılarda Ferrik Oksit ve Ozon Gazı Uygulamalarının, Kuru Meyve Akarı <i>Carpoglyphus lactis</i> (L.) (Acari: Carpoglyphidae) Kaynaklı Mikrobiyal Bulaşma Yüküne ve Meyve Kalite Parametrelerine Etkisinin Belirlenmesi Determination of the effect of ferric oxide and ozone gas applications on the fruit quality parameters and microbial contamination load caused by dried fruit mite, <i>Carpoglyphus lactis</i> (L.) (Acari: Carpoglyphidae) infestation Ayşegül YILDIRIM KUMRAL, Vefa TURGU, Ece YILDIZ, Nabi Alper KUMRAL, Rabia Nur ÇEVİK, İlknur SEVİNÇ, Gamze KARAPAPAK, Asude Nur YÜKSEL, Esra ERSÖZ	67
Atdışı Mısır (<i>Zea mays indentata</i> Sturt.) Genotiplerinde Verim ve Verim Unsurlarının Genetik Analizi Bayburt Genetically Analysis of Yield and Yield Components in Dent Corn Genotypes (<i>Zea mays indentata</i> Sturt.) Elif ÖZDEMİR, Bayram SADE	83
Derry x Yemsoy Soya (<i>Glycine max.</i> (L.) Merr.) Melezlerinin Bazı Tarımsal Özellikleri Üzerinde Araştırmalar Agricultural Characteristics of Derry X Yemsoy Soybean Hybrids Gözde ŞENBEK, Esvet AÇIKGÖZ	93
Kültür Mantarı Dilimlerinin Kurutulmasında Isı Pompalı Sisteminin Enerji Performansının İncelenmesi Investigation of Energy Performance of Heat Pump System in Drying of Mushroom Slices Cüneyt TUNÇKAL	101
Basic Design and Visual Perception in Landscape Architecture Education Peyzaj Mimarlığı Eğitiminde Temel Tasarım ve Görsel Algı Elmas ERDOĞAN, Osman ZEYBEK	113
Farklı Yöntemlerle Kurutulan Yeşil Zeytin Katkılı Çipslerin Kurutma Kinetiği ve Bazı Kalite Parametrelerinin İncelenmesi Investigation of Drying Kinetics and Some Quality Parameters of Green Olive Added Chips Dried with Different Methods Tuğçe HALİL, Canan Ece TAMER, Azime ÖZKAN KARABACAK	123
Farklı Kolza Genotiplerinin Güney Marmara Ekolojik Koşullarında Bazı Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi Determination of Some Yield and Quality Characteristics of Different Rapeseed Genotypes in Southern Marmara Ecological Conditions Cansu DOLGUN, Bilal ALPASLAN, Emre ŞENYİĞİT, Abdurrahim TANJU GÖKSOY, Mehmet SİNCİK	143
DERLEMELER (Reviews)	
Tarımda Su Kalitesi ve Su Kirliliğinin Önemi: Bursa Nilüfer Çayı Örneği The Importance of Water Quality and Water Pollution in Agriculture: Case of Nilüfer Creek in Bursa Saliha DORAK, Barış Bülent AŞIK, Gökhan ÖZSOY	155
Sürdürülebilir Atık Yönetiminde Sera Atıklarının Kompost Olarak Değerlendirilmesi Evaluation of Greenhouse Wastes as Compost in Sustainable Waste Management Melis ÇERÇİOĞLU	167
Genetiği Değiştirilmiş Tarım Ürünlerinin Küresel Düzeyde Olası Etkileri Possible Global Impacts of Genetically Modified Crops Seda YILMAZ ÇEBİ, Emine OLAN	179