



**Bursa Uludağ Üniversitesi
ZİRAAT FAKÜLTESİ**

**Bursa Uludag University
Faculty of Agriculture**

**BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ**

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

**Cilt 36
Volume**

**Sayı 1
Number**

2022

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

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



CAB International



TR Dizin

ASOS
indeks

SÖBIAD

Google Scholar

ROAD DIRECTORY
OF OPEN ACCESS
SCHOLARLY
RESOURCES

Dergimiz Hakkında/ About Our Journal

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

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

Amaç/Aim

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

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

Kapsam/Scope

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

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

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

All articles published in the journal are the responsibility of their authors. Manuscripts may not be reproduced without the permission of the publisher. All rights to article published in this Journal are reserved by Agriculture Faculty of Bursa Uludag 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.**” 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 Uludağ 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 Uludağ University**.

Amaç/Aim

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

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

Kapsam/Scope

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

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

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

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

Dergi Tarihçesi / Journal History

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



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

Görükle Kampüsü 16059 Bursa/Türkiye

e-ISSN 2651-4044

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

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

Cilt / Volume: 36

Sayı /Number: 1

Yıl/Year: 2022

Bursa Uludağ Üniversitesi
Ziraat Fakültesi Adına

Sahibi / Owner

Prof.Dr. İlhan TURGUT
Dekan/Dean

Baş Editör/Editor in Chief

Prof.Dr. Hakan ÇELİK

Baş Editör Yardımcısı / Deputy Editor in Chief

Doç.Dr. Asuman CANSEV

Alt Yayın Komisyonu

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

İletişim/Contact

Tel: 0224 294 14 07

Fax: 0 224 294 14 02

e-posta: zfergisi@uludag.edu.tr

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

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

Kapak Sayfa Tasarım / Cover Page Design

Bursa Uludağ Üniversitesi Basımevi

Bursa - 2022



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

Görükle Kampüsü 16059 Bursa/Türkiye

e-ISSN 2651-4044

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

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

Cilt / Volume: 36

Sayı /Number: 1

Yıl/Year: 2022

Editörler Kurulu / Editorial Board

Baş Editor

Prof. Dr. Hakan ÇELİK

hcelik@uludag.edu.tr

Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa, TÜRKİYE

Alan Editörü/Co Editor

Doç. Dr. Tolga TİPİ

Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa, TÜRKİYE

Alan Editörü/Co Editor

Doç. Dr. Oya KAÇAR

Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa, TÜRKİYE

Alan Editörü/Co Editor

Doç. Dr. Asuman CANSEV

Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa, TÜRKİYE

Alan Editörü/Co Editor

Doç. Dr. Ekin SUCU

Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa, TÜRKİYE

Alan Editörü/Co Editor

Doç. Dr. Sine ÖZMEN TOĞAY

Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa, TÜRKİYE

Alan Editörü/Co Editor, page layout editor

Doç. Dr. Elvan ENDER ALTAY

Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa, TÜRKİYE

Alan Editörü/Co Editor

Dr. Öğretim Üyesi Kadir İLHAN

Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa, TÜRKİYE

Alan Editörü/Co Editor, page layout editor

Doç.Dr. Onur TAŞKIN

Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa, TÜRKİYE



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

Görükle Kampüsü 16059 Bursa/Türkiye

e-ISSN 2651-4044

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

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

Cilt / Volume: 36

Sayı /Number: 1

Yıl/Year: 2022

Editörler Kurulu / Editorial Board

Diğer Üniversitelerden / From Other Universities

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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

Görükle Kampüsü 16059 Bursa/Türkiye

e-ISSN 2651-4044

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

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

Cilt / Volume: 36

Sayı /Number: 1

Yıl/Year: 2022

Danışma Kurulu / Advisory Board

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

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

Diğer Üniversitelerden/From Other Universities

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Dr. Erdiñ UYSAL, Yalova Atatürk Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü, Toprak ve Su kaynakları Bölümü, Yalova, TÜRKİYE



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

Görükle Kampüsü 16059 Bursa/Türkiye

e-ISSN 2651-4044

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

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

Cilt / Volume: 36

Sayı / Number: 1

Yıl/Year: 2022

BU SAYIDA HAKEMLİK YAPAN ÖĞRETİM ÜYELERİ

(Scientific Advisory Board)

(Alfabetik Sıraya Göre/Alphabetical Order)

Abdulhabip ÖZEL	Harran Üniversitesi
Alpay BALKAN	Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi
Arif ATAK	Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü
Ayhan HORUZ	Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Aysun ÇELİK	Bursa Uludağ Üniversitesi
Ayşegül AKPINAR	Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi
Ayten NAMLI	Ankara Üniversitesi
Bahadır ALTUN	Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
Canan ŞEN	Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi
Doğanay YENER	İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Duran KATAR	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Fatih KAHRIMAN	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Gıyasettin ÇİÇEK	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Gökşen ARIK	Balıkesir Üniversitesi
Gülsüm YALDIZ	Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Halil İbrahim ERKOVAN	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Hülya ÖZGÖNEN ÖZKAYA	Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi
İbrahim YILMAZ	Akdeniz Üniversitesi
İsmet BAŞER	Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi
Kamil ERKEN	Bursa Teknik Üniversitesi
Leyla Sezen TANSI	Çukurova Üniversitesi
Mehmet Recai DURGUT	Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi
Metin TOSUN	Atatürk Üniversitesi
Nazım ŞEKEROĞLU	Kilis 7 Aralık Üniversitesi
Nevin AKDURA	Hakkari Üniversitesi
Nurgül ARISOY	Selçuk Üniversitesi
Selin KALKAN	Giresun Üniversitesi
Serhat GÜREL	Bursa Uludağ Üniversitesi
Tülay ÖZCAN	Bursa Uludağ Üniversitesi
Uğur ŞİMŞEK	Iğdır Üniversitesi
Ufuk EREN VAPUR	Niğantaşı Üniversitesi



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

Görükle Kampüsü 16059 Bursa/Türkiye

e-ISSN 2651-4044

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

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

Cilt / Volume: 36

Sayı / Number: 1

Yıl/Year: 2022

İçindekiler / Contents

ARAŞTIRMA MAKALELERİ (Research Articles)

Engelsiz Park Tasarımında Ergonomik Yaklaşımlar

Ergonomic Approaches in Unimpeded Park Designs

Handan ÇAKAR1

Antalya ili kabak üretim alanlarında Fas Karpuz Mozayik Virüsü (Moroccan Watermelon Mosaic Virus)

Moroccan Watermelon Mosaic Virus in Squash Production Areas of Antalya Province

Handan ÇULAL KILIÇ*, Muhammed Raşit ORAN15

Doğal Fermente Gıdalardan İzole Edilen Muhtemel Laktik Asit Bakterilerinin Antimikrobiyal Aktiviteleri ve Laktik Asit Üretim Düzeylerinin İncelenmesi

Investigation of Antimicrobial Activities and Lactic Acid Production Levels of Presumptive
Lactic Acid Bacteria Isolated From Naturally Fermented Foods

Özüm ÖZOĞLU, Mehmet GÜMÜŞTAŞ, Sibel Aysıl ÖZKAN, Evrim GÜNEŞ ALTUNTAŞ.....25

Keşkül Üretiminde HACCP Sisteminin Uygulanması

Implementation of HACCP System in Keskul Production

Elif ONBAŞI, Aycan CİNAR41

Technical and Economic Analysis of Electricity Production with Solar Panels: Bursa Example

Güneş Panelleri İle Elektrik Üretiminin Teknik Ve Ekonomik Analizi: Bursa Örneği

Tuğba BİÇEN, Ali VARDAR59

Göller Yöresinde Farklı Lokasyonlarda Doğal Olarak Yetişen *Smyrnum connatum* Boiss. & Kotschy'nin Uçucu Yağ Bileşenlerinin Karakterizasyonu

Essential Oil Characterization of *Smyrnum connatum* Boiss. & Kotschy from Various
Geographical Locations in Lakes Region

Bekir TOSUN, Arif ŞANLI, Tahsin KARADOĞAN, Yeşim CİRİT, Fatma Zehra OK75

Evaluation of Gebze-Orhangazi-İzmir Highway's Landscape Plants

Gebze-Orhangazi-İzmir Otoyolunun Peyzaj Bitkilerinin Değerlendirilmesi

Esra ÖZKAN, Murat ZENCİRKIRAN87

Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Hat ve Çeşitlerinin Farklı Çevrelerde Bazı Tarımsal Özellikler Yönünden İncelenmesi

Investigation of Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) Lines and Varieties For Some
Agricultural Features in Different Environments

Samet KOÇ, Esra AYDOĞAN ÇİFCİ103

Effects of Different Nitrogen Doses on Forage Yield of Some Sweet Sorghum [Sorghum bicolor var. saccharatum (L.) Mohlenb.] Varieties Farklı Azot Dozlarının Bazı Şeker Darısı [Sorghum bicolor var. saccharatum (L.) Mohlenb.] Genotiplerinin Yem Bitkisi Verimi Üzerine Etkileri Fikret YÖNTER, Sinem ZERE TAŞKIN, Uğur BİLGİLİ	119
Farklı Amerikan Asma Anaçlarında Kurşun Stresi Üzerine Salisilik Asit Uygulamalarının Etkileri Effects of Salicylic Acid Application on Lead Stress in Different American Grapevine Rootstocks Selda DALER, Emine Sema ÇETİN, Salih SEREN	129
Bursa Ekolojik Koşullarında Bazı Ekmeklik Buğday (Triticum aestivum L.) Çeşitlerinin Tarımsal Özelliklerinin Değerlendirilmesi The Evaluation of Agronomical Traits of Some Bread Wheat Cultivars (Triticum aestivum L.) under Bursa Ecological Conditions Recep AYDOĞAN, Köksal YAĞDI	157
Endemik Verbascum linearilobum türünde Gibberellik asit ve Potasyum Nitrat'ın Çimlenme ve Canlılık Üzerine Etkisi Effects on Germination and Viability of Gibberellic Acid and Potassium Nitrate on Endemic Verbascum linearilobum species Mine ERTEM, Sait ADAK	173
Malatya İli Kayısı Bahçelerinin Verimlilik Durumlarının Toprak Analizleri ile Değerlendirilmesi Assessment of Fertility Status of Apricot Orchards in Malatya via Soil Analysis Alper AKIN, Fatih Cengiz AYGÜL	197
Farklı Kimyasal ve Organik Kaynaklı Organomineral Gübrelerin Silaj Mısırın Verimi ve Fosfor Alım Etkinliği Üzerine Etkileri The Effects of Different Chemical and Organically Obtained Organomineral Fertilizers on Yield and Phosphorus Uptake Efficiency of Silage Maize Ayşegül KORKMAZ, Fatma GÖKMEN YILMAZ, Sait GEZGİN	213
Türkiye'de İyi Tarım Uygulamalarının Değerlendirilmesi: Fındık Üreticilerinden Bir Bakış Evaluation of Good Agricultural Practices in Turkey: Perspective from Hazelnut Producers Mustafa TÜCCAR, Şule TURHAN, Asuman CANSEV	227



Engelsiz Park Tasarımında Ergonomik Yaklaşımlar^A

Handan ÇAKAR^{1*}

Öz: Kamusal dış mekânlar içinde yer alan parklar, toplumu oluşturan bireylerin toplanma, dinlenme, eğlenme gibi aktivitelerle sosyalleşmesine olanak sağlayan kentsel mekânlardır. Toplumda yer alan tüm bireylerin sosyal yaşama katılabileceği, herhangi birinin desteği olmadan huzurlu, güvenli ve özgürce vakit geçirebileceği mekânların tasarlanması büyük bir gerekliliktir. Bu çalışma ile literatür çalışmasından elde edilen ergonomi ve erişilebilirlik açısından belirlenen ilkeler doğrultusunda örnek bir peyzaj düzenleme projesinin tasarlanması amaçlanmıştır. Bu doğrultuda, engelli bireylerin engel türleri ve fiziksel yetenekleri göz önünde bulundurularak farklı ihtiyaçları bulunan bireylerin kamusal dış mekânlardan herkes ile eşit şekilde fayda sağlayabilmesi için nitelikli alanların oluşturulması hedeflenmiştir. Projenin hazırlanması sırasında, peyzaj düzenleme projesi için İzmir İli Bayındır ilçesinde yer alan ve mahalle parkı olarak hizmet vermesi düşünülen alanda önceden belirtilen kriterler doğrultusunda oluşturulan tasarım dijital ortama aktarılmış ve plan görüntüsü geliştirilerek öğelerinin biçimlendirilmesi ile görsel olarak sunuma hazır hale getirilmiştir. Bu çalışma ile engelli bireyler için, nitelikli tasarımların yapılabileceği ve bu tasarımlar sayesinde toplumdaki bütün bireylerin eşit hak ve özgürlükle kamusal parklardan etkin bir şekilde faydalanabilecekleri ortaya koyulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Engelli birey, engelsiz park, erişilebilirlik, ergonomi, peyzaj tasarımı.

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

* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** ¹ Handan ÇAKAR, Ege Üniversitesi, Bayındır Meslek Yüksekokulu, Peyzaj ve Süs Bitkileri Yetiştiriciliği Programı, İzmir, Türkiye, handan.cakar@ege.edu.tr [OrcID 0000-0001-7209-5545](https://orcid.org/0000-0001-7209-5545)

Ergonomic Approaches in Unimpeded Park Designs

Abstract: Parks, which are a part of the public outdoor spaces, are urban places that enable individuals who form the society to socialize with activities such as gathering, resting and having fun. It is an important necessity to design spaces where all individuals in the society can participate in social life and spend time in peace, safety and freedom without the support of anyone. With this study, it is aimed to design an exemplary landscape design project in line with the principles determined in terms of ergonomics and accessibility obtained from the literature study. In this direction, it is aimed to create qualified spaces so that individuals with different needs can benefit from public outdoor spaces equally with everyone, taking into account the disability types and physical abilities of disabled individuals. After an area that is located in Bayındır district of Izmir province and considered as a neighborhood park was designed for the landscape planning project during the preparation of the project, the design created in accordance with the previously specified criteria was transferred to the digital environment and the plan image was developed and made ready for visual presentation by shaping its elements. With this study, it has been revealed that qualified designs can be made for disabled individuals and thanks to these designs, all individuals in the society can effectively benefit from public parks with equal rights and freedoms.

Keywords: Disabled individuals, unimpeded parks, accessibility, ergonomics, landscape design.

Giriş

Yoğun kentleşme ve sanayileşme doğayı kent yaşamından uzaklaştırırken, kamusal alan olarak parklar, şehrin içinde doğanın varlığını hissettiren, günlük kargaşadan uzaklaşmayı sağlayan, dinlenme ve spor yapma olanağı sunan şehrin sosyal iletişim alanları olarak karşımıza çıkmaktadır (Tonnelat, 2010).

Kent yaşamında doğayla bağ kurulmasında etkin rolü olan parkların kent içerisinde yeterli sayıda olması ve dengeli dağılım göstermesi kentlerdeki yeşil alanlara ulaşılabilirlik konusunda kolaylık sağlamaktadır (Ender ve Uslu, 2016). Kent yapısında önemli bir yere sahip olan ve tanımlı kent boşlukları işlevindeki parklar, Harnik, (2003)'ün "Eşitlikçi Erişim" ilkesi gereğince herkese açık olmalı ve herkesin yararlanabileceği etkinliklere ev sahipliği yapmalıdır. Bu noktada, engelsiz park diğer bir ifade ile herkes için erişilebilir park kavramı büyük önem arz etmektedir. Herkes için erişilebilir parklar; toplumda yer alan tüm bireylerin sosyal yaşama katılabileceği, herhangi birinin desteğine ihtiyaç duymadan, huzurlu, güvenli ve özgürce vakit geçirebileceği mekânlardır.

Mekân tasarımında ve inşasında farkında olmadan kısıtlayıcı ve engelleyici çok sayıda hata yapılmaktadır. Erişilebilir olmayan mekânlar çok sayıda kullanıcıyı dezavantajlı duruma getirmektedir. Dezavantajlı durumda bulunan kullanıcılar; engelliler, yaşlılar, geçici engeli bulunanlar, hamileler, bebek arabalıları, çocuklar, iri ve şişman kişiler, çok uzun ve çok kısa boylu kişiler ayrıca yük ve eşya taşıyanlardır. Günümüzde bu gruba mobil

cihazına bakarak çevresinin farkında olmadan yürüyenlerin de eklenmesi gerekmektedir. Bu gruplarda yer alan kişiler yapılı çevrede herhangi bir engelle karşılaştıklarında sorun yaşarlar, hareketlilikleri farklı düzeylerde kısıtlanır ve hatta kaza riskiyle karşılaşır (AÇSHB, 2020).

Parkların erişilebilirliği üzerine yapılan araştırmalardan görülmektedir ki,

- Yürüyüş yollarında kullanılan zemin kaplama materyallerinin yüzey ve birleşimlerinde bozulmalar olması ve derz aralıklarının standart ölçülerden çok daha geniş olması,
- Yol kenarında bordür kullanılmamış olması,
- Zeminde kot farkı olmasına rağmen rampa kullanılmamış olması,
- Rampa kullanılan yerlerde, rampa eğiminin standartlara uygun olmaması,
- Rampalarda manevra için sahanlık bulunmaması,
- Merdivenlerde basamak yükseklik ve derinliklerinin standartlara uygun olmaması ayrıca, basamakların farklı yüksekliklere sahip olması,
- Merdiven başlangıcında ve bitişinde hissedilebilir yürüme yüzeyi işareti (HYYİ) bulunmaması,
- Merdivenlerde korkuluk veya küpeşte bulunmaması,
- Yolların ortasından geçen yağmur olukları ve yollarda bulunan açık rögar kapakları,
- Yolların üzerinde yer alan aydınlatma elemanları, çöp kutuları, levhalar vb. engellerin çevrelerinin uyarıcı öğeler ile çevrelenmemiş olması ve bu kent mobilyalarının farklı doku/ renk zıtlığına sahip olmaması,
- Oturma elemanlarının nicelik açısından yetersiz olması ve yanlarında engelli bireyler için yer bulunmaması,
- Yürüyüş yollarına çok yakın dikilen ağaçların dallarının tehlike oluşturması

gibi sebepler toplumun bütün bireyleri için kullanıma sunulan parklarda, erişilebilirlik açısından ciddi engeller oluşturmaktadır (Korkut ve ark. 2014; Olgun ve Yılmaz, 2014; Aykal ve ark., 2017; Akpınar Külekci ve İrmak, 2019; Şenkaya ve ark., 2019; Arat ve Bulanık, 2020; Türcan İmran ve Kiper, 2020). Engelsiz bireyler için bile engellerin bulunduğu mekanlarda engelli bireylerin huzurlu ve güvenli vakit geçirmesine imkân tanınmamaktadır. Bulut ve ark. (2008)'in tanımıyla kentsel çevre ve bu çevre içinde kullanılan her türlü yaşamsal ve işlevsel elemanın insanla uyumunu sağlayan bir teknik anlamına gelen ergonomi yaklaşımıyla oluşturulacak tasarımlar, parklardaki engellerin kaldırılabilmesi için bir gerekliliktir. Engelsiz parklarda kullanıcının konforu açısından yüksek performans sağlanabilmesi için mekâna ait tasarım bileşenlerinin ve donatıların ölçü ve biçimlerinin insanın anatomik, fizyolojik ve psikolojik boyutlarıyla paralellik sergilemesi gerekmektedir (Gülğün ve Altuğ, 2006).

Ergonomik yaklaşımlarla tasarlanacak engelsiz parklarda yer alması gereken donatıların tasarımı, seçimi ve konumlanması sırasında göz önünde bulundurulması gereken bazı prensipler söz konusudur. Bu doğrultuda, konuyla ilgili yapılmış çalışmalar (Uslu ve Shakouri 2012; Çelik vd., 2015), T.C. Başbakanlık Özürlüler İdaresi Başkanlığı tarafından yayımlanan “Yerel Yönetimler İçin Ulaşılabilirlik Temel Bilgiler Teknik El Kitabı” (ÖZİDA, 2010), T.C. Aile, Çalışma ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı Engelli ve Yaşlı Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından yayımlanan “Erişilebilirlik Kılavuzu” (AÇSHB, 2020), İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından hazırlanan “Herkes İçin Erişilebilir ve Kullanılabilir Fiziksel Çevre ve Yapılar İçin Ek Teknik Şartname” (İBB, 2013), Türk Standartları Enstitüsü (TSE) tarafından hazırlanan TS 7941 “Oturma Bankları”, TS

9111 “Özürlüler ve Hareket Kısıtlılığı Bulunan Kişiler İçin Binalarda Ulaşılabilirlik Gereklere” ve TS 12576 “Şehir İçi Yollar-Kaldırım ve Yaya Geçitlerinde Ulaşılabilirlik İçin Yapısal Önlemler ve İşaretlemelerin Tasarım Kuralları” göz önünde tutularak ergonomi ve erişilebilirlik açısından planlama ve tasarımlarda uyulması gereken hususlar belirlenmiştir (Çizelge 1).

Bu çalışma ile literatür çalışmasından elde edilen ergonomi ve erişilebilirlik açısından belirlenen ilkeler doğrultusunda örnek bir peyzaj düzenleme projesinin tasarlanması amaçlanmıştır. Bu doğrultuda, engelli bireylerin engel türleri ve fiziksel yetenekleri göz önünde bulundurularak farklı ihtiyaçları bulunan bireylerin kamusal dış mekânlardan herkes ile eşit şekilde fayda sağlayabilmesi için nitelikli alanların oluşturulması hedeflenmiştir.

Çizelge 1. Ergonomi ve erişilebilirlik açısından planlama ve tasarımlarda uyulması gereken hususlar (TS 7941, 1990; ÖZİDA, 2010; TS 9111, 2011; TS 12576, 2012; Uslu ve Shakouri 2012; İBB, 2013; Çelik vd., 2015; AÇSHB, 2020)

ZEMİN ELEMANLARI	
Yürüyüş yolu	<ul style="list-style-type: none">- Yürüyüş yolları en az 200 cm genişliğinde, tercihen 300 cm olmalıdır.- Tüm zemin kaplamalarında düz, sabit, dayanıklı olmasının yanında ıslak ve kuru halde kaymaya karşı dirençli, ışığı yansıtmayan ve yaya hareketini zorlaştırmayan malzeme seçilmelidir. Parçalı bir yapı oluşturan zemin kaplamalarında derz aralıkları 0,5 cm’den küçük olmalıdır.- Zeminde bulunan ızgara, rögar kapağı gibi altyapı elemanları; kot farkı oluşturmayacak şekilde zemin yüzeyi ile eş düzeyde olmalıdır. Yağmur suyu ızgaralarında bulunan aralıklar 13 mm’yi geçmemeli, ızgaraların geniş açıklıkları hareket yönüne paralel olmamalıdır.- Yürüyüş yollarında en az 3 cm yükseklikte bordürler kullanılarak görme engelli bireylerin bordür takibi yapabildiği sağlanmalıdır.- Zemindeki düzey ve kullanım değişikliklerini belirtmek için bu alanlara yaklaşırken, zemin kaplama malzemesinin dokusunda değişiklik yapılarak özellikle görme engelli bireyler uyarılmalıdır.
Rampa	<ul style="list-style-type: none">- 13 mm’den fazla olan seviye farkları için rampa yapılmalıdır. Kot farkı aşmada rampa yapılması temel önceliktir. Ancak, rampanın güvenli ve yardımsız kullanımı için tüm ölçü, özellik ve donanımlarıyla standartlara uygunluk sağlanması son derece önemlidir.- 15 cm ve daha az yükseklik için en fazla 1:12 (%8), 16cm – 50 cm arasında yükseklik için en fazla 1:14 (%7), 51 cm – 100 cm arasında yükseklik için en fazla 1:16 (%6) ve 101 cm üzerinde yükseklik için en fazla 1:20 (%5) eğim olmalıdır.- Rampaların net genişliği; koruma bordürü ve tirabzan gibi üzerinde bulunan tüm donanımlar hariç en az 100 cm olmalıdır. Rampa başında ve sonunda 150 cm x 150 cm hareket alanı olmalıdır. Rampa uzunluğunun 9 m’den fazla olma durumunda dinlenme sahanlıkları yapılmalıdır. Dinlenme sahanlığı, en az 250 cm olmalı ve burada bir bank bulunmalıdır.- Rampa ve sahanlıkların kenarlarında koruma bulunmuyorsa en az 5 cm yüksekliğinde koruma bordürü yapılmalıdır. Rampa ile aşılacak yüksekliğin 15 cm’den veya rampa uzunluğunun 2 m’den fazla olduğu durumlarda; rampanın her iki tarafında tirabzan (korkuluk) veya tirabzan yapılmasını gerektirmeyecek duvar veya parapet bulunmalıdır.- Rampanın her iki tarafında 90 cm yükseklikte 1. düzey ve 70 cm yükseklikte 2. düzey küpeşte bulunmalıdır. Küpeşte, rampa başlangıcından 30 cm önce başlamalı ve bitiminden 30 cm sonra devam etmelidir. Ancak, küpeştenin 30 cm’lik uzantısı sirkülasyon alanında kalıyor ve takılma, çarpma gibi tehlike oluşturacak durumlara sebebiyet veriyorsa, 30 cm uygulaması yapılmamalıdır. Az görenler için tirabzan veya küpeşter bulduğu yüzey ile zıt renkte olmalıdır.

Çizelge 1 (devam). Ergonomi ve erişilebilirlik açısından planlama ve tasarımlarda uyulması gereken hususlar

ZEMİN ELEMANLARI	
Merdiven	<ul style="list-style-type: none">- Merdivenlerde yer seçimi önemlidir. Merdivene yandan yaklaşılmasını sağlamak amacıyla merdiven, yürüyüş yönüne dik olarak tasarlanmalıdır. - Tasarımda ve uygulamada tüm basamakların derinlik ve yüksekliği aynı olmalıdır. Dış mekân merdivenlerinde basamak derinliği en az 30 cm, basamak yüksekliği ise en fazla 15 cm olmalıdır. Merdivenlerde 180 cm'nin üzerindeki kot farklılığında ya da en fazla 12 basamakta bir sahanlık yapılmalıdır. Parklarda bulunan merdivenlerin genişliği en az 180 cm olmalıdır.- Merdiven başlangıcında ve bitiminde hissedilebilir yürüme yüzeyi işareti bulunmalıdır.- Merdivenler açık rıhtlı olmamalıdır. Tüm basamakların uçları çıkıntısız (damlalıksız) olmalıdır. Basamakların ucunda merdiven genişliğince zemin ile zıt renkte ve çıkıntı yapmayacak şekilde 2.5 cm eninde kaymaz şerit uygulanmalı veya kaymayı önleyici işlem yapılmalıdır.- Merdivenin her iki tarafında 90 cm yükseklikte 1. düzey ve 70 cm yükseklikte 2. düzey küpeşte bulunmalıdır. Küpeşte, merdiven başlangıcından 30 cm önce başlamalı ve bitiminden 30 cm sonra devam etmelidir. Ancak, küpeştenin 30 cm'lik uzantısı sirkülasyon alanında kalıyor ve takılma, çarpma gibi tehlike oluşturacak durumlara sebebiyet veriyorsa, 30 cm uygulaması yapılmamalıdır. Az görenler için trabzan veya küpeşter bulduğu yüzey ile zıt renkte olmalıdır.
Hissedilebilir yürüme yüzeyi işaretleri (HYYİ)	<ul style="list-style-type: none">- Görme engelli bireylerin erişimi için hissedilebilir yürüme yüzeyi işareti (HYYİ) yerine gerekli koşulların sağlanabilmesi halinde bordür takibi düzenlenmesi birinci önceliktir. Bordür takibi, görme engelli bireylerin en güvenli ve en kısa yolu kullanarak, bordür yani sınırlayıcı niteliğindeki bir düzenlemeyi takip ederek bir kullanıma yönlendirilmesi ile sağlanabilir. Bordür takibinin yapılacağı güzergahta güvenli erişim için yatayda engellerden arındırılmış ve 220 cm baş açıklığı olan erişilebilir güzergâh tasarlanmalıdır. Ancak, bordür takibi ile yönlendirme yapılmadığı durumlarda HYYİ uygulanmalıdır.- Kullanıcılar tarafından kafa karışıklığına neden olmaması ve kolay anlaşılabilir olması için mevzuatla belirlenen alanlar dışında, gereğinden fazla uygulama HYYİ uygulaması yapılmamalıdır. Ülkemizde kılavuz yüzey ve uyarıcı yüzey olmak üzere iki tip HYYİ tarif edilmiştir.- Kılavuz yüzey; bir yürüyüş doğrultusunu belirtmek veya bir başlangıç noktasından diğer bir noktaya yönlendirme sağlamak için kullanılır. Genişliği 30-60 cm'dir. Kılavuz çıkıntılarının yüksekliği 4-5 mm'dir. Hissedilebilir yüzey uygulaması tasarlanırken, ızgara gibi yatay; tabela, kolon gibi dikey engeller ile kesintiye uğramaması için gerekli düzenlemeler yapılmalı ve mümkün olan en kısa güzergâh seçilmelidir.- Uyarıcı yüzey; yalnızca belirli bir tehlikeye veya bir karar noktasına dikkat çekmek için kullanılmaktadır. Uyarıcı yüzeylerin uyarıcı profillerinin 4-5 mm çıkıntı yapması gerekmektedir. Rampa başlangıç ve bitişlerinde HYYİ kullanılmamalıdır. Merdivenlerde ise, merdiven başlangıcında ve bitiminde HYYİ bulunmalıdır. Uyarıcı yüzey merdiven genişliğinde, merdiven başlangıcından 30 cm öncesinde ve bitiminden 30 cm sonrasında, 60 cm derinliğinde olmalıdır. Uyarıcı yüzey, 210 cm'den fazla derinliği olan sahanlıklarda da uygulanmalıdır.
Aydınlatma elemanı	<ul style="list-style-type: none">- Aydınlatma elemanları, yolların genişlik ve hareket alanını daraltmamalı, geçişi engellemeyecek şekilde yerleştirilmelidir. Yaya yoluna uzanan veya yol üzerinde yer alan aydınlatma elemanlarının yerden yüksekliği en az 220 cm olmalıdır.- Engelli bireylerin güvenliği açısından potansiyel tehlike taşıyan alanlarda (rampa ve merdiven girişleri gibi) aydınlatma çok önemli olduğu için bu alanlardaki aydınlık düzeyine özellikle dikkat edilmelidir.- Aydınlatma elemanlarının yüksekliği yaya yollarında 3 - 4 m, sokaklarda 4.5 - 6 m, caddelerde 7.5 - 9 m ve anayol (çevre yolunda) 10 - 12 m olmalıdır.- Aydınlatma, görsel erişimi sağlayacak uygun konum ve aydınlık düzeyinde olmalıdır. Işık şiddetinin artırılması, az gören kişilerin mekânları daha rahat algılamaları açısından faydalıdır.
Oturma elemanı	<ul style="list-style-type: none">- Kentsel dış mekânlarda oturma elemanları yaya yollarına bitişik olarak, kullanıcıların serbest geçişine uygun ve tehlike oluşturmayacak şekilde yol boyunca konumlandırılmalıdır. Her 30 m'de bir oturma elemanı bulunmalıdır.- Tekerlekli sandalye kullanıcıları için bankların yanında 120 cm genişliğinde ve 120 cm derinliğinde alan bırakılmalıdır.- Oturma bölümlerinin yerden yüksekliği 40-48 cm ve oturma derinliği ise 30-45 cm olmalıdır. Oturma yüzeyinde oturmaya engel olmayacak türde malzeme kullanılmalıdır. Oturma yüzeyi 3-5° açığa sahip olmalıdır. Oturma elemanının sırt dayama bölümü yeterli konforu sağlayacak şekilde uygun açı ve yükseklikte olmalıdır. Oturma ya da kalkarken destek sağlamak amacıyla oturma yüzeyinden 21.5-22.8 cm yukarıda kol destekleri bulunmalıdır. Ayrıca, daha kolay kalkabilmek için altı kapalı olan oturma elemanlarına topuk boşluğu da eklenmelidir.- Piknik masalarının yüksekliğinde, tekerlekli sandalyede diz yüksekliği olan 68.5 cm dikkate alınmalıdır.

Çizelge 1 (devam). Ergonomi ve erişilebilirlik açısından planlama ve tasarımlarda uyulması gereken hususlar

KENT MOBİLYALARI	
İşaret ve bilgilendirme araçları	<ul style="list-style-type: none">- İşaret ve bilgilendirme araçları konumlandırılırken, görsel erişime uygun olmasına dikkat edilmelidir. Bireylerin geçişini engellemeyecek şekilde yerleştirilmelidir. Yol üzerine yerleştirilenler, hareket alanını daraltmamalıdır. Yola uzanan veya yol üzerinde yer alan pano ve levhaların yerden yüksekliği en az 220 cm olmalı, çapma tehlikesi oluşturmamalıdır.- İşaret ve levhaların içerdiği semboller zıt renkteki zemin üzerinde, basit, okunaklı ve açıkça anlaşılır nitelikte olmalıdır. Kolayca görünebilecek şekilde konumlandırılmalıdır.- Uluslararası standartlara göre belirli durumları bildirmek için bazı renkler (emniyet ve güvenlik için yeşil/beyaz, uyarı ve tehlike riski için sarı/siyah, yasaklama, durma, tehlike ve acil durumları bildirmek için kırmızı/beyaz, bilgilendirme için mavi/beyaz), belirli alanları (tuvalet, asansör, rampa, park yeri, vb.) göstermek için de bazı semboller belirlenmiştir. Bu renk ve sembolere uygun olarak düzenleme yapılmalıdır.- Yazılı olarak yapılan bilgilendirmelerde uygun renk ve uygun yazı boyutları kullanılmalıdır. Az gören bireyler için zıt renkli ve büyük puntolu harfler kullanılarak hazırlanmış levhalara yer verilmelidir. Ayrıca, gerekli alanlarda görme engelli bireyler için kabartmalı levhalar ve sesli uyarıcılar kullanılmalıdır.
Çöp kutusu	<ul style="list-style-type: none">- Çöp kutuları, bordür taşıma en az 40 cm uzaklıkta olacak şekilde yaya kaldırımının kenarında ve yayaların hareketlerini kısıtlamayacak şekilde konumlandırılmalıdır.- Çöp kutuları, yaralanmalara sebep olmayacak malzemeden, tek elle kullanılabilir şekilde kapaklı olmalıdır.- Yüksekliği 90-120 cm arasında olmalıdır.- Çöp kutuları kullanıldıkları mekâna zıt renkli ve kolay fark edilebilir olmalıdır.
Çocuk oyun elemanları	<ul style="list-style-type: none">- Çocuk oyun alanları yürüyüş yolu ile erişilebilen güzergâhta olmalıdır.- Oyun gruplarına düz ayak erişim sağlanmalıdır.- Çocuk oyun elemanları, engelli çocuklar dahil tüm çocukların bir arada oynayabileceği çeşitlilikte olmalıdır.
Su Ögeleri	<p>Havuzlar:</p> <ul style="list-style-type: none">- Engelli bireyler için yön bulmada kolaylık sağlanabilmesi adına peyzaj tasarımında havuz ve dere gibi ses çıkaran tasarım elemanları kullanılmalıdır. Bu tasarım elemanlarının kullanımında tehlikelere karşı uyarıcı ve koruyucu güvenlik önlemleri alınmalıdır. <p>Çeşmeler:</p> <ul style="list-style-type: none">- Çeşmenin etrafında tekerlekli sandalye kullanıcıları için yeterli hareket alanı bırakılmalıdır.- Çeşmelerin farklı yükseklikte iki ağzının olması daha uygundur. Çeşmelerdeki ağız yüksekliği tekerlekli sandalye kullanıcıları için 85 cm, diğer kullanıcılar için 95 cm olmalıdır.
BİTKİLER	<ul style="list-style-type: none">- Yol üzerinde bulunan ya da yürüyüş yoluna uzanan bitki dalların yüksekliği en az 220 cm olmalıdır.- Yürüyüş yollarında dikenli bitkiler ile kaygan bir yüzey oluşturabilecek tohum ve meyve dökücü ağaç ve bitkiler tehlike oluşturabileceğinden buralarda kullanılmamalıdır.- Yürüyüş yollarına uzanan bitkilerin dalları özellikle görme engelli bireyler için tehlike oluşturmaktadır. Bitkiler, zorunlu olmadıkça yürüyüş güzergâhında olmamalı geçişi engellemeyecek şekilde yürüyüş yollarından yeterli uzaklığa dikilmelidir. Tehlikeli durumlar oluşturmaması adına bakım ve budama işlemlerinin düzenli yapılması gerekmektedir.- 200 cm'den daha dar kaldırımlarda kesinlikle ağaçlandırma yapılmamalıdır.- Gezinti yolları, dinlenme cepleri ve oturma birimleri çevresinde geniş taç ölçüsüne sahip gölge yapıcı türler seçilmelidir.- Renk açısından güçlü zıtlıklar ve göze çarpan silüetler içeren bitkisel tasarımlar az gören kişiler için yön bulmada yardımcı olabilmektedir. Bu yüzden mekânı tanımlayıcı ve vurgulayıcı etkideki renk tonları kullanılmalıdır.- Kent parklarında çocuklara yönelik olarak görme, duyma, dokunma ve koklama duyuları ile algılayabilecekleri tasarımlar kullanılmalıdır. Bu doğrultuda,<ul style="list-style-type: none">-- Görme duyusu için; mavi ve pembe çiçeklilere göre daha çabuk algılanan kırmızı, turuncu, sarı ve iri çiçekli bitkiler tercih edilmelidir.-- Duyma için; rüzgâr hareketi ile ses çıkaran bitkiler (çim, bambu, Titrek kavak vs.) kullanılmalıdır.-- Dokunma için, etli yapraklı (Sedum vs.) ya da dokulu yaprak, gövde özelliklerine sahip bitkiler kullanılmalıdır.-- Koklama duyusu için, çeşitli tek yıllık ya da çok yıllık çiçek ya da yaprak özellikleri nedeni ile aromatik yapıdaki kokulu bitkilere (Lavanta, Yasemin vs.) yer verilmelidir. Bu türler, engelli bireyler için uyarıcı ve yönlendirici etkiye sahiptir.

Materyal ve Yöntem

Bu araştırmada, literatür çalışmasından elde edilen ergonomi ve erişilebilirlik açısından belirlenen ilkeler doğrultusunda örnek bir peyzaj düzenleme projesinin tasarlanması amaçlanmış ve bu doğrultuda, konu ile ilgili literatürlerin incelenmesi sonucu elde edilen veriler materyal olarak kullanılmıştır.

Çalışma alanını İzmir İli Bayındır ilçesi sınırları içinde yer alan 1.100 m² yüzeye sahip boş ve düz arazi oluşturmaktadır. Bayındır Belediyesine ait olan bu arazinin kuzey, güney ve batı sınırı yol kenarı kaldırımı ile çevrilmiş, doğu sınırına bitişik komşu bir arazi bulunmaktadır.

Çalışma alanının yer aldığı Bayındır ilçesi Akdeniz iklim özellikleri göstermektedir. Bu bölgede yazlar sıcak ve kurak, kışlar soğuk ve yağışlı geçmektedir. Kuzeye doğru çıkıldıkça iklimde farklılaşmalar göze çarpar. Yıllık yağışların önemli bir bölümü sonbahar ve kış aylarında düşer. Kar yağışı yüksek kesimlerde nadiren görülür. Hâkim rüzgâr yönü kuzeydir. (URL1, 2021).

Bayındır belediyesi tarafından dijital ortamda verilen vaziyet planı ile yerinde yapılan ölçümler sonucu çalışma alanına dair elde edilen verilerin kullanılması ve literatür çalışmalarından elde edilen ilkeler doğrultusunda, çalışma alanı için mahalle parkı olarak hizmet verecek örnek bir peyzaj düzenleme projesinin tasarımı yapılmıştır. Yapılan tasarım, dijital ortama aktarılmıştır. Dijital ortamda AutoCad 2020 ve Adobe Photoshop CS6 yazılımları aracılığıyla peyzaj düzenleme projesi ve detay projeler hazırlanarak proje sunuma hazır hale getirilmiştir.

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

Bulgular ve Tartışma

Çalışma kapsamında ergonomi ve erişilebilirlik açısından belirlenen ilkeler doğrultusunda tasarlanan, mahalle parkı olarak hizmet vermesi düşünülen engelsiz park peyzaj düzenleme projesi çizilmiştir. Proje alanı, erişilebilirlik ve ergonomik standartlar dikkate alınarak engelli ve engelsiz bireylerin alandan eşit şekilde faydalanabilmesi amaçlanarak tasarlanmıştır. Kullanıcılar için hem dinlenme hem de aktivite alanları bulunan bu projede fitness alanına, basketbol alanına, bitkisel labirente, çocuklar için oyun alanlarına, oturma mekânlarına, tuvalete ve büfeye yer verilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Engelsiz park peyzaj düzenleme projesi.

Bu projeye dair bulgular “Girişler, Yollar, Bitkisel labirent, Oturma mekanları, Süs havuzu, Çocuk oyun alanı, Fitness alanı, Basketbol alanı, Seksek alanı ve boyama duvarı, Büfe, Tuvalet, Çeşme, Çöp kutusu, Aydınlatma elemanı ve Bitkilendirme” başlıkları altında verilmiştir.

Girişler: Çalışma alanındaki parka 3 noktadan giriş sağlanmıştır. Bu girişlere 60 cm yüksekliğinde ve 50 cm genişliğinde olan bitki kutuları yerleştirilmiştir. Bitki kutuları sayesinde, bitkilerin tekerlekli sandalye kullanıcılarına daha yakın seviyede olması sağlanırken, aynı zamanda görme engelli bireyler için bitkilerin farklı kokulara sahip olması sebebiyle algı oluşturulmaya çalışılmıştır. Her bir giriş için farklı türlerde bitkiler tercih edilmiş böylelikle, görme engelli bireylerin koku duyusu yardımıyla da yönlerini belirleyebilmeleri desteklenmiştir. Parkın kuzey girişindeki kırmızı çiçekli bitki kutularında *Alyssum maritimum*, parkın güney girişindeki mor çiçekli bitki kutularında *Thymus vulgaris* ve parkın batı girişindeki sarı çiçekli bitki kutularında ise *Santolina pinnata* tercih edilmiştir. Parkın batı girişine yakın olarak konumlanan, üç köşesinde *Euonymus japonica* ‘Aurea’ ve merkezinde ise *Syringa vulgaris* bulunan adacıkla da koku noktası oluşturulmuştur.

Yollar: Park içinde ulaşım, en az 200 cm genişliğindeki yürüyüş yolları ile sağlanmıştır. Parkın genelinde zemin kaplaması olarak sabit ve düz yüzey oluşturduğu, kaymaya karşı dirençli olduğu ve rahat hareket ortamı sağladığı için malzeme olarak kauçuk kullanımı tercih edilmiştir. Yürüyüş yollarında zemin kaplaması olarak

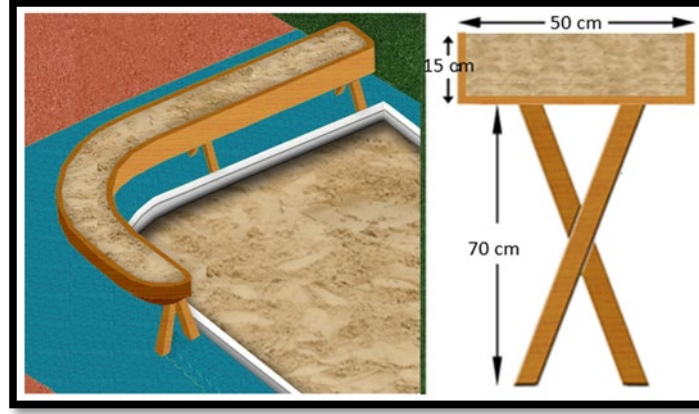
dökme kauçuk tercih edilirken, diğer mekânların zeminlerinde kaplama olarak farklı doku ve renkteki karo kauçuklar tercih edilmiştir. Farklı amaçlara yönelik olarak tasarlanmış mekânlarda zemin kaplamasının doku ve rengi değiştirilerek görme engelli ve az gören bireyler için mekân algısı ve zihinsel harita oluşturabilmelerine çalışılmıştır. Görme engelli bireylerin erişimi için HYYİ yerine birinci öncelikte olan bordür takibi yapılabilmesi sağlanmıştır. Ancak bordür kullanılmayacak durumlarda görme engelli bireylerin yürüyüş doğrultusunu belirtmek ve mekân değişimini vurgulamak amacıyla zemin kaplamasının dokusu değiştirilmiş ayrıca, genişliği 30 cm olan parlak sarı renkteki kılavuz yüzey kullanılmıştır (Çizelge 1). Proje alanı düz bir topoğrafyaya sahip olduğu için merdiven ve rampa önerisi verilememiştir. Farklı topoğrafyaya sahip alanlardaki proje çalışmaları için giriş bölümünde merdiven ve rampa kullanımı gerektiği durumlarda dikkat edilmesi gereken hususlara yer verilmiştir.

Bitkisel labirent: Parkın kuzey girişinin karşısında yaprak dökmeyen çalı grubundan 2 farklı tür bitki kullanılarak (*Thuja occidentalis* ve *Pittosporum tobira*) bitkisel labirent alanı oluşturulmuştur. Budanarak duvar formu verilmiş olan bu bitkilerin arasındaki mesafe, tekerlekli sandalye kullanıcıları düşünülerek en az 200 cm olarak ayarlanmıştır. Bitkisel labirent alanının içinde 2 adet bitki parteri oluşturulmuştur. Bu bitki parterlerinde kuş seslerinin yön belirlemede yardımcı olabileceği düşünülerek, kuş evleri kullanılmıştır. Ayrıca, her iki parterde de farklı kokuları olan bitkiler tercih edilmiştir. Bu bitki parterlerinin ilkinde *Rosmarinus officinalis* L. ile kuş evleri desteklenmiş, beyaz dolomit taşlarının üzerine yerleştirilen *Stipa tenuissima* ve *Festuca glauca* ‘Elijah Blue’ ile estetik değeri yüksek olan bir görsel sunulmuştur. Diğer bitki parterinde ise kuş evinin çevresinde sarı çiçekleri olan *Argyranthemum frutescens* ve hoş kokusu olan *Lavandula intermedia* türleri ile yapılan bitkisel tasarıma yer verilmiştir. Bitkisel labirentin tasarımında, çevresinde bulunan oturma mekânlarında dinlenenler için de estetik bir görüntü sağlanması hedeflenmiştir.

Oturma mekanları: Oturma mekânları genel olarak ağaç altlarında, gölge olabilecek alanlarda planlanmıştır. Aktivite alanlarının ya da estetik bir değer in yakınında yer alan oturma mekânlarına oturma elemanları yerleştirilirken, yoldan geçenlere engel oluşturmayacak şekilde (yoldan en az 120 cm içeride) konumlanmasına ve yanlarında tekerlekli sandalye kullanıcıları için en az 120 cm genişliğinde alan bırakılmasına dikkat edilmiştir (Çizelge 1). Oturma elemanı olarak sırt ve kol desteği bulunan 16 adet sabit ahşap bank kullanılmıştır. Pergola ile desteklenen oturma alanlarında ise, pergola taşıyıcı ayaklarının tehlike oluşturmaması için yol üzerinde değil de yeşil alanın içinde bulunmasına dikkat edilmiştir.

Süs havuzu: Parkın batı girişinin karşısında ve merkeze yakın bir noktada bulunan 500 cm çapında, dairesel şekildeki süs havuzu herhangi bir tehlikeye sebebiyet vermemesi adına yerden yükseltilmiş ve bitkisel düzenlemeyle çevrilmiştir. Çevresinde oluşturulan bitkisel tasarımda *Cyperus alternifolius*, *Liriope muscari* ve sarı-kırmızı renkli iri çiçekleriyle kolay algılanabilmesi sebebiyle *Canna indica* tercih edilen süs havuzunda su sesi oluşabilmesi için fiskiye kullanılmıştır. Oluşan ses ile görme engelli bireyler için zihinsel haritada bir noktanın daha netlik kazanmasına çalışılmıştır. Ayrıca, su hareketi ile sıcak havalarda ortamın serinletilmesi de hedeflenmiştir.

Çocuk oyun alanı: Parkın doğusunda planlanan çocuk oyun alanında, engelli ve engelsiz çocukların birlikte oynamasına imkân tanıyacak bölümleri bulunan çocuk oyun grubu kullanılmıştır. Oturma alanı 930 cm x 670 cm olan oyun grubu, oyun alanının içindeki tekerlekli sandalye geçişlerini engellemeyecek şekilde konumlandırılmıştır. Çocuk oyun alanının içinde yer alan kademeli kum havuzu ile de bütün çocukların bir arada bulunabilmesi sağlanmıştır. Yaklaşık 13 m² alana sahip olan ve zeminde bulunan kum havuzunun hemen yanında, yerden 70 cm yükseklikte ve 50 cm genişlikte farklı bir kum havuzu daha tasarlanmış, tekerlekli sandalyedeki çocukların kullanımına sunulmuştur (Şekil 2).

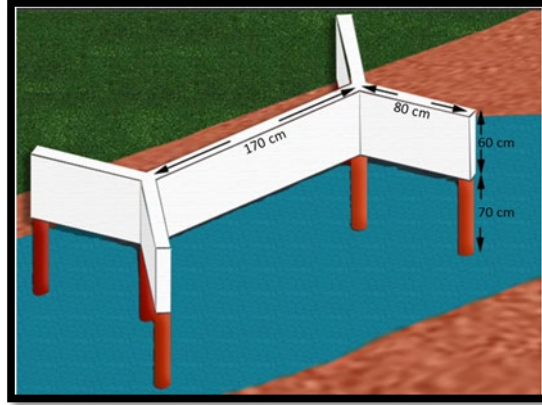


Şekil 2. Kum havuzu ve kesit görünüşü.

Fitness alanı: Parkın güney girişinin yakınında konumlanan fitness alanında, engelli bireylerin de çalışmasına olanak tanıyan aletler tercih edilmiştir. Kas-iskelet sisteminin kondisyon ve kuvvetini çoğaltma egzersizi için “Halter aleti”, engelli bireylerin tek kollu olma ihtimaline karşılık tek ve çift kollu olarak kol-omuz-kanat kaslarını çalıştırma egzersizi için “Ağırlıklı omuz çalıştırma aleti” ve kol engeli bulunan ya da tekerlekli sandalye kullanan bireylerin el-bacak kaslarını çalıştırma egzersizi için “El ve ayak bisikleti” fitness alanında kullanılmıştır. Fitness aletleri konumlandırılırken, tekerlekli sandalye manevra alanı dikkate alınarak planlama yapılmıştır.

Basketbol alanı: Fitness alanının yanında 3 potalı basketbol alanı planlanmıştır. Bu alan tasarlanırken, tekerlekli sandalye kullanıcıları için basketbol potalarının uygun mesafede olmasına dikkat edilmiştir. Çember çapları standart 45 cm olan potaların yüksekliği için çocuklar ve tekerlekli sandalye kullanıcıları göz önünde bulundurularak 205 cm, 255 cm ve 305 cm olan 3 farklı alternatif kullanılmıştır.

Seksek alanı ve boyama duvarı: Zemin kaplamasında herhangi bir tümsek ya da kot farkı oluşturmayacak şekilde üzerinde rakam bulunan kauçuk karoların zemine yerleştirilmesiyle oluşturulan sek sek alanı ile parktaki çocuk kullanıcılarına eğlenceli vakit geçirebilecekleri farklı bir aktivite alanı sunulmuştur. Sek sek alanı ile aynı mekânda yer alan ve aynı anda 12 çocuğun rahatlıkla kullanabileceği şekilde tekerlekli sandalye kullanıcıları için özel tasarlanan boyama duvarı ile de aktivite alanlarının çeşitliliğinin artırılması sağlanmıştır (Şekil 3).



Şekil 3. Boyama duvarı.

Büfe: Parkın güney-batı köşesinde, çevresinde 40 m² oturma alanı bulunan 9 m²'lik bir büfeye yer verilmiştir. Parkta yeme-içme ihtiyacı oluşan kullanıcıların ihtiyaçlarını giderebilmeleri ve hoş vakit geçirebilmeleri için planlanmış alanda, tekerlekli sandalye kullanıcılarına engel oluşturmayacak şekilde konumlandırılmış ve onların kullanımına uygun olarak tasarlanmış 6 adet sabit piknik masası kullanılmıştır. Bu alanın ayrıca, yakınında bulunan sek sek ve boyama alanlarında zaman geçiren çocuklarını takip etmek isteyen ebeveynlere de hizmet etmesi düşünülmüştür.

Tuvalet: Açık alanda zaman geçiren kullanıcılar için büyük bir ihtiyaç olan tuvalet, engelli bireyler için ayrı bir kabin bulunduracak şekilde parkın içinde basketbol alanı ve çocuk oyun alanı arasında konumlandırılmıştır.

Çeşme: Kum havuzuna yakın yerde konumlandırılan çeşmenin etrafında yeterli hareket alanı bırakılmış ve tehlike oluşturmaması için yerden yükseltilmiştir. Tekerlekli sandalye kullanıcıları için de kullanılabilir olması için 85 ve 95 cm yükseklikte olan iki ağızlı çeşme tercih edilmiştir (Çizelge 1).

Çöp kutusu: Kolay algılanabilir olması için parlak turuncu renkte tercih edilen 7 adet çöp kutusu yayaların hareketlerini kısıtlamayacak şekilde yeşil alanın içinde ve bordür taşına en az 40 cm uzaklıkta olacak şekilde yerleştirilmiştir (Çizelge 1).

Aydınlatma elemanı: Yayalara engel oluşturmaması için 4m yüksekliğindeki 22 adet LED aydınlatma elemanı yeşil alan içine yerleştirilmiştir (Çizelge 1).

Bitkilendirme: Parkın genelinde yeşil alanlar yürüyüş yollarından ya da mekânlardan bordürlerle ayrılmıştır. Bu alanlardaki bitkisel tasarımda, tehlikeli durumlar oluşturmaması adına ağaçların gövde yükseklikleri ve taç çapları göz önünde bulundurularak yürüyüş yoluna uygun uzaklıkta konumlandırılmasına dikkat edilmiştir (Çizelge 1). Yaz aylarında gölge yapması ve serinlik oluşturması için parkın çevresinde *Platanus orientalis* kullanılmıştır. *Platanus orientalis* yaprak döktüğü zaman parkın kuzey-doğu köşesindeki 3 boyutlu dengenin korunabilmesi için bu bölge, her dem yeşil olan *Laurus nobilis* ile desteklenmiştir. Parkın kuzey girişinde ve devamındaki oturma elemanlarının arkasında, ayrıca fitness alanının yakınında sarı hoş kokulu çiçeklere sahip olan ve yaprak dökmeyen *Acacia dealbata*'ya yer verilirken, çocuk oyun alanının iki köşesinde ilkbahardan

itibaren güzel kokulu beyaz çiçeklere sahip olan *Magnolia grandiflora* kullanılmıştır. Parkın içinde, çalı formundaki bitkilerden sınır belirleme ve vurgu fonksiyonları açısından yararlanılmış, bu doğrultuda, güzel kokusu bulunan *Loropetalum chinense* 'Rubrum' ve piramidal formdaki *Cupressus macrocarpa* kullanılmıştır. Parkın çevresinde, çit bitkisi olarak kullanılan *Viburnum lucidum* ile çevreleme yapılmıştır. Parkın bitkisel zemininde ise, örtü bitkisi olarak 420 m2 alanda dört mevsim 3'lü karışım (*Lolium perenne*, *Festuca rubra*, *Poa pratensis*) hazır çim ile homojen ve düz bir halı görüntüsü elde edilmeye çalışılmıştır.

Sonuç

Park tasarımlarının, özellikle fiziksel yetersizlik içinde olan çocukların izole edilmeden diğer çocuklar ile bir arada oyun oynamalarına olanak verecek şekilde yapılması büyük önem arz etmektedir. (Uslu ve Shakouri 2012). Engelsiz park tasarımlarının, herkes için erişilebilir ve hissedilebilir tasarımlar olması gerekmektedir. Engeli olmayan bireylere göre tasarlanan bir mekânı engelli bireyler kullanamazken, engellilerin dikkate alındığı bir tasarımı herkes kullanabilmektedir (Kalaycı vd., 2006; Çelik vd., 2015).

Ergonomi ve erişilebilirlik açısından planlama ve tasarımlarda uyulması gereken hususların belirlendiği ve bu doğrultuda örnek bir engelsiz park peyzaj tasarım projesi geliştirilen bu çalışma ile engelli bireylerin engel türleri ve fiziksel yeteneklerine uygun, nitelikli tasarımların yapılabileceği ve bu doğrultuda oluşturulan tasarımlar sayesinde engelsiz bireylerle birlikte eşit hak ve özgürlükle kamusal dış mekân olan parklardan etkin bir şekilde faydalanabilecekleri ortaya koyulmuştur. Ancak, tasarım aşamasında parklardaki engellerin kaldırılmasına dair çözümlerin üretilmesi yeterli olmayıp, uygulama aşamasında da projelerin hassasiyetle uygulanması gerekmektedir. Bu doğrultuda, yerel yönetimlerin kamusal dış mekânlar için üretilecek projelerde tasarımların toplumun bütün bireyelerine yönelik olarak yapılması, projelerin hassasiyetle uygulanması ve sonrasında gerekli kontrol ve bakım işlerinin düzenli bir şekilde yapılması konularında ihmalkâr davranmayıp gerekli duyarlılığı göstermeleri gerekmektedir. Zira iyi tasarlanmış ve uygulanmış mekânlarda vakit geçirmek toplumdaki tüm bireyelerin hakkıdır.

Teşekkür Bilgi Notu

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

Kaynakça

Akpınar Külekci, E. ve Irmak, M. 2019. Kent parklarında kullanılan donatı elemanlarının estetik ve fonksiyonel açıdan yeterlilikleri; Erzurum Kenti örneği. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(2): 1144-1155.

- AÇSŞB, 2020. *Erişilebilirlik kılavuzu*. T.C. Aile, Çalışma ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı Engelli ve Yaşlı Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara,164.
- Arat, Y. ve Bulanık, M. 2020. Kentsel dış mekânlardan parklara ergonomik standartlar çerçevesinden bir bakış; Konya örneği. *Ergonomi*, 3(2): 55 – 73.
- Aykal, F.D., Yılmaz, A. ve Çelik, S. 2017. Kent parklarının erişilebilirliği üzerine bir araştırma: Van Dilek Doğan Kent Parkı örneği. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 5(SI): 29-40.
- Bulut, Y., Atabeyoğlu, Ö. ve Yeşil, P. 2008. Erzurum kent merkezi donatı elemanlarının ergonomik özelliklerinin değerlendirilmesi üzerine bir araştırma. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 14(2): 131-138.
- Çelik, A., Ender, E., Akdeniz, N.S. 2015. Engelsiz parklarda peyzaj tasarımı. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 8 (2): 05-11.
- Ender, E. ve Uslu, C. 2016. Mahalle parklarının etkin hizmet alanlarının belirlenmesi– Bursa ili Nilüfer ilçesi örneği, *Bursa Uludağ Üniviversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 30(1): 13-20.
- Gülgün, B. ve Altuğ, İ. 2006. İzmir kıyı bandı uygulamalarında ergonomik standartlara uygunluğun değerlendirilmesi üzerine bir araştırma, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 43(1):145-156.
- Harnik, P. 2003. The excellent city park system: What makes it great and how to get there. The Trust for Public Land, Washington, http://cloud.tpl.org/pubs/ccpe_excellentcityparks_2006.pdf, (Erişim tarihi: 21.03.2021).
- İBB, 2013. Herkes İçin Erişilebilir ve Kullanılabilir Fiziksel Çevre ve Yapılar İçin Ek Teknik Şartname, https://kisi.deu.edu.tr/irem.ayhan/ibb_ek_teknik_sartname_engellilerey%c3%b6nelik.pdf (Erişim Tarihi: 18.03.2021).
- Kalaycı A, Kutay E.L., Kesim G.A. 2006. Ergonomik kent ve engelliler. Kent ve Sağlık Sempozyumu, 07/09 Haziran Bildiri Özetleri Kitabı – Sözel Bildiriler, s: 239-240.
- Korkut, A., Kiper, T. ve Coşaner, M. 2014. Mahalle parklarının peyzaj tasarım ve kullanım kriterleri açısından irdelenmesi: İstanbul-Şişli örneği. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11(3): 1-18.
- Olgun, R. ve Yılmaz, T. 2014. Parkların erişilebilirlikleri üzerine bir araştırma: Niğde Kızılelma Parkı örneği. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 15(1): 48-63.
- ÖZİDA, 2010. Yerel yönetimler için ulaşılabilirlik temel bilgiler teknik el kitabı. T.C. Başbakanlık Özürlüler İdaresi Başkanlığı Yayınları, No:49. Ankara.
- Şenkaya, Ü., Özdemir, Y. ve Özdemir, Ş. 2019. Parkların erişilebilirlikleri üzerine bir araştırma: Fındıkzade Çukurbostan Yaşam Parkı örneği. *İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 1(1): 53-57.
- Tonnelat, S. 2010. The sociology of urban public spaces, http://stephane.tonnelat.free.fr/Welcome_files/SFURP-Tonnelat-published.pdf, (Erişim tarihi: 21.03.2021).
- TS 12576, 2012. Şehir içi yollar-kaldırım ve yaya geçitlerinde ulaşılabilirlik için yapısal önlemler ve işaretlemelerin tasarım kuralları. Türk Standardları Enstitüsü, Ankara.

- TS 7941, 1990. Oturma bankları. Türk Standardları Enstitüsü, Ankara.
- TS 9111, 2011. Özürlüler ve hareket kısıtlılığı bulunan kişiler için binalarda ulaşılabilirlik gerekler. Türk Standardları Enstitüsü, Ankara.
- Türcan İmran, Ö. ve Kiper, T. 2020. İstanbul Çırpıcı Kent Parkı'nın engelli kullanımı açısından değerlendirilmesi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10(3): 2062-2075.
- URL1, 2021. Bayındır, T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı İzmir İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü, <https://izmir.ktb.gov.tr/TR-77440/bayindir.html> (Erişim Tarihi: 26.06.2021).
- Uslu, A., Shakouri, N. 2012. Engelli çocuklara dost oyun alanı ve dış mekan tasarımı. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 28(5):367-374.



Antalya İli Kabak Üretim Alanlarında Fas Karpuz Mozayik Virüsü (Moroccan Watermelon Mosaic Virus)^A

Handan ÇULAL KILIÇ^{1*}, Muhammed Raşit ORAN²

Öz: Bu çalışma Antalya ili kabak üretim alanlarından toplanan kabak örneklerinde Fas karpuz mozayik virüsü (Moroccan watermelon mosaic virus; MWMV)'nün tespit edilmesi amacıyla 2019-2020 yıllarında yürütülmüştür. MWMV'nün varlığı serolojik ve moleküler yöntemlerle belirlenmiştir. Survey çalışmalarında virüs semptomu sergileyen 120 yaprak örneği alınmış, örneklere DAS-ELISA (Double Antibody Sandwich Enzyme Linked Immunosorbent Assay) yöntemi uygulanmıştır. DAS-ELISA testi sonucunda Aksu, Manavgat ve Kumluca ilçelerinden toplanan 9 yaprak örneğinde MWMV belirlenmiştir. RT-PCR (Reverse Transcriptase Polymerase Chain Reaction) çalışmalarında enfekteli bu 9 yaprak örneği kullanılmıştır. RT-PCR uygulamasında MWMV kılıf protein geni için spesifik primerler kullanılarak yaklaşık 627 bp'lik bir kısım amplifiye edilmiş ve beklenen seviyede bant elde edilmiştir. Bu çalışma, Antalya ili kabak alanlarında MWMV'nin serolojik ve moleküler yöntemlerle tanılanması bakımından ilk çalışma niteliğindedir.

Anahtar Kelimeler: Fas karpuz mozayik virüsü, kabak, teşhis.

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

* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** ¹ Handan Çulal Kılıç, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Isparta, Türkiye, handankilic@isparta.edu.tr, [OrcID 0000-0003-4020-9442](https://orcid.org/0000-0003-4020-9442)

² Muhammed Raşit Oran, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Isparta, Türkiye, mrasitoran@gmail.com [OrcID 0000-0002-5356-987X](https://orcid.org/0000-0002-5356-987X)

Moroccan Watermelon Mosaic Virus in Squash Production Areas of Antalya Province

Abstract: This study was carried out to detect the presence of Moroccan watermelon mosaic virus (MWMV) in squash collected from Antalya province during 2019-2020. The presence of MWMV was determined by serological and molecular methods. A total of 120 leaf samples was collected from plants showing diseases symptoms. Plant samples were tested by Double Antibody Sandwich Enzyme Linked Immunosorbent Assay (DAS-ELISA) method. According to DAS-ELISA test results, it was observed that 9 samples out of 120 collected from Aksu, Manavgat and Kumluca districts of Antalya province were infected with MWMV. 9 infected samples were tested by Reverse Transcriptase Polymerase Chain Reaction (RT-PCR). RT-PCR test showed that bands about 627 bp were amplified from samples using primers specific for coat protein gene (CP) of MWMV. This study is the first time in detection of MWMV by serological and molecular methods squash areas of Antalya province.

Keywords: Moroccan watermelon mosaic virus, squash, detection.

Giriş

Türkiye coğrafik yapısı nedeniyle, büyük bir toprak ve iklim zenginliğine sahiptir. Ülkemiz birbirinden çok farklı bitki türlerinin değişik bölgelerde ve farklı mevsimlerde yetiştirilmesine olanak sağlamaktadır. Cucurbitaceae familyası içerisinde yer alan, kavun (*Cucumis melo* L.), hıyar (*C. sativus* L.), kabak (*Cucurbita* sp.) ve karpuz (*Citrullus lanatus* L.) ülkemizde önemli bir yere sahiptir (Günay, 1993). Kabakgil bitkileri yüksek su içerikleri ve serinletici özellikleri bakımında yaz mevsiminde en çok tüketilen sebzeler olmanın yanı sıra, içerdiği mineral maddeler, vitaminler ve düşük kalorili olmaları nedeniyle diyet menülerinde de yer almaktadırlar.

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (Food and Agriculture Organization of the United Nations; FAO) verilerine göre dünyada yaklaşık bir milyar ton sebze üretimi yapılmaktadır. Dünyada en fazla sebze yetiştiren ülke Çin Halk Cumhuriyetidir. Bunu Hindistan ve ABD takip etmektedir. Ülkemiz ise 30.032.727 ton sebze üretimi ile dördüncü sırada yer almaktadır (FAO, 2017; TUIK, 2018).

Antalya ili hem örtüaltı hem de açıkta sebze yetiştiriciliğinin ön plana çıktığı ve Türkiye'nin sebze üretiminin önemli bir kısmını karşılayan bir ilimizdir (Yanmaz ve ark., 2020) ve 2020 verilerine göre 18.224 dekar alanda 105.461 ton sakız kabak üretimi yapılmaktadır (TUIK, 2020).

Kabak üretimini sınırlayan birçok abiyotik ve biyotik hastalık etmeni bulunmaktadır. Bunların arasında virüsler, kültür bitkilerinde oluşturdukları zararlar ve mücadelesinde bir kimyasal ilacın bulunmaması nedeniyle diğer patojenlerden ayrı bir öneme sahiptir (Çulal-Kılıç ve ark., 2012). Kabakgil bitkileri çok sayıda virüs

hastalığından etkilenmektedir ve yapılan çalışmalar 59'dan fazla virüsün bu bitkilerde önemli düzeylerde ürün kayıpları meydana getirdiğini bildirmiştir (Lecoq ve Desbiez, 2012). Kabakgillerde görülen virüsler; Kabak sarı mozayik virüsü (Zucchini yellow mosaic virus; ZYMV), Hıyar mozayik virüsü (Cucumber mosaic virus; CMV), Karpuz mozayik virüsü (Watermelon mosaic virus; WMV), Kabak mozayik virüsü (Squash mosaic virus; SqMV), Papaya halkalı leke virüsü (Papaya ring spot virus; PRSV-W' dür (Çat ve ark., 2016; Kızmaz ve ark., 2016).

MWMV bir potyvirus üyesidir ve konukçu dizisi oldukça dardır. Sadece kabakgil familyası bitkilerinde enfeksiyona neden olmaktadır. Enfekteli bitkilerin yapraklarında şiddetli mozayik simptomları, deformasyon, yaprak boyutunda küçülme ve kabarcık oluşumu, meyvede deformasyonlara neden olmaktadır. Ayrıca bazı karpuz varyetelerinde tepe nekrozuna neden olduğu belirtilmiştir (Lecoq ve ark., 2001). Kalıcı olmayan (non persistent) tarzda afitlerle taşınmaktadır. Tohumla taşınması ile ilgili olarak sadece bir çalışma bulunmaktadır (Roggero ve ark., 1999). MWMV, ilk olarak 1972 tarihinde Fas'da tespit edilmiştir ancak WMV'nün farklı bir ırkı olarak düşünülmüştür (Fischer ve Lockhart 1974). Son 10 yılda yapılan çalışmalarla bu virüsün farklı bir virüs olduğu ve özellikle Akdeniz ülkelerinde hızla yayıldığı ortaya konulmuştur (Lecoq ve ark., 2001; Bananej ve ark., 2018).

Bu çalışmada; dünyadaki kabakgil üretimini ciddi anlamda tehdit eden MWMV, Antalya ili kabak üretim alanlarında DAS-ELISA ve RT-PCR metodları ile belirlenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Survey Çalışmaları

Bu çalışmada Antalya ili kabakgil üretim alanlarından toplanan yaprak örnekleri kullanılmıştır. Survey çalışmaları, ilin kabak üretim alanlarında 2020 üretim sezonu boyunca yapılmış olup, surveyler sırasında yapraklarda mozayik, damar bantlaşması, solgunluk, meyvelerde anormallikler, nekrotik lokal lezyonlar ve deformasyon olan kabak bitkileri tercih edilmiştir. Antalya'nın Aksu, Kumluca, Manavgat ve Alanya ilçelerinden sırası ile 35, 35, 30 ve 20 olmak üzere toplam 120 yaprak örneği toplanmıştır..

Serolojik Çalışmalar

MWMV'nin serolojik çalışmalarında DAS-ELISA yönteminden faydalanılmıştır. Çalışmada, MWMV'ye özgü antikorlar Loewe (Biochemica GmbH, Germany) firmasından temin edilmiştir. Bitki örneklerinin testlenmesi firmanın yönergeleri doğrultusunda yapılmıştır.

Araziden toplanan kabak yaprak örneklerine DAS-ELISA testleri aşağıdaki şekilde uygulanmıştır.

-ELISA pleytlerinin kuyucukları kaplama solüsyonu ile kaplanarak 37 °C'de 4 saat inkubasyona bırakılmıştır. İnkubasyonu takiben pleytler yıkama tamponu ile yıkanmıştır.

-Genel ekstraksiyon tampon solüsyonunda ezilen örnekler her çukura 200'er mikrolitre konulmuş ve buzdolabında tüm gece bekletilmiştir.

-Sonrasında yıkama tamponu (PBS-Tween Buffer) ile tüm çukurlar yıkanmıştır.

- Konjugat buffer ve konjugatlar sulandırılarak hazırlanmış ve her bir çukura 200 mikrolitre konularak 37 °C'de bekletilmiştir.

-Yıkamadan sonra substrat tamponu (P-nitrophenly phosphate) ile taze olarak hazırlanan substrattan her bir çukura 200 mikrolitre konularak oda sıcaklığında inkubasyona bırakılarak renk değişimi gözlenmiştir.

-DAS-ELISA sonuçları 405 nm dalga boyunda pozitif ve negatif kontroller kullanılarak ELISA okuyucusunda (Versamax) değerlendirilmiştir (Çat ve ark., 2016).

Total RNA İzolasyonu

Total RNA'ların elde edilmesi çalışmalarında, DAS-ELISA testinde pozitif sonuç veren bitkiler kullanılmıştır. Ekstraksiyon işlemi sırasında GeneAll firmasından temin edilen Ribospin™ Plant Ekstraksiyon kiti kullanılmıştır.

Total RNA izolasyonu aşağıdaki şekilde yürütülmüştür.

1. 100 mg yaprak doku örneği sıvı azot içerisinde ezilerek 1,5 ml' lik mikrofüt tüpüne aktarılmıştır.
2. 1.5 ml mikrosantrifüt tüpüne 350 µl tampon RPL eklenerek kuvvetle vortekslenmiştir.
3. Oda sıcaklığında 3 dakika inkübe edilmiştir.
4. Karışım EzPure™ filtresine aktarılmıştır.
5. Oda sıcaklığında 30 saniye boyunca $\geq 10,000$ x g'de santrifüjlenmiştir.
6. Supernatant yeni bir 1.5 ml'lik mikrosantrifüt tüpüne aktarılmıştır.
7. Tüp içine 350 µl % 70 EtOH ekleyerek santrifüt edilmeden pipet ile karıştırılmıştır.
8. Karışımı mini spin kolona aktarılmıştır.
9. Oda sıcaklığında 30 saniye boyunca $\geq 10,000$ x g'de santrifüjlenmiştir.
10. Mini spin kolonuna 500 µl RBW tamponu ilave edilmiştir.
11. Oda sıcaklığında 30 saniye boyunca $\geq 10,000$ x g'de santrifüjlenmiştir.
12. Mini spin kolonun tam merkezine yeni hazırlanmış 70 µl DNase I reaksiyon karışımı eklenmiş, oda sıcaklığında 10 dakika beklenmiştir.
13. Mini spin kolona 500 µl RBW tamponu ilave edilerek, 2 dakika beklenmiştir.
14. Oda sıcaklığında 30 saniye boyunca $\geq 10,000$ x g'de santrifüjlenmiştir.
15. Mini spin kolona 500 µl tampon RNW eklenmiştir.
16. Oda sıcaklığında 30 saniye boyunca $\geq 10,000$ x g'de santrifüjlenmiştir.
17. Mini spin kolona 500 ul tampon RNW eklenmiştir ve oda sıcaklığında 30 saniye boyunca $\geq 10,000$ x g'de santrifüjlenmiştir.
18. Oda sıcaklığında 1 dakika boyunca $\geq 10,000$ x g'de santrifüjlenmiş, karışım yeni bir mikrofüt tüpüne aktarılmıştır.

19. Mini spin kolonun ortasına 50 µl RNaz içermeyen su eklenmiştir.

20. Oda sıcaklığında 1 dakika boyunca $\geq 10,000$ x g'de santrifüjlenmiştir.

RT-PCR Çalışmaları

RT-PCR çalışmalarında, DAS-ELISA testinde MWMV pozitif çıkan örnekler kullanılmıştır. RT-PCR çalışmalarında MWMV kılıf protein genine (CP) spesifik primer çifti kullanılmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. RT-PCR çalışmalarında kullanılan primerler

Primerler	Referans
MWMV Forward Primer F: 5'-AGCAAGCGCCATACTCTGA-3'	Lecoq ve ark., 2007
MWMV Reverse Primer R: 5'-CAAACCTCCATTAACATTCGG-3'	

RT-PCR çalışmaları tek aşamalı olarak gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla GeneAll firmasından temin edilen Onestep RT-PCR master mix kiti kullanılmıştır. Tek bir reaksiyon karışımı toplam 20 µl olacak şekilde; 1µl RNA, 1 µl forward primer, 1.5 µl reverse primer, 10 µl RT-PCR Master mix ve 6.5 µl steril saf su'dan oluşmuştur.

RT-PCR çalışmalarında PCR cihazı (Techne-TC-5000); 55 °C'de 40 dakika, 94 °C'de 2 dakika bekletilmiş, daha sonra 94 °C'de 30 saniye, 55 °C'de 30 saniye, 72 °C'de 1 dakikada 35 döngü tamamlandıktan sonra, 72 °C'de 1 dakika bekletilip, 4 °C'de sürekli kalacak şekilde programlanmıştır.

RT-PCR ürünleri, reaksiyondan sonra % 1'lik agaroz jelde ve TBE tampon solüsyonunda 100 Volt'da 1 saat süre ile elektroforez yöntemi ile ayrıştırılmış ve daha sonra UV ışıkta görüntülenmişlerdir.

Bulgular ve Tartışma

Antalya ili ve ilçelerinde kabak üretiminin yoğun yapıldığı alanlarda; bitkilerin yapraklarında mozayik, deformasyon, yapraklarda sertleşme, şekil bozuklukları, damar bantlaşmaları, solgunluk ve meyvelerde deformasyon belirtileri gözlemlenmiştir. Survey sırasında belirti sergileyen kabak bitkileri fotoğraflandırılmıştır (Şekil 1). Daha önceki çalışmalarda da MWMV'nin kabak bitkisinde benzer belirtilere sebep olduğu bildirilmiştir (Bananej ve ark., 2018; De-Moya Ruiz ve ark., 2021).



Şekil 1. Kabak bitkisinde yapraklarda mozayik, deformasyon, damar aralarında sararma semptomu

DAS-ELISA çalışmaları Antalya ilçelerinden toplanan 120 adet kabak yaprak örneği ile yürütülmüştür. DAS ELISA testi sonuçlarına göre; 120 şüpheli yaprak örneğinin 9 tanesi (%7.5) MWMV ile enfekteli olarak belirlenmiştir.

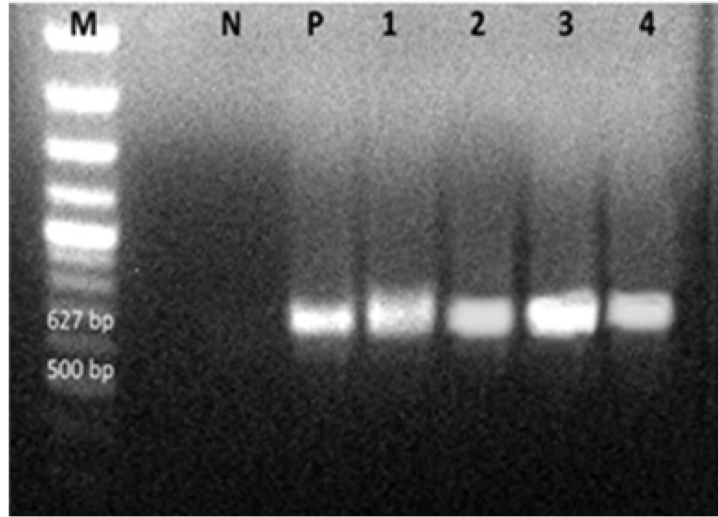
Örnek alınan yerlerdeki MWMV enfeksiyon oranları göz önüne alındığında, Aksu ilçesinden test edilen örneklerin % 18.42'lik bulaşıklık oranıyla ilk sırada yer aldığı görülmektedir. Bunu % 3.70'lik oranla Manavgat, % 3.12'lik oranla Kumluca ilçeleri takip etmiştir. Alanya ilçesinden alınan kabak yaprak örneklerinde ise MWMV enfeksiyonu saptanmamıştır (Çizelge 2).

Çizelge 2. Antalya ilinden toplanılan/enfekteli kabak bitkisi örnekleri ile MWMV enfeksiyon oranları

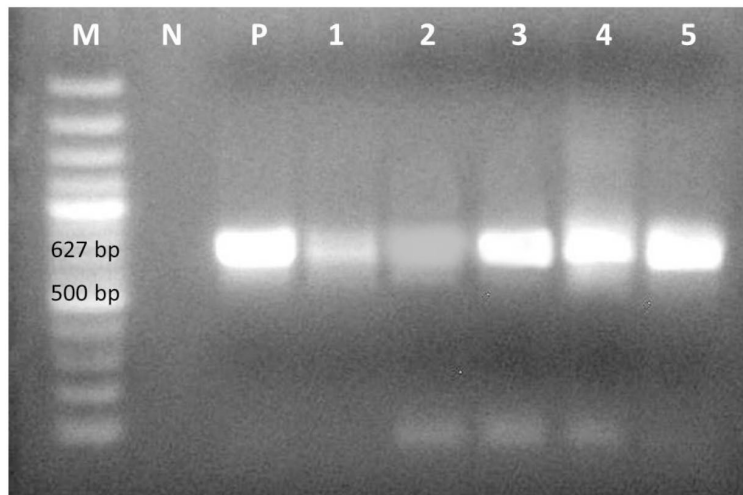
Örnek Alınan Yer	Alınan Örnek Sayısı	MWMV ile Enfekteli Örnek Sayısı	% Enfeksiyon Oranı
AKSU	38	7	18.42
KUMLUCA	32	1	3.12
MANAVGAT	27	1	3.70
ALANYA	23	0	0.0
Toplam	120	9	7.5

DAS- ELISA testleri sonucunda MWMV ile bulaşık olduğu saptanan yaprak dokuları ile moleküler çalışmalar yürütülmüştür. RT-PCR çalışmalarında MWMV'nin kılıf proteininin yaklaşık 672 bp'lik kısmını amplifiye eden spesifik primer çifti kullanılmıştır. Testlenen örneklerde virüse özgü beklenen seviyede bant

gözlenmiştir. Böylece testlenen örneklerin hem serolojik hem de moleküler olarak MWMV ile enfekteli olduğu teyit edilmiştir. Negatif kontrol olarak kullanılan sağlıklı kabak bitkisinde ise herhangi bir bant oluşumu gözlenmemiştir (Şekil 2, 3). Bu çalışmada elde edilen sonuçlar ile daha önce MWMV için tasarlanan primer çifti kullanılarak yapılan çalışmalar uygunluk göstermiştir (Lecoq ve ark., 2007; Bananej ve ark.,2018; Yeşil, 2021).



Şekil 2. RT-PCR kullanılarak MWMV kılıf protein geninin amplifikasyonu. M: Marker (100 bp DNA ladder) N: Negatif Kontrol, P: Pozitif Kontrol, 1: Aksu-1 izolatu; 2: Aksu-2 izolatu, 3: Kumluca-1 izolatu, 4:Manavgat izolatu-1



Şekil 3. RT-PCR kullanılarak MWMV kılıf protein geninin amplifikasyonu. M: Marker (100 bp DNA ladder) N: Negatif Kontrol, P: Pozitif Kontrol, 1-5: Aksu izolatları

Ülkemizde kabakgil virüslerinin belirlenmesi ile ilgili çok sayıda çalışma bulunmaktadır (Şevik ve Sökmen, 2001; Özaslan ve ark., 2006; Karamanlı, 2007; Yardımcı ve Özgönen, 2007; Kızmaz ve ark., 2016; Topkaya ve ark., 2019; Arslan ve ark., 2020).

Ülkemizde bu konu ile ilgili Yeşil (2021)'in yaptığı çalışmada Aksaray ilindeki kabak üretim alanlarında MWMV'nin enfeksiyon oranını %13.33 olarak belirlemiş, virüsün testlenmesinde DAS-ELISA ve RT-PCR yöntemleri kullanılmıştır. Ayrıca MWMV ülkemiz izolatının sekans analizleri yapılmış ve bunun sonucunda Yunanistan izolatı ile %99.15 oranında benzerlik tespit edilmiştir.

Sonuç

Virüs hastalıklarının doğru ve hızlı bir şekilde teşhis edilmesi; epidemiyolojisinin anlaşılması ve virüsün yol açtığı hastalığın mücadelesinde çok önemlidir. Son yıllarda Avrupa ve Akdeniz ülkeleri ile Çin'de kabak üretim alanlarında MWMV'nin hızla yayıldığı görülmüştür (Lecoq ve ark., 2007; Yakoubi ve ark., 2008; Bananej ve ark., 2018; De-Mayo Ruiz ve ark., 2021). Yürütülen bu çalışma, ülkemiz Antalya ili kabak alanlarında MWMV'nin serolojik ve moleküler yöntemlerle tanılanması ve enfeksiyonunun varlığı bakımından ilk çalışma niteliğindedir. Bundan sonra, tespit edilen MWMV izolatlarının moleküler olarak karakterize edilmesi ve ırklarının ortaya konularak aralarındaki farklılıkların saptanması ile ilgili çalışmaların yapılması gerekmektedir. Ayrıca MWMV'nin ülkemizde epidemiyoloji riskini ortadan kaldırmak için, virüsün vektörü olan yaprak bitleri ile doğru mücadele şekilleri ve alınması gereken koruyucu önlemler, ilgili bölge üreticilerine ayrıntılı bir şekilde anlatılmalıdır.

Teşekkür Bilgi Notu

Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır. Bu makalenin bilimsel, etik ve hukuki sorumluluğu bütünüyle biz yazarlara aittir. Makalenin yayımlanması ile ilgili olarak, yazarlar arasında bir çıkar çatışması olmadığını ve olması durumunda bunun muhtemel sonuçlarını bildiğimizi beyan ve kabul ederiz. Çalışmada teşhis aşamaları Handan Çulal Kılıç, survey çalışmaları Muhammed Raşit Oran tarafından gerçekleştirilmiştir. Yazarlar tüm makaleyi birlikte hazırlamışlardır.

Kaynakça

Arslan, S., Yardımcı, N. and Çulal Kılıç, H. 2020. Serological and molecular characterization of the cucurbit aphid-borne yellows virus affecting cucurbits in Southern Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 29, 7239-7245.

- Bananej, K., Orfanidou, C.G., Maliogka, V.I. and Katis, N.I. 2018. First Report of Moroccan Watermelon Mosaic Virus in Zucchini in Iran. *Plant Diseases*, 102:10.
- Çat, A., Yardımcı, N. ve Çulal-Kılıç H. 2016. Antalya ili ve ilçelerindeki örtüaltı hıyar (*Cucumis sativus* L.) ve kabak (*Cucurbita pepo* L.) üretim alanlarında viral etmenlerin saptanması. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 20(1): 129-132.
- Çulal Kılıç, H., Altındal, D. ve Akgün, İ. 2012. Farklı Buğday Çeşiti Tohumlarında Wheat streak mosaic virus ve Barley stripe mosaic virus'ünün DAS-ELISA Yöntemi ile Araştırılması. *Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 26(1): 17-25.
- De Moya-Ruiz, C., Rabadán, P., Juárez, M. and Gómez, P. 2021. Assessment of the current status of potyviruses in watermelon and pumpkin crops in Spain: epidemiological impact of cultivated plants and mixed infections. *Plants*, 10, 138.
- FAO 2017. Food and Agricultural Organizations. <http://www.fao.org/faostat/en/#rankings/country> (Erişim tarihi: 22.05.2020).
- Fischer, H.U. and Lockhart, B.E.L. 1974. Serious losses in cucurbits caused by Watermelon mosaic virus in Morocco. *Plant Diseases Reports*. 58: 143-146.
- Günay A. 1993. Özel Sebze Yetiştiriciliği. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ankara, 117 s.
- Karamanlı, A. 2007. Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti (KKTC)'nde kabakgil yetiştirilen alanlarda hıyar mozaik virüsü (*Cucumber Mosaic Virus*, CMV) ve Kabak Sarı Mozaik Virüsü (*Zucchini Yellow Mosaic Virus*, ZYMV)'nün surveyi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Kızmaz, M., Sağır, Z.A. ve Baloğlu, S. (2016). Diyarbakır ve Mardin illeri kabakgil üretim alanlarında görülen viral hastalıkların yaygınlıklarının ve etmenlerinin belirlenmesi. *Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 53(4): 397-406.
- Lecoq, H., Dafalla, G., Desbiez, C., Wipf-Scheibel, C., Delecolle, B., Lanina, T., Ullah, Z. and Grumet, R. 2001. Biological and molecular characterization of Moroccan watermelon mosaic virus and a potyvirus isolate from Eastern Sudan. *Plant Disease*, 85: 547-552.
- Lecoq, H., Justafre, I., Wipf-Scheibel, C. and Desbiez, C. 2007. Moroccan watermelon mosaic virus newly reported on zucchini squash in France. *New Disease Reports*, 16:19
- Lecoq, H. and Desbiez, C. 2012. Viruses of cucurbit crops in the Mediterranean Region, an ever-changing Picture. *Advances in Virus Research*, 84, 67-126.
- Owolabi, A.T., Rabenstein, F., Ehrig, F., Edgar, M.M. and Vetten, H.J. 2012. Strains of Moroccan watermelon mosaic virus isolated from *Lagenaria breviflorus* and *Coccinia barteri* in Calabar, Southeastern Nigeria. *International Journal of Virology*, 8: 258-270.
- Özaslan, M., Aytakin, T., Bas, B., Kılıc, I.H., Afacan, I. D. ve Dağ, S. 2006. Virus diseases of cucurbits in Gaziantep- Turkey. *Plant Pathology Journal*, 5(1): 24-27.

- Roggero, P., Gotta, P., Stravato, V.M., Dellavalle, G. and Ciuffo, M. 1999. Further spread of Moroccan watermelon mosaic potyvirus in Italy in 1998. *Journal of Plant Pathology*, 81(2): 149
- Şevik, M.A. ve Sökmen, M.A. 2001. Samsun ilinde kabakgil bitkilerinde görülen virüs hastalıkları. IX. Türkiye Fitopatoloji Kongre Bildirileri, 3-8 Eylül 2001, No: 45, Tekirdağ, 180-189.
- Topkaya, S., Desbiez, C. and Ertunç, F. 2019. Presence of cucurbit viruses in Ankara and Antalya province and molecular characterization of coat protein gene of Zucchini yellow mosaic virus Turkish isolates. *Fresenius Environmental Bulletin*, 28(4): 2442-2449.
- TUIK 2018. Bitkisel Üretim İstatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr> (Erişim tarihi: 15.06.2020).
- TUIK 2020. Bitkisel Üretim İstatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr> (Erişim tarihi: 17.03.2021).
- .Yakoubi, S., Desbiez, C., Fakhfakh, H., Wipf-Scheibel, C., Marrakchi, M., and Lecoq, H. 2008. Biological characterization and complete nucleotide sequence of a Tunisian isolate of Moroccan watermelon mosaic virus. *Archives Virology*, 153:117-125.
- Yanmaz, R., Balkaya, A., Akan, S., Kaymak, H.Ç., Sarıkamış, G., Ulukapı, K.Ö., Karaağaç, O., Güvenç, İ., Kurtar, E.S. ve Açıkgöz, F.E. 2020. Sebzeçilik Sektörü: Dünü, Bugünü ve Geleceği, Türkiye Ziraat Mühendisliği IX. Teknik Kongresi Bildiri Kitabı, 13-17 Ocak 2020, Ankara, s: 585- 608.
- Yardımcı, N. and Özgönen, H. 2007. First report of Cucurbit Aphid-Borne Yellows Virus in Turkey. *Australasian Plant Disease Notes*, 2: 59.
- Yeşil, S. 2021. First report of Moroccan watermelon mosaic virus on edible seed squash in Turkey. *Journal of Plant Pathology*, 103:737.



Doğal Fermente Gıdalardan İzole Edilen Muhtemel Laktik Asit Bakterilerinin Antimikrobiyal Aktiviteleri ve Laktik Asit Üretim Düzeylerinin İncelenmesi^A

Özüm ÖZOĞLU^{1*}, Mehmet GÜMÜŞTAŞ², Sibel Aysıl ÖZKAN³,
Evrım GÜNEŞ ALTUNTAŞ⁴

Öz: Laktik asit bakterileri pek çok fermente ve probiyotik gıdanın bünyesinde yer alan faydalı bakterilerdir. Bu bakterileri önemli kılan özellikleri arasında GRAS (Generally Recognized As Safe) statüde olmaları ve ürettikleri antimikrobiyal metabolitler bulunmaktadır. Laktik asit bakterilerinin ürettiği antagonistik etkiye sahip en önemli metabolit bu gruba adını veren laktik asit olup; bunun yanı sıra hidrojen peroksit, asetik asit, diasetil, bakteriyosin vb. metabolitler ile de antagonistik etkiye neden olmaktadır. Bu çalışmada çeşitli peynir, sucuk ve kefir örneklerinden izole edilen 23 adet muhtemel laktik asit bakteri izolatının *Salmonella* Enteritidis ATCC 13076, *Streptococcus mutans* ATCC 25175, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Bacillus subtilis* ATCC 6633 ve *Staphylococcus aureus* ATCC 43300 (metisilin ve oksasilin dirençli) patojenleri üzerindeki inhibisyon etkisi Agar Spot Yöntemi ile araştırılmıştır. Test sonucunda pozitif etki gösteren izolatların süpernatantları ile Kuyu Difüzyon denemesi gerçekleştirilmiştir. Son olarak izolatların ürettiği laktik asit miktarları HPLC yöntemi ile de

^A Bu çalışmada elde edilen HPLC sonuçları, Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Proje Koordinatörlüğü 17H0415001 No'lu Projesi'nde de kullanılmıştır. Aynı zamanda bu çalışmanın sonuçları Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'ne sunulan Özüm ÖZOĞLU'nun yüksek lisans tezinin bir kısmını oluşturmaktadır. Bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir. Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır.

* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** ¹ Özüm ÖZOĞLU, Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 16059, Bursa-TÜRKİYE, ozoglu@uludag.edu.tr, [OrcID 0000-0003-3600-142X](https://orcid.org/0000-0003-3600-142X)

² Mehmet GÜMÜŞTAŞ, Ankara Üniversitesi, Adli Bilimler Enstitüsü, Dikimevi Tıp Fakültesi Yerleşkesi, 06590, Ankara-TÜRKİYE, mgumustas@ankara.edu.tr, [OrcID 0000-0003-2793-7154](https://orcid.org/0000-0003-2793-7154)

³ Sibel Aysıl ÖZKAN, Ankara Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Analitik Kimya Anabilim Dalı, Tandoğan Yerleşkesi, 06560, Ankara-TÜRKİYE, ozkan@pharmacy.ankara.edu.tr, [OrcID 0000-0001-7494-3077](https://orcid.org/0000-0001-7494-3077)

⁴ Evrim GÜNEŞ ALTUNTAŞ, Ankara Üniversitesi, Biyoteknoloji Enstitüsü, Sistem Biyoteknolojisi İleri Araştırma Birimi, Gümüşdere 60. Yıl Yerleşkesi, 06135, Ankara-TÜRKİYE, Evrım.Gunes.Altuntas@ankara.edu.tr, [OrcID 0000-0003-4897-9388](https://orcid.org/0000-0003-4897-9388)

belirlenmiştir. Agar Spot Testi'ne göre izolatların neredeyse tamamı tüm patojenler üzerinde etkinlik gösterirken, patojenler üzerindeki inhibisyon etkiyi gösteren zon çaplarının 1-24.5 mm aralığında değiştiği tespit edilmiştir. 24.5 mm zon çapı ile maksimum etki 31 nolu izolat tarafından *E.coli ATCC 25922* üzerinde gözlemlenirken; 1 mm zon çapı ile minimum etki 431 nolu izolat tarafından *S. Enteritidis ATCC 13076* test mikroorganizmasına karşı gözlemlenmiştir. Kuyu Difüzyon Testi'nde ise hiçbir pozitif sonuç elde edilememiş ve bu nedenle bakterilerin antagonistik etkilerinin daha çok laktik asit üretiminden kaynaklandığı düşünülmüştür. Yapılan kromatografik çalışma ile laktik asit bakterilerinin ürettiği laktik asit miktarının 0.13-5.52 mmol aralığında olduğu gözlemlenmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar laktik asit bakterilerinin bakteriyosin gibi önemli protein bazlı inhibitörleri üretmese bile, ürettiği temel metabolit olan laktik asit ile etkin bir antimikrobiyal aktivite kapasitesine sahip olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Antimikrobiyal aktivite, laktik asit, laktik asit bakterisi, HPLC.

Investigation of Antimicrobial Activities and Lactic Acid Production Levels of Presumptive Lactic Acid Bacteria Isolated From Naturally Fermented Foods

Abstract: Lactic acid bacteria are useful bacteria which are included to composition of many fermented and probiotic food. Being GRAS (Generally Recognized As Safe) statute and the antimicrobial metabolites produced by them are among the properties which make these bacteria significant. The most important metabolite with antagonistic effect produced by lactic acid bacteria is lactic acid that gives the name of these bacteria, besides LAB can have antagonistic effect by producing hydrogen peroxide, acetic acid, diacetyl, bacteriocin etc. In this study, inhibition effects of 23 presumptive lactic acid bacteria isolates that isolated from various cheese, sucuk and kefir samples on *Salmonella Enteritidis ATCC 13076*, *Streptococcus mutans ATCC 25175*, *Escherichia coli ATCC 25922*, *Bacillus subtilis ATCC 6633* and *Staphylococcus aureus ATCC 43300* (methicillin and oxacillin resistant) were investigated by Agar Spot method. According to the assay, Well Diffusion Test was performed with supernatant of the isolates showed positive results. Finally, the quantification of lactic acid was detected by HPLC method. As a result of Agar Spot Test, while all of the isolates were effective on all pathogens, the inhibition zone diameters were ranged between 1-24.5 mm. While the maximum effect was observed by isolate 31 on *E.coli ATCC 25922* with a zone diameter of 24.5 mm, the minimum effect was observed by isolate 431 against *S. Enteritidis ATCC 13076* test microorganism with a zone diameter of 1 mm. Then, due to not to have any positive results from Well Diffusion Assay, it has been considered the antagonistic effect of the bacteria were originated from lactic acid production. It was observed that lactic acid produced by LAB was ranged between 0.13-5.52 mmol by chromatographic study. Even if the LAB do not produce protein-based inhibitors such as bacteriocin, the results shows LAB has an effective antimicrobial activity capacity with lactic acid, the main metabolite of LAB.

Keywords: Antimicrobial activity, lactic acid, lactic acid bacteria, HPLC.

Giriş

Laktik asit bakterileri (LAB), çok uzun yıllardan beri fermente gıdaların bileşiminde bulunan ve bir takım ortak özelliklere sahip bir grup bakteridir. Bu bakterileri ortak noktada birleştiren ve isimlendirilmelerinde doğrudan etkisi olan en önemli özellikleri laktik asit üreticisi olmalarıdır (Axelsson ve Ahrné, 2000; Durlu-Ozkaya ve ark., 2001; Gumustas ve ark., 2017; Orji, J. O. ve ark., 2020). İlk kez 1873 yılında Joseph Lister sütte bulunan bir bakteriyi izole etmiş ve “*Bacterium lactis*” olarak isimlendirmiştir. Bakterinin isimlendirilmesi sonraki yıllarda *Streptococcus lactis* ve ardından *Lactococcus lactis* olarak değiştirilmiştir. İlk yıllarda LAB'nin sütte bulunan şekeri fermente eden bakteriler olduğu düşünülse de sonraki yıllarda farklı ortamlardan da benzer bakteriler izole edilebilmiştir (Axelsson ve Ahrné, 2000). Tipik bir LAB; aerotolerant olup standart koşullarda gelişebilen, aside toleranslı, organotropik, çoğunlukla fermentatif, kok ya da çubuk şeklinde, son ve başlıca ürün olarak laktik asit üreten bakterilerdir. Genellikle hücreleri hareketsizdir. Gelişmeleri için vitamin ve aminoasitler gibi kompleks gelişme faktörlerine ihtiyaç duymaktadırlar (König ve ark., 2017). Bazı LAB, ağız ve nazofaringeal mukozada kolonize olurken (oral streptokoklar), bazıları bağırsak mikrobiyotasında (bifidobakteriler, enterokoklar ve bazı laktobasiller) ve bazıları da vajinal mikrobiyotada bulunmaktadırlar (bazı laktobasiller). Tüm bu mikrobiyota üyeleri apatojenik olup faydalı bakteri grubunda yer almaktadır. Normalde bulunmamaları gereken bölgelerde tespit edildiklerinde, patojen özellik gösterebilmektedirler. Bu normal dışı durumlara enterokoklar ve hemolitik streptokoklar dikkat çekmektedir (Teuber, 2008).

Günlük diyetle yer alan yoğurt, peynir, zeytin turşu gibi hem fermente hem de fonksiyonel grupta yer alabilecek gıdalar; LAB aktivitesi sonucunda üretilmektedirler (Altuntaş ve ark., 2010; Nebbia ve ark., 2021; Yıldırım Kumral ve ark., 2020). Aralarında *Bifidobacterium*, *Enterococcus*, *Lactobacillus* (Zheng ve ark. (2020), *Amylolytobacillus*, *Bombilytobacillus*, *Latilytobacillus*, başlıca olmak üzere 25 cinsin daha taksonomide bu gruba dahil olmasını önermişlerdir.), *Lactococcus*, *Pediococcus*, *Streptococcus* cinslerinin bulunduğu LAB arasında; yoğurt üretiminde *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* bakterileri, peynir üretiminde *Lactococcus lactis ssp. lactis*, *L. lactis ssp. cremoris*, *L. lactis ssp. lactis* biovar. *diacetylactis*, *S. thermophilus*, *L. sake*, *L. casei*, *L. plantarum*, *L. helveticus* bakterilerinden oluşan termofilik ve/veya mezofilik starter kültür kombinasyonları, turşu üretiminde ise *L. brevis*, *L. plantarum*, *P. pentosaceus*, *P. cerevisiae* bakterileri ön plana çıkmaktadır (Çelik ve Uysal, 2009; Erginkaya ve ark., 2003; Zheng ve ark., 2020).

Gastrointestinal sistem, pek çok mikroorganizmanın dahil olduğu bir ekosistemdir. Bu ekosistemde probiyotik karakteri ve patojen inhibisyonu ile LAB, dominant olabilmekte ve intestinal sağlığı olumlu etkileyebilmektedir (Ali, 2010; Campana ve ark., 2017). Konakçı sağlığı üzerindeki olumlu etkileri ile oldukça güncel bir konu olan probiyotik mikroorganizmaların neredeyse tamamı LAB arasındadır. Probiyotik mikroorganizmalar konakçı üzerindeki etkilerini; epitel hücrelere tutunma, kolonize olma, biyosümfaktan üretimi, patojenler ile oto ve ko-agregasyon, antagonistik metabolit üretimi, enzim üretimi gibi özellikleri ile göstermektedirler (Campana ve ark., 2017; Cosansu ve ark., 2007; Dowarah ve ark., 2018; Halkman ve ark., 1994; Halkman ve Ayhan, 2005; Ringø ve ark., 2020; Rodríguez ve ark., 2002).

Gıdaların muhafazasında ısı ya da ısı olmayan farklı yöntemler tercih edilebilmektedir. Isıl işlemleri kısıtlı kılan nokta; gıdaların besin içeriğinin korunmasındaki zorluk olup, ısı olmayan işlemler arasında biyomuhafaza da bulunmaktadır. Mikrobiyal gıda üretiminde kullanılan kültür, ürünü ortaya çıkarmasının yanında ürünün korunmasını da sağlıyorsa ayrıca koruyucu kullanılmasına gerek kalmamaktadır. Bu noktada LAB'nin ürettiği antimikrobiyal maddeler önem arz etmektedir. LAB tarafından üretildikleri bilinen ve aralarında laktik asitin de bulunduğu etanol, diasetil, H₂O₂, bakteriyosin gibi inhibitör maddeler, laktik asit bakterilerinin buldukları ortamda dominant kültürler haline gelmesini sağlayabilmekte ve patojen gelişimini önleyebilmektedir (De Vuyst ve Leroy, 2007; Gomez ve ark., 2021; Orji, J. O. ve ark., 2020). Ürettiği her bir metabolitin etki spektrumu farklıdır; ancak laktik asit üretimi nedeniyle düşürdüğü pH, diğer bakterilerin gelişimini oldukça sınırlamaktadır. Günümüzde antagonistik etkileri oldukça iyi anlaşılmış LAB, doğal olarak antimikrobiyal özellikleri ile özdeşleşmiştir.

Bu bilgiler doğrultusunda yapılan çalışmada; doğal fermente gıdalardan peynir, kefir ve sucuk örneklerinden izole edilen ve laktik asit bakterisi olduğu düşünülen 23 izolatın bazı temel özellikleri tespit edildikten sonra patojen mikroorganizmalar üzerindeki antimikrobiyal etkisi araştırılmıştır. Ayrıca, izolatların laktik asit üretim düzeyleri HPLC (Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi) yöntemiyle belirlenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Araştırmada, Ankara'nın değişik bölgelerinden temin edilen ve doğal fermantasyon yöntemiyle üretildiği bilinen 3 adet peynir, 2 adet sucuk ve 2 adet kefir örneği kullanılmıştır. Antimikrobiyal aktivite testlerinde Gram pozitif; *Staphylococcus aureus* ATCC 43300 (metisilin ve oksasilin dirençli), *Streptococcus mutans* ATCC 25175, *Bacillus subtilis* ATCC 6633, Gram negatif; *Escherichia coli* ATCC 25922, ve *Salmonella Enteritidis* ATCC 13076 test bakterileri olarak kullanılmıştır.

İzolasyon ve Morfolojik Tanımlama

Toplanan örneklerden laktik asit bakteri izolasyonu amacıyla yayma plak yöntemi kullanılmış olup, besiyeri olarak MRS (De Man Rogosa Sharpe, Merck) broth/agar ve M17 broth/agar (Merck) kullanılmıştır. Bakterilerin M17 besiyerinde daha iyi geliştikleri tespit edildiği için denemelere M17 besiyeri ile devam edilmiştir. İzolasyon aşamasında inkübasyon sıcaklığı 30°C ve süresi 24-48 saat olarak uygulanmıştır (Daodaji ve ark., 2020; Harrigan ve McCance, 1976). İzolatların morfolojik tanımlaması ve Gram reaksiyonları, Gram boyama yöntemi ile belirlenmiştir (Doetsch, 1981; Mathialagan ve ark., 2018).

Agar Spot Testi

İzolatların antimikrobiyal etkisi öncelikle Agar Spot testi ile belirlenmiştir (Altuntaş ve ark., 2010; Schillinger ve Lücke, 1989). Bu amaçla izolatlar M17 Broth besiyerinde iki kez aktifleştirildikten sonra (30°C, 24 saat) M17 Agar besiyerine her bir aktif kültürden nokta ekimi yapılmıştır. Petri kutuları 30°C'de 24 saat inkübasyona bırakılarak koloni oluşumu sağlanmıştır. Test mikroorganizması olarak kullanılan patojen mikroorganizmaların

Tryptic Soy Broth (TSB, Merck) besiyerindeki 18-24 saatlik kültürlerinden 8 µL alınarak içinde 45°C sıcaklıkta 8 mL yumuşak-TSA (%0.7 agar içeren) bulunan tüplere aktarılmış ve tüp karıştırıcıda karıştırılmıştır. Daha sonra karışım, laktik asit bakterisi izolatlarının kolonileri üzerine dökülmüş ve katılaşması için oda sıcaklığında 30 dakika bekletilmiştir. Petri kutuları 30°C'de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon süresinin bitiminde koloni etrafında zon oluşumuna bakılarak sonuç pozitif veya negatif olarak değerlendirilmiş ve zon çapları ölçülmüştür.

Kuyu Difüzyon Testi

Agar Spot testinde pozitif sonuç veren izolatlar, Kuyu Difüzyon yöntemi ile test edilmiştir (Altuntaş ve ark., 2010; Schillinger ve Lücke, 1989). İzolatlar M17 Broth besiyerinde 30°C'de 24 saat süreyle iki kez aktifleştirilmiş ve aktif kültürler 6000 rpm'de 10 dakika süreyle santrifüjledikten sonra elde edilen süpernatant, 0.45 µm por çaplı filtreden (Sartorius, Almanya) geçirilerek hücreler ayrılmıştır. M17 Agar üzerinde 8 mm çapında kuyucuklar açılmış ve kuyucuklara elde edilen süpernatantlardan 50 µL aktarılmıştır. Petri kutuları bir gece 4°C'de bekletilerek süpernatantların besiyerine difüze olması sağlanmıştır. Daha sonra kuyucuklar üzerine 8 µL test mikroorganizması kültürü içeren 8 mL yumuşak-TSA (%0.7 agar içeren) aktarılmıştır. Agarın katılaşması için oda sıcaklığında 30 dakika bekletildikten sonra Petri kutuları 30 ve 37°C'de 24 saat süreyle inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonucunda kuyucuk etrafında zon oluşumu pozitif olarak değerlendirilmiştir.

LAB İzolatları Tarafından Üretilen Laktik Asitin Tespiti ve Miktar Tayini

Standart Solüsyonların Hazırlanması

Laktik asit stok çözeltisi 100 mmol olacak şekilde ultra saf su ile hazırlanmıştır. Kalibrasyon için ise çözelti saf su ile 0.25 - 50 mmol (n=5) aralığında seyreltilerek kullanılmıştır.

Laktik Asit Miktarının Belirlenmesi

Laktik asit miktar tayini amacıyla öncelikle LAB izolatlarının yukarıda belirtildiği şekilde elde edilen süpernatantları kullanılmıştır. Süpernatantlar, uygun konsantrasyonlarda kalibrasyon eşitliğinde yerine yerleştirilerek laktik asit miktarı tespit edilmiştir (Gumustas ve ark., 2013).

Kromatografik Koşullar

HPLC (Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi) yöntemiyle laktik asit tayini için optimum kromatografik koşulların belirlenmesinde, öncelikle sabit faz özellikleri; fonksiyonel grup, tanecik çapı, silika türü açısından değerlendirilmiştir. Devamında hareketli faz organik düzenleyicisinin seçimi, hareketli faz organik çözücü türünün ve oranının etkisi, akış hızı ve sıcaklık etkileri araştırılmıştır. Bu araştırmalar sonucunda optimum koşullarda kromatografik analizler gerçekleştirilmiştir. Analizde sabit faz olarak Synergi Polar RP (250 mm x 4.6 mm, 5 µm) belirlenmiş ve bu kolon kullanılarak analizler gerçekleştirilmiştir. Kolon ömrünü uzatmak ve safsızlıkların analiz üzerine etkisini azaltmak amacıyla koruyucu kolon kullanılmıştır. Kolon sıcaklığı değiştirilerek sonuçlara sıcaklığın etkisi araştırılmıştır. Bu sonuçlar doğrultusunda kolon fırın sıcaklığı 25°C'de sabit tutulmuştur. Suyla farklı asitlerin karışımları kullanılarak hareketli faz denemeleri gerçekleştirilmiş ve etkin

ayırma sağladığı için % 0.25 (h/h) H_3P^{o4} içeren çözelti (pH:2,5) hareketli faz olarak kullanılmıştır. Hareketli faz çözeltileri; vakum altında 0.45 μ m por çaplı selüloz asetat filtre ile süzölmüş ve çözönmemiş oksijenin uzaklaştırılması için 15 dakika ultrasonik banyoda bekletilmiştir. 210 nm'de görüntöleme yapılan sistemde akış hızı denemeleri yapılmış (0.5-1.25 mL/dk) ve en iyi sonuçların elde edildiği 1mL/dk akış hızı, çalışmanın tüm basamaklarında kullanılmıştır. Analizler, 20 dakikalık kolon şartlanması beklenmesinin ardından başlatılmıştır. Çalışma kapsamında optimizasyonu yapılan yöntem, Uluslararası Uyum Konseyi'nin belirlediği analitik yöntem geçerlilik testleri temel alınarak gerçekleştirilmiştir (ICH Official Web Site : ICH, n.d.).

İstatiksel Analiz

One-Way Anova (Minitab) varyans analizi, LAB izolatu ve hedef mikroorganizma faktörlerine dayalı olarak LAB suşları arasında antimikrobiyal aktivitenin istatistiksel farklarını ($P<0.05$) belirlemek için Tukey ve LSD prosedürleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Çalışmada kullanılan LAB izolatlarına ait detaylar Çizelge 1'de görölmektedir. Çizelgede de göröldüğü gibi izolatların 22 adedi kok formunda, 1 adedi çubuk formunda gözlenmiştir. Ayrıca tüm izolatlar Gram reaksiyonunda pozitif sonuç göstermiştir. İzolatlar, Gr (+) reaksiyon göstermeleri ve laktik asit fermentasyonu sonucu üretilen fermente gıdalardan izole edilmeleri ve laktik asitin tayini sırasında laktik asit üretmeleri nedeniyle muhtemel LAB oldukları düşünölmüştür (König ve ark., 2017).

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan izolatların özellikleri

İzolat No	İzole edildiği gıda	Gram reaksiyonu	Morfoloji
11	Peynir	Gr +	Kok
12	Peynir	Gr +	Kok
13	Peynir	Gr +	Kok
14	Peynir	Gr +	Kok
21	Peynir	Gr +	Kok
23	Peynir	Gr +	Kok
24	Peynir	Gr +	Kok
31	Kefir	Gr +	Kok
32	Kefir	Gr +	Kok
33	Kefir	Gr +	Kok
41	Sucuk	Gr +	Kok
421	Sucuk	Gr +	Çubuk
4221	Sucuk	Gr +	Kok
4222	Sucuk	Gr +	Kok
431	Sucuk	Gr +	Kok
432	Sucuk	Gr +	Kok
51	Sucuk	Gr +	Kok
62	Peynir	Gr +	Kok
631	Peynir	Gr +	Kok
632	Peynir	Gr +	Kok
71	Kefir	Gr +	Kok
72	Kefir	Gr +	Kok
73	Kefir	Gr +	Kok

İzolatlara uygulanan agar spot testi sonuçları Çizelge 2’de verilmiştir. Agar Spot Testi’nde toplam 5 patojen için (*S. Enteritidis*, *Str. mutans*, *E. coli*, *B. subtilis* ve *Staph. aureus* (metisilin ve oksasilin dirençli)) denemeler iki paralelli gerçekleştirilmiş olup, sonuçlar bu iki paralelin ortalaması alınarak Çizelge 2’ye eklenmiştir.

Çizelge 2. Çeşitli örneklerden izole edilen 23 adet laktik asit bakterisinin; *S. Enteritidis*, *Str. mutans*, *E. coli*, *Staph. aureus* ve *B. subtilis* patojenleri için Agar Spot Yöntemi’ne göre oluşturdukları zon çapları (mm)

İzolot No	<i>Salmonella</i> <i>Enteritidis</i> ATCC 13076	<i>Streptococcus</i> <i>mutans</i> ATCC 25175	<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	<i>Staphylococcus</i> <i>aureus</i> ATCC 43300	<i>Bacillus subtilis</i> ATCC 6633
11	10.50 ^{C,c} (o)	8.50 ^{D,e} (o)	13.50 ^{A,a} (o)	12.50 ^{B,b} (o)	9.50 ^{CD,d} (o)
12	9.50 ^{C,c} (o)	9.00 ^{D,d} (o)	13.00 ^{A,b} (o)	19.00 ^{B,a} (o)	8.50 ^{CD,e} (o)
13	8.25 ^{C,c} (o)	7.50 ^{D,e} (o)	12.50 ^{A,b} (o)	13.00 ^{B,a} (o)	7.50 ^{CD,d} (o)
14	9.00 ^{C,c} (o)	6.75 ^{D,e} (o)	13.00 ^{A,a} (o)	13.00 ^{B,b} (o)	8.00 ^{CD,d} (o)
21	10.00 ^{C,c} (o)	6.50 ^{D,e} (o)	15.00 ^{A,a} (o)	15.00 ^{B,b} (o)	10.00 ^{CD,d} (o)
23	9.75 ^{C,c} (o)	8.75 ^{D,d} (o)	20.50 ^{A,a} (g)	6.00 ^{B,e} (o)	10.50 ^{CD,b} (o)
24	10.00 ^{C,c} (o)	7.50 ^{D,e} (o)	22.50 ^{A,a} (g)	11.00 ^{B,b} (o)	10.00 ^{CD,d} (o)
31	10.50 ^{C,c} (o)	7.50 ^{D,e} (o)	24.50 ^{A,a} (g)	13.00 ^{B,b} (o)	10.00 ^{CD,d} (o)
32	9.00 ^{C,d} (o)	7.50 ^{D,e} (o)	24.00 ^{A,a} (g)	15.00 ^{B,b} (o)	10.50 ^{CD,c} (o)
33	10.50 ^{C,b} (o)	8.25 ^{D,d} (o)	24.00 ^{A,a} (g)	6.50 ^{B,e} (o)	9.00 ^{CD,c} (o)
41	10.50 ^{C,d} (o)	10.50 ^{D,e} (o)	21.50 ^{A,a} (g)	15.00 ^{B,b} (o)	11.00 ^{CD,c} (o)
421	9.00 ^{C,d} (o)	6.50 ^{D,e} (o)	14.50 ^{A,a} (o)	12.50 ^{B,b} (o)	10.00 ^{CD,c} (o)
4221	11.50 ^{C,c} (o)	8.50 ^{D,e} (o)	18.00 ^{A,a} (o)	11.50 ^{B,b} (o)	10.50 ^{CD,d} (o)
4222	12.00 ^{C,c} (o)	8.50 ^{D,e} (o)	17.50 ^{A,a} (o)	13.00 ^{B,b} (o)	9.00 ^{CD,d} (o)
431	1.00 ^{C,e} (z)	2.50 ^{D,d} (z)	7.00 ^{A,b} (o)	6.50 ^{B,c} (o)	9.50 ^{CD,a} (o)
432	9.00 ^{C,a} (o)	9.00 ^{D,b} (o)	0.00 ^{A,d} (-)	4.50 ^{B,c} (z)	0.00 ^{CD,e} (-)
51	10.50 ^{C,c} (o)	9.25 ^{D,e} (o)	16.00 ^{A,b} (o)	19.50 ^{B,a} (o)	9.50 ^{CD,d} (o)
62	11.00 ^{C,c} (o)	10.00 ^{D,d} (o)	14.50 ^{A,b} (o)	17.00 ^{B,a} (o)	9.00 ^{CD,e} (o)
631	11.50 ^{C,c} (o)	8.75 ^{D,e} (o)	13.00 ^{A,a} (o)	13.00 ^{B,b} (o)	10.50 ^{CD,d} (o)
632	14.00 ^{C,c} (o)	8.25 ^{D,e} (o)	14.00 ^{A,b} (o)	19.00 ^{B,a} (o)	14.00 ^{CD,d} (o)
71	8.75 ^{C,d} (o)	8.50 ^{D,e} (o)	16.00 ^{A,a} (o)	12.50 ^{B,b} (o)	10.00 ^{CD,c} (o)
72	20.00 ^{C,a} (g)	8.75 ^{D,e} (o)	12.50 ^{A,b} (o)	11.50 ^{B,c} (o)	9.50 ^{CD,d} (o)
73	10.00 ^{C,c} (o)	8.00 ^{D,e} (o)	11.50 ^{A,b} (o)	13.50 ^{B,a} (o)	9.00 ^{CD,d} (o)

* Hücre içindeki farklı büyük harfler istatistiksel olarak önemli farklılığı göstermektedir (P<0.05).

* Her bir satırdaki farklı küçük harfler istatistiksel olarak önemli farklılığı göstermektedir (P<0.05).

* (z): Zayıf antimikrobiyal etki, (o): Orta düzeyde antimikrobiyal etki, (g): Güçlü antimikrobiyal etki, (-): antimikrobiyal etki gözlenmemiştir.

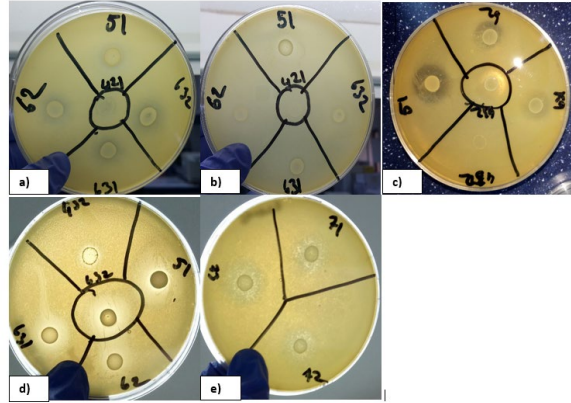
Çizelge 2’ye göre; Agar Spot testinde neredeyse tüm test mikroorganizmaları üzerinde izolatların 1-24.5 mm aralığında antimikrobiyal zon oluşturduğu tespit edilmiştir. Tespit edilen etki zon çaplarına göre güçlü (20mm≤), orta (6-19 mm) ve zayıf (5 mm≥) olarak gruplandırılmıştır (Aka-Gbezo ve ark., 2017; Erdoğan ve Bostancı, 2020; Kıvanç ve ark., 2011; Schillinger ve Lücke, 1989). Oluşan zon çaplarına göre her bir izolatin test mikroorganizmaları üzerindeki etki istatistiksel açıdan farklılık göstermektedir (P<0.05). Bu sonuç, Erdoğan ve Bostancı’nın (2020) kefirlerden izole ettikleri LAB ile yapmış oldukları çalışmanın antimikrobiyal etki sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Bahsi geçen çalışmada 27 LAB izolatinin, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas*

aeuroginosa, *Listeria monocytogenes* üzerinde daha fazla olmakla birlikte diğer test mikroorganizmaları (*Staph. aureus*, *Str. faecalis*, *E. coli*, *B. subtilis*) üzerinde de antimikrobiyal etkiye sahip olduğu (9-24 mm zon çapı aralığında) tespit edilmiştir (Erdoğan ve Bostancı, 2020). Tüm denemeler karşılaştırıldığında özellikle, 31, 32 ve 33 nolu izolatların 24 mm ve üstünde zon çapı ile *E. coli* bakterisi üzerinde oldukça etkin oldukları görülmektedir. Üç izolatın da kefir kökenli olduğu dikkat çekmekle birlikte diğer kefir kökenli izolatlar 71, 72 ve 73 nolu izolatlardan farklı oranda *E. coli* üzerinde etkili olmaları, antimikrobiyal etkinin diğer sonuçlar da olduğu gibi izolat kaynağından bağımsız olduğunu göstermektedir. Ayrıca, LAB'nın ürettiği olduğu bakteriyosin daha çok Gram pozitif bakteriler üzerinde etkiliyken; laktik asidin ise Gram negatif bakteriler üzerinde daha etkili olduğu ifade edilmektedir (Aka-Gbezo ve ark., 2017; Dinev et al., 2018; Stupar ve ark., 2021). Gram negatif *E.coli* üzerindeki güçlü antimikrobiyal etki bunu doğrulamaktadır. 432 no'lu izolatın *S. Enteritidis*, *Str. mutans* ve *Staph aureus* üzerinde çok yüksek düzeyde olmasa da antagonistik etki gösterdiği, fakat *E. coli* ve *B. subtilis* üzerinde inhibisyon etki göstermediği tespit edilmiştir. 431 no'lu izolatın ise *B. subtilis* dışındaki diğer test mikroorganizmaları üzerinde etkili olmadığı gözlenmiştir. Çizelge 2'de görüldüğü üzere izole LAB, yaygın olarak en çok *E.coli* üzerinde antimikrobiyal etki gösterirken en az *Str. mutans* suşu üzerinde etkili olmuştur. Yine Çizelge 2'de görüldüğü üzere *S. Enteritidis*, *Str. mutans*, *E. coli*, *Staph. aureus* ve *B. subtilis* üzerine en yüksek antimikrobiyal aktiviteyi sırasıyla; 72, 41, 31, 51 ve 632 izolatları göstermiştir.

Ertekin ve Çon (2014)'un yapmış oldukları çalışmada; peynir, sucuk, ekşi hamur ve turşudan izole edilmiş ve tanımlanmış 26 LAB izolatının, *Listeria monocytogenes* Li1 ve *Enterococcus faecium* indikatör mikroorganizmalarına karşı antimikrobiyal aktiviteleri Agar Spot Yöntemi ile belirlenmiştir. Çalışmanın sonunda izolatların büyük çoğunluğunun test mikroorganizmaları üzerinde, elde edildikleri kaynaktan bağımsız olarak farklı düzeylerde antimikrobiyal aktivite gösterdikleri belirlenmiştir (Ertekin ve Çon, 2014). Literatürde yer alan bu çalışma izolat kaynağı, metod açısından yapılan çalışma ile oldukça benzerlik göstermekte ve sonuçları desteklemektedir.

Sari ve ark. (2018)'nin Bekasam'dan (Endonezya'ya özgü balık kökenli fermente gıda) izole edilen 11 adet LAB izolatı ile yapmış oldukları bir diğer çalışmada; 11 adet izolattan 4'ü (MS2, MS4, MS8 ve MS9) 3 test mikroorganizması üzerine (*Staph. aureus*, *E. coli*, ve *Salmonella sp.*) çalışmamıza benzer olarak farklı oranlarda antimikrobiyal etki göstermiştir (Sari ve ark., 2018). Bir başka çalışmada, deniz kaynaklı tüketime hazır gıdalardan elde ettikleri LAB izolatları ile yaptıkları çalışma sonucunda da izolatların antimikrobiyal etki gösterdiği ve bu etkinin izolat cinsi, kökeni ve test mikroorganizması faktörleri açısından istatistiksel olarak farklı bulunduğu tespit edilmiştir (P<0.05). Çalışmada deniz kökenli gıdalardan 99 LAB izolatı elde edilmiş (*Carnobacterium spp.*, *Lactobacillus spp.*, *Leuconostoc spp.*, *Weissella spp.*, ve *Enterococcus sp.* cinslerine ait) ve *L. monocytogenes*, *L. innocua* ve *E. coli* test mikroorganizmaları üzerindeki antimikrobiyal etkisi araştırılmıştır. Araştırma sonucunda; genel olarak en yüksek antimikrobiyal etki *Listeria suşları* üzerinde gözlenmiştir (Stupar ve ark., 2021).

Agar Spot denemesinde elde edilen zonları gösteren petri örnekleri Şekil 1'de görülmektedir.



Şekil 1. Çeşitli örneklerden izole edilen laktik asit bakterilerinin; a) *S. Enteritidis*, b) *Str. mutans*, c) *E. coli*, d) *Staph. aureus* ve e) *B. subtilis* patojenleri için Agar Spot Yöntemi'ne göre oluşturdukları zon örnekleri.

Agar Spot denemesinin ardından izolatların ürettiği metabolitin bakteriyosin olma ihtimali araştırılmıştır. LAB üreme ortamlarında gelişme eğrileri boyunca metabolit üretmeye devam etmektedir. Ancak bakteri üreme ortamından bakteriler ayrıldıktan sonra inhibitör etkiye neden olan madde eğer bakteriyosin benzeri bir metabolit ise inhibisyon etkisinin süpernatant ile de devam etmesi beklenmektedir (Altuntaş ve ark., 2010). Yapılan Kuyu Difüzyon çalışmasında bakterilerden arındırılmış ve filtreden geçirilmiş örnekler patojenler üzerinde herhangi bir etki göstermemiştir. Bunun sonucunda; bakterilerin test mikroorganizmaları üzerindeki antagonistik etkisinin bakteri metabolizması ile ortaya çıkan organik asit üretiminden kaynaklandığı çıkarımı yapılmıştır. Elde edilen bu sonuç, Kıvanç ve Erikçi (2018)'nin sofralık fermente zeytinlerden izole ettikleri LAB'nin antimikrobiyal aktivitesinin ve bazı metabolik özelliklerinin belirlenmesine yönelik yapmış oldukları çalışmanın sonucu ile benzerlik göstermektedir. Çalışmada izole edilen 50 adet LAB'den antimikrobiyal aktivite gösteren 26 adedinden 6'sının (SZ5 *Lb. plantarum*, DZ2 *E. facium*, *L. brevis* EZ8, BZ1, SZ1 ve BZ4) metabolitleri, test mikroorganizmalarından (*B. cereus*, *B. subtilis*, *E. coli*, *Enterococcus faecalis*, *Klebsiella pneumoniae*, *L. monocytogenes*, *Proteus vulgaris*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella Typhimurium*, *Staph. aureus*, *Yersinia enterocolitica*, *L. plantarum*, *L. buchneri*, *L. bulgaricus*, *Leuconostoc paramesenteroides*, *S. lactis*, *Aeromonas hydrophyla*, *Candida albicans*, *Candida glabrata*) bir kısmına karşı antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu belirlenmiştir. SZ1 ve BZ1 izolatlarına ait süpernatantlar *E. coli*'ye karşı antimikrobiyal aktivite gösterirken; *B. cereus* ve *B. subtilis*'e karşı sadece BZ1 izolatına ait süpernatant etki göstermiştir. *S. Typhimurium*'a ise sadece SZ1 izolatının süpernatantı antibakteriyel etkili olmuştur. Ek olarak; BZ1 izolatının süpernatantı *S. aureus* hariç diğer test mikroorganizmaları üzerinde antimikrobiyal etki göstermiştir. Bu sebeple antimikrobiyal etkinin bakteriyosin değil organik asit kaynaklı olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca, izole LAB'nin laktik asit miktarları, titrimetrik yöntemle 0.261- 1.818 mg/mL arasında saptanmıştır (Kıvanç ve Erikçi, 2018).

LAB'nin ve metabolitlerinin antimikrobiyal aktivitesinin incelendiği bir diğer çalışmada ise üretim ve olgunlaşma aşamasındaki Genestoso peynirinden izole edilen 395 LAB izolatının; *Enterococcus faecalis*, *Staph. aureus*, *L. plantarum*, *Clostridium tyrobutyricum* ve *L. monocytogenes* test mikroorganizmalarına karşı antimikrobiyal aktivitesi tıpkı bu çalışmada olduğu gibi Agar Spot ve Kuyu Difüzyon Yöntemleri ile incelenmiştir. Benzer şekilde izolatların büyük çoğunluğu test mikroorganizmalarına karşı antimikrobiyal

aktivite gösterirken; süpernatantların etkisi sınırlı kalmıştır. İzolatlardan sadece 1 tanesi *L. monocytogenes* üzerinde antimikrobiyal etki göstermezken; 31 tanesi de *L. plantarum* üzerinde etkili olmamıştır. *Staph. aureus*, *Clostridium tyrobutyricum* ve *L. monocytogenes* test mikroorganizmalarına karşı hiçbir izolatin süpernatantı bu çalışmada olduğu gibi etki göstermezken; organik asitlerden ve hidrojen peroksitten kaynaklanan herhangi bir etkiyi ortadan kaldırmak için nötralize edilen ve katalazla işleminden geçirilen süpernatantlardan üçü *Enterococcus faecalis* ve biri *L. plantarum* üzerinde inhibisyon etkisi göstermiştir. Bu izolatların antimikrobiyal aktivitesinin bakteriyosin kaynaklı olabileceği sonucuna varılmıştır (González ve ark., 2007).

İzole LAB süpernatantlarının antimikrobiyal aktivitelerinin incelendiği başka bir çalışmada, Almanya'da geleneksel ve endüstriyel olarak üretilen fermente sucuklardan izole edilen LAB izolatlarının süpernatantlarının ve süpernatantlarında belirlenen bakteriyosinin *E. coli*, *L. innocua*, *L. monocytogenes*, *P. aeruginosa*, *Staph. aureus* ve *S. Typhimurium* gıda kaynaklı patojenlerine karşı antimikrobiyal etkisi Kuyu Difüzyon Yöntemi ile araştırılmıştır. Çalışma sonunda; 169 izolatin% 12.4'ü yalnızca *L. innocua* ve *L. monocytogenes*'e karşı antibakteriyel etki gösterirken; izolatların% 6.5'inde, etkiden bakteriyosinlerin sorumlu olduğu tespit edilmiştir. Diğer test suşlarına karşı izolatlar, antimikrobiyal etki göstermemiştir. Yapılan çalışmada bakteriyosinin antimikrobiyal aktivitedeki önemi ortaya konulmuştur (Bungenstock ve ark., 2020) Çalışmanın bundan sonraki basamağında çeşitli gıdalardan izole edilmiş olan LAB'nin ürettiği laktik asit miktarları kromatografik olarak ölçülmüştür. Optimum koşullar kullanılarak gerçekleştirilen HPLC çalışmasında elde edilen sonuçlar Çizelge 3'te görülmektedir.

Çizelge 3. HPLC'de belirlenen izolatların ürettiği laktik asit miktarları

İzolat No	Laktik Asit Miktarı (mmol)
11	1.77
12	2.16
13	4.08
14	1.84
21	4.47
23	4.43
24	2.86
31	2.80
32	3.15
33	3.59
41	-
421	-
4221	5.39
4222	3.40
431	0.13
432	-
51	2.61
62	2.46
631	1.84
632	-
71	5.52
72	3.81
73	1.36

Çizelge 3'te görüldüğü üzere en yüksek laktik asit miktarı 71 numaralı izolat tarafından üretilirken; en düşük laktik asit miktarı ise 431 numaralı izolat tarafından üretilmiştir. 41, 421, 432 ve 632 numaralı izolatlara için ise üretilen laktik asit belirlenmemiştir. En düşük laktik asit miktarı tespit edilen 431 numaralı izolat, aynı zamanda test mikroorganizmaları üzerinde de en düşük antimikrobiyal etki gösteren izolat olmuştur. Çizelge 2 ve Çizelge 3 karşılaştırıldığında benzer durum laktat tespit edilemeyen 432 numaralı izolat için de geçerli olmaktadır. Her ne kadar Çizelge 2 ve Çizelge 3 karşılaştırıldığında doğrusal olmamakla birlikte laktik asit miktarları ile antimikrobiyal etki arasında bir bağlantı bulunsa da 41, 421, 432 ve 632 gibi laktik asit tespit edilemeyen suşların da antimikrobiyal etki göstermesi bu etkinin sadece laktik asitten kaynaklanmadığını göstermektedir. LAB, laktik asit yanında; asetik asit, propiyonik asit, benzoik asit, diasetol ve etanol gibi diğer antimikrobiyal etkili maddeleri de üretmektedirler (Cizeikiene ve ark., 2013). Bu nedenle laktik asit tespit edilemeyen izolatlardaki antimikrobiyal etki laktik asit dışındaki bakteriyosin olmayan diğer organik asitlerden kaynaklanıyor olabileceği düşünülmektedir.

HPLC yönteminin aynı anda birden fazla metabolitin belirlenmesine olanak sağlaması, laktat düzeyinin tespitinde hassas ve güvenilir olması nedeniyle son yıllarda bakteri metabolit tespitinde sıklıkla kullanılmaktadır (Hori ve ark., 2019; Ucar ve ark., 2020; Yang ve ark., 2020; Zhang ve Li, 2018). Ucar ve ark. (2020) yapmış oldukları taze ve fermente salatalıklarda gentiobiyoz ve selobiyoz içeriği ve bu tür disakkaritlerin fermente salatalık suyu ortamında laktik asit bakterileri tarafından kullanımı üzerine yapmış oldukları çalışmada; salatalıklarda LAB tarafından fermantasyonun tamamlanmasını laktik asit, asetik asit ve etanol oluşumunu HPLC yöntemi ile takip ederek belirlemişlerdir. *Ruminococcaceae* suşu CPB6'dan L-laktat dehidrojenaz (LDH, EC.1.1.1.27) geninin klonlanarak plazmit pET28a ile *E. coli* BL21 (DE3)'e eksprese edildiği bir çalışmada *E. coli*'nin laktik asit kullanımı için HPLC yöntemi tercih edilmiş ve klonlamanın başarı ölçütlerinden biri olarak kullanılmıştır (Yang ve ark., 2020). Benzer şekilde *E. coli*'ye yeni bir yapay yol ekleyerek L-fenilalanin'den (L-Phe) LAB tarafından üretilen ve güçlü antimikrobiyal aktiviteye sahip olan fenilaktik asit (PLA) üretiminin verimliliğini arttırmanın hedeflendiği bir çalışmada, L-fenilalanin ve fenilaktik asit HPLC yöntemi ile başarılı bir şekilde belirlenmiştir (Zhang ve Li, 2018). Çalışmada izolatlara laktik asit üretim düzeylerinin belirlenmesinde HPLC yönteminden yararlanılması, laktik asidin tespiti ve muhtemel LAB'ların belirlenmesi açısından güncel literatür ile uyum sağlamaktadır.

Sonuç

LAB'nin ürettikleri çeşitli metabolitlerle gıda vd. kaynaklı patojen mikroorganizmalar üzerinde inhibe edici özelliklerinin olduğu bilinmektedir. Bu çalışmada da çeşitli gıda örneklerinden izole edilen muhtemel LAB izolatlara patojen suşlar üzerindeki antimikrobiyal etkinliği ve ürettikleri laktik asit miktarları araştırılmıştır. LAB izolasyonu için peynir, sucuk ve kefir gibi doğal olarak LAB içeren gıdalar seçilmiş olup; izole edilen toplam 23 adet izolattan 22 adedinin kok, 1 adedinin çubuk şeklinde olduğu gözlenmiştir. Antimikrobiyal aktivite testlerine göre, Gram pozitif; *Staphylococcus aureus* (metisilin ve oksasilin dirençli), *Streptococcus*

mutans, *Bacillus subtilis*, Gram negatif; *Escherichia coli*, ve *Salmonella* Enteritidis patojenleri üzerinde neredeyse tüm izolatların antagonistik etki sergilediği tespit edilmiş ve bu etki istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P<0.05$). İzolatların süpernatantlarının test mikroorganizmaları üzerinde antimikrobiyal etki göstermemesi nedeniyle; izolatların ürettiği antimikrobiyal metabolitin kaynağının daha çok laktik asit olduğu düşünülmüştür. Bunun yanında; izolatların laktik asit düzeyleri HPLC yöntemiyle incelendiğinde; 0.13-5.52 mmol aralığında laktik asit ürettikleri belirlenmiştir. Üretilen laktik asit miktarı ile antimikrobiyal etki arasında genel olarak bir bağlantı tespit edilmiş olsa da laktik asit üretimi belirlenemeyen izolatlarda da antimikrobiyal etkinin gözlenmesi nedeniyle bu etkinin laktik asit yanında diğer organik asitlerden de kaynaklanabileceği sonucuna varılmıştır.

Çalışmada kullanılan izolatların tür tahminleri ve identifikasyonlarının biyokimyasal ve genetik olarak yapılarak izolatların LAB olduklarının kesinleştirilmesi ve laktik asit metabolizmaları ile ilişkilendirme yapılması, gelecekte yapılacak çalışmalar için gıda güvenliği açısından önem arz edecek ve gerekli olacaktır.

Özet olarak; yapılan bu çalışma ile LAB'nin ürettiği laktik asit başta olmak üzere organik asitler ile patojen mikroorganizmalar üzerinde antagonistik etki gösterdikleri ortaya konmuş ve literatür desteklenmiştir.

Teşekkür Bilgi Notu

Bu çalışmaya ait veriler EGA ve ÖÖ tarafından toplanmıştır. Çalışmaya ait laboratuvar analizleri MG ve ÖÖ tarafından, istatistik analizler ise ÖÖ tarafından yapılmıştır. Makale metni, SAÖ ve EGA'nın gözetiminde ÖÖ tarafından yazılmıştır. Çalışmada kullanılan patojen suşların temininde sağladıkları destek için Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Farmasötik Mikrobiyoloji Anabilim Dalı Öğretim Üyeleri Doç. Dr. Banu KAŞKATEPE ve Doç. Dr. Müjde ERYILMAZ'a teşekkür ederiz. Bu çalışmada elde edilen HPLC sonuçları; Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Proje Koordinatörlüğü 17H0415001 No'lu Projesi'nde de kullanılmıştır. Aynı zamanda bu çalışmanın sonuçları Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'ne sunulan Özüm ÖZOĞLU'nun yüksek lisans tezinin bir kısmını oluşturmaktadır. Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir. Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır. Bu makaleyi hazırlayan yazarlar, araştırmaya eşit oranda katkı sağlamıştır ve makale yazarları, aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

Kaynakça

Aka-Gbezo, S., Konan, A. G., N'Cho, M., Achi, P., Koffi-Nevry, R., Koussemon-Camara, M., & Bonfoh, B. 2017. Screening of antimicrobial activity of lactic acid bacteria isolated from anango baca slurry, a spontaneously fermented maize product used in Côte d'Ivoire. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 11(6): 2616–2629.

- Ali, A. A. 2010. Beneficial role of lactic acid bacteria in food preservation and human health: A review. *Research Journal of Microbiology*, 5(12): 1213–1221.
- Altuntaş, E. G., Ayhan, K. ve Okcu, G. 2010. Çiğ Süt ve Peynir Örneklerinden İzole Edilen Latik Asit Bakterilerinin Antimikrobiyel Aktiviteleri. *GIDA*, 35(3): 197–203.
- Axelsson, L. and Ahrné, S. 2000. Lactic Acid Bacteria: *Applied Microbial Systematics*, Ed: Priest, F.G. and Goodfellow, M., Springer, Netherlands, (pp. 367–388).
- Bungenstock, L., Abdulmajood, A. and Reich, F. 2020. Evaluation of antibacterial properties of lactic acid bacteria from traditionally and industrially produced fermented sausages from Germany. *PLoS ONE*, 15(3): 1–15.
- Campana, R., Van Hemert, S. and Baffone, W. 2017. Strain-specific probiotic properties of lactic acid bacteria and their interference with human intestinal pathogens invasion. *Gut Pathogens*, 9(1): 1–12.
- Çelik, Ş. ve Uysal, Ş. 2009. Beyaz Peynirin Bileşim, Kalite, Mikroflora ve Olgunlaşması. *Atatürk Üniv.Ziraat Fak. Derg.*, 40(1): 141–151.
- Cizeikiene, D., Juodeikiene, G., Paskevicius, A. and Bartkiene, E. 2013. Antimicrobial activity of lactic acid bacteria against pathogenic and spoilage microorganism isolated from food and their control in wheat bread. *Food Control*, 31(2): 539–545.
- Cosansu, S., Kuleasan, H., Ayhan, K. and Materon, L. 2007. Antimicrobial activity and protein profiles of *Pediococcus* spp. isolated from Turkish “sucuk.” *Journal of Food Processing and Preservation*, 31(2): 190–200.
- Daouadji, S. D., Abbouni, B., Bouricha, M., and Lamine, M. 2020. Antibacterial activity of lactic acid bacteria isolated from milk and traditional fermented dairy products of south Algeria against multidrug resistance pathogenic bacteria. *South Asian Journal of Experimental Biology*, 10(5): 322-331..
- De Vuyst, L. and Leroy, F. 2007. Bacteriocins from lactic acid bacteria: Production, purification, and food applications. *Journal of Molecular Microbiology and Biotechnology*, 13(4): 194–199.
- Dinev, T., Beev, G., Tzanova, M., Denev, S., Dermendzhieva, D. and Stoyanova, A. 2018. Antimicrobial activity of *Lactobacillus plantarum* against pathogenic and food spoilage microorganisms: A review. *Bulgarian Journal of Veterinary Medicine*, 21(3): 253–268.
- Doetsch, R. N. 1981. Determinative Methods of Light Microscopy.: *Manual of Methods for General Bacteriology*, Eds: Gerhardt, P., Murray, R. G. E., Costilow, R. N., Nester, E. W., Wood, W. A., Krieg, N. R. and Phillips, G. B., American Society for Microbiology, (pp. 21–31).
- Dowarah, R., Verma, A. K., Agarwal, N., Singh, P. and Singh, B. R. 2018. Selection and characterization of probiotic lactic acid bacteria and its impact on growth, nutrient digestibility, health and antioxidant status in weaned piglets. *PLoS ONE*, 13(3).
- Durlu-Ozkaya, F., Xanthopoulos, V., Tunail, N. and Litopoulou-Tzanetaki, E. 2001. Technologically important properties of lactic acid bacteria isolates from Beyaz cheese made from raw ewes’ milk. *Journal of Applied Microbiology*, 91(5): 861–870.

- Erdoğan, S. F. ve Bostancı, B. 2020. Kefir Örneklerinden Laktik Asit Bakterilerinin İzolasyonu, İdentifikasyonu ve Antimikrobiyal Etkilerinin Değerlendirilmesi. *GIDA*, 45(1): 72–80.
- Erginkaya, Z., Güven, M., Kavas, C., Kabak, B. ve Karaca, B. O. 2003. Farklı Laktik Asit Kültürleriyle Üretilen Yoğurtlarda Laktik Asit Bakterilerinin *Aspergillus flavus* Üzerine Antifungal Etkisi. *Gıda Mühendisliği Dergisi*, 7(15): 31–36.
- Ertekin, Ö. ve Çon, A. H. 2014. Farklı Gıdalardan İzole Edilen Laktik Asit Bakterilerinin Endüstriyel ve Probiyotik Özellikleri. *Akademik Gıda*, 12(4): 6–16.
- Gomez, J. S., Parada, R. B., Vallejo, M., Marguet, E. R., Bellomio, A., Perotti, N. and de Carvalho, K. G. 2021. Assessment of the bioprotective potential of lactic acid bacteria against *Listeria monocytogenes* in ground beef. *Archives of Microbiology*, 0123456789.
- González, L., Sandoval, H., Sacristán, N., Castro, J. M., Fresno, J. M. and Tornadijo, M. E. 2007. Identification of lactic acid bacteria isolated from Genestoso cheese throughout ripening and study of their antimicrobial activity. *Food Control*, 18(6): 716–722.
- Gumustas, M., Kurbanoglu, S., Uslu, B. and Ozkan, S. A. 2013. UPLC versus HPLC on drug analysis: Advantageous, applications and their validation parameters. *Chromatographia*, 76(21–22): 1365–1427.
- Gumustas, M., Uslu, B. and Ozkan, S. A. 2017. The Role and the Place of High-Performance Liquid Chromatography for the Determination of Fermented Dairy Products: *Soft Chemistry and Food Fermentation*, Eds: Grumezescu, A.M. and Holban, A.M., Elsevier, (pp. 421–464).
- Halkman, A. K. ve Ayhan, K. 2005. Mikroorganizma Sayımı: *Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları*, Ed: Halkman, A.K., Başak Matbaacılık Ltd. Şti., Ankara, (p. 18).
- Halkman, A. K., Yetişmeyen, A., Halkman, Z., Yıldırım, M., Yıldırım, Z. ve Çavuş, A. 1994. Kaşar Peynir Üretiminde Starter Kültür Kullanımı Üzerinde Araştırmalar. *TÜBİTAK Türk Tarım ve Ormanlık Derg.*, 18(5): 365–377.
- Harrigan, W. F. and McCance, M. E. 1976. *Laboratory methods in food and dairy microbiology*, Academic Press Inc, London, 425p.
- Hori, C., Yamazaki, T., Ribordy, G., Takisawa, K., Matsumoto, K., Ooi, T., Zinn, M., and Taguchi, S. 2019. High-cell density culture of poly(lactate-co-3-hydroxybutyrate)-producing *Escherichia coli* by using glucose/xylose-switching fed-batch jar fermentation. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 127(6): 721–725.
- ICH Official web site : ICH. (n.d.). [https://www.ich.org/\(07.05.2021\)](https://www.ich.org/(07.05.2021)).
- Kıvanç, M. ve Erikçi, Ş. Y. 2018. Sofralık Fermente Zeytinlerden (*Olea Europaea* L.) İzole Edilen Laktik Asit Bakterilerinin Antimikrobiyal Aktivitesinin ve Bazı Metabolik Özelliklerinin Belirlenmesi. *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi C- Yaşam Bilimleri ve Biyoteknoloji*, 7(1): 41–51.
- Kıvanç, M., Yılmaz, M., and Çakır, E. 2011. Isolation and identification of lactic acid bacteria from boza, and their microbial activity against several reporter strains. *Turkish Journal of Biology*, 35(3): 313–324.

- König, H., Uden, G., and Fröhlich, J. 2017. *Biology of Microorganisms on Grapes, in Must and in Wine: Vol. XXII* (2nd ed.), Springer International Publishing, 522p.
- Mathialagan, M., Thangaraj Edward, Y. S. J., David, P. M. M., Senthilkumar, M., Srinivasan, M. R., and Mohankumar, S. 2018. Isolation, Characterization and Identification of Probiotic Lactic Acid Bacteria (LAB) from Honey Bees. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7(4): 894–906.
- Nebbia, S., Lamberti, C., Lo Bianco, G., Cirrincione, S., Laroute, V., Coccagn-Bousquet, M., Cavallarin, L., Giuffrida, M. G. and Pessione, E. 2021. Antimicrobial potential of food lactic acid bacteria: Bioactive peptide decrypting from caseins and bacteriocin production. *Microorganisms*, 9(1): 1–19.
- Orji, J. O., Amaobi, C. B., B., M. I., Uzoh, C. V. and Emioye, A. A. 2020. Antagonistic effect and bacteriocinogenic activity of Lactic Acid Bacteria isolated from Sorghum bicolor - based ‘ ogi ’ on food borne bacterial pathogens from cabbage. *African Journal of Clinical and Experimental Microbiology*, 21(1): 45–52.
- Ringø, E., Van Doan, H., Lee, S. H., Soltani, M., Hoseinifar, S. H., Harikrishnan, R. and Song, S. K. 2020. Probiotics, lactic acid bacteria and bacilli: interesting supplementation for aquaculture. *Journal of Applied Microbiology*, 129(1): 116–136.
- Rodríguez, J. M., Martínez, M. I. and Kok, J. 2002. Pediocin PA-1, a wide-spectrum bacteriocin from lactic acid bacteria. In *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 42(2): 91–121.
- Sari, M., Suryanto, D. and Yurnaliza. 2018. Antimicrobial activity of lactic acid bacteria isolated from bekasam against staphylococcus aureus ATCC25923, escherichia coli ATCC 25922, and salmonella sp. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 130(1).
- Schillinger, U. and Lücke, F. K. 1989. Antibacterial activity of Lactobacillus sake isolated from meat. *Applied and Environmental Microbiology*, 55(8): 1901–1906.
- Stupar, J., Holøymoén, I. G., Hoel, S., Lerfall, J., Jakobsen, A. N. and Rustad, T. 2021. Diversity and antimicrobial activity towards listeria spp. and escherichia coli among lactic acid bacteria isolated from ready-to-eat seafood. *Foods*, 10(271): 17p.
- Teuber, M. 2008. Lactic Acid Bacteria: *Biotechnology: Second Edition*, Eds: Rehm, H. J. and Reed G., Wiley-Blackwell, pp. 325–366.
- Ucar, R. A., Pérez-Díaz, I. M., and Dean, L. L. 2020. Gentiobiose and cellobiose content in fresh and fermenting cucumbers and utilization of such disaccharides by lactic acid bacteria in fermented cucumber juice medium. *Food Science and Nutrition*, 8(11): 5798–5810.
- Yang, Q., Wei, C., Guo, S., Liu, J., and Tao, Y. 2020. Cloning and characterization of a l-lactate dehydrogenase gene from Ruminococcaceae bacterium CPB6. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 36(12): 1–10.
- Yıldırım Kumral, A., Kumral, N. A. ve Gürbüz, O. 2020. Candida boidinii'nin Farklı Suşlarının Deltamethrini Parçalama Potansiyellerinin İn-vitro Koşullarda Belirlenmesi. *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 34(2): 337–349.

- Zhang, J. and Li, X. 2018. Novel strategy for phenyllactic acid biosynthesis from phenylalanine by whole cell recombinant *Escherichia coli* coexpressing l-phenylalanine oxidase and l-lactate dehydrogenase. *Biotechnology Letters*, 40(1): 165–171.
- Zheng, J., Wittouck, S., Salvetti, E., Franz, C. M. A. P., Harris, H. M. B., Mattarelli, P., O'Toole, P. W., Pot, B., Vandamme, P., Walter, J., Watanabe, K., Wuyts, S., Felis, G. E., Gänzle, M. G. and Lebeer, S. 2020. A taxonomic note on the genus *Lactobacillus*: Description of 23 novel genera, emended description of the genus *Lactobacillus* Beijerinck 1901, and union of *Lactobacillaceae* and *Leuconostocaceae*. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 70(4): 2782–2858.



Keşkül Üretiminde HACCP Sisteminin Uygulanması^A

Elif ONBAŞI^{1*}, Aycan CİNAR²

Öz: Süt ürünleri arasında yer alan sütlü tatlılar gelişen teknoloji, toplumun tüketim alışkanlıklarının değişmesi ve buna bağlı olarak hazır tüketimin yaygınlaşmasıyla sanayide üretilen ve marketlerde yerini alan ticari bir ürün grubu olmuştur. Mikrobiyolojik açıdan riskli ürün grubu olarak bilinen sütlü tatlılar için gıda güvenliğinin sağlanması artan talepler karşısında giderek daha da önem kazanmıştır. HACCP (Hazard Analysis of Critical Control Points); ürünün hammadde temininden başlayıp son tüketiciye ulaşana kadar gerçekleştirilen tüm üretim basamaklarının sistematik olarak izlenmesi, kontrol altında tutulması ve olası tüm tehlikelerin daha gerçekleşmeden tespit edilerek önlenmesini sağlayan uluslararası bir “risk yönetim” sistemidir. Bu çalışmada; Halk sağlığı üzerinde yaşanabilecek olumsuz etkilerin (gıda zehirlenmeleri, salgınlar vb.) elimine edilmesi ve buna bağlı olarak ekonomik kayıpların yaşanmaması için, Keşkül sütlü tatlısı üretiminde HACCP sistemi kurulmuş; pişirme ve metal dedektör proseslerini içeren 2 adet kritik kontrol noktası (KKN) ve 9 adet operasyonel ön gereksinim (oÖGP) tanımlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Gıda güvenliği, HACCP, keşkül üretimi, kritik kontrol noktası (KKN), ön gereksinim programları.

^A Bu makale Elif Onbaşı'nın Yüksek Lisans Tezinden türetilmiştir. Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir. Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır.

* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** ¹Elif Onbaşı, Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa, Türkiye, elifonbasi@outlook.com, [OrcID 0000-0002-5169-7392](https://orcid.org/0000-0002-5169-7392)

² Aycan Cinar, Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa, Türkiye, aycan.cinar@btu.edu.tr, [OrcID 0000-0003-2038-725X](https://orcid.org/0000-0003-2038-725X)

Implementation of HACCP System in Keskul Production

Abstract: Dairy desserts have become a commercial product group produced in the industry and placed in the markets with the developing technology, the change in the consumption habits of the society and the widespread consumption of ready-made consumption. Ensuring food safety in dairy desserts is becoming important due to they are microbiologically risky product. HACCP (Hazard Analysis of Critical Control Points is an international “risk management” system that enables the systematic monitoring and control of all production steps from the raw material to final product, and to detect and prevent all possible dangers before they occur. In this study; an effective HACCP system has been applied in the production of Keskul dairy dessert, 2 critical control points (KKN) and 9 operational prerequisites (OPRPs), including cooking and metal detector processes were determined in order to eliminate the food safety hazards that may be adversely affecting public health and to reduce economic losses.

Keywords: Food safety, HACCP, keskul production, critical control point (CCP), prerequisite programmes (PRPs).

Giriş

Geçmişten günümüze, sağlıklı ve dengeli beslenmede önemli bir yere sahip olan süt, potansiyel olarak çeşitli besin öğelerinin ve biyoaktif bileşiklerin kaynağı olması nedeniyle insan sağlığı üzerinde olumlu etkilere sahiptir (Rogeli, 2000). Süt özellikle protein, lipit, amino asit, vitamin ve mineral bakımından zengin bir gıda maddesidir (Haug ve ark., 2007). Sütün bu değerli besin niteliklerinden daha çok fayda sağlamak, dayanıklılık süresini uzatmak, yeni, kaliteli ve fonksiyonel ürünler elde etmek için çeşitli süt ürünleri ve üretim teknolojileri günden güne gelişmektedir (Tekinşen, 2000). Besin değeri yüksek, sindirimi kolay, ekonomik ve her ortamda tüketilebilen sütlü tatlıların bu ürünler arasında tüketimi oldukça yaygın olduğu söylenebilmektedir.

Sütlü tatlılar; pastörize ve homojenize inek sütüne şeker, un, yumurta, irmik, pirinç, badem, fındık, ceviz gibi kuruyemişler, damla sakızı, kakao, meyve sosları, peynir telemesi ve tavuk göğsü eti vb. malzemeler katılmak suretiyle üretim tekniğe uygun olarak pişirilen ürünlerdir (TSE K 98, 2010). Keşkül, sakızlı muhallebi, sütlaç, hoşmerim, fındıklı krem şokola, tavukgöğsü gibi geniş çeşitliliğe sahip sütlü tatlılar sanayide üretilen ve marketlerde yerini alan ticari bir ürün grubu olmuştur. Keşkül, Osmanlı mutfağından günümüze kadar gelen ve yoğun kaymağımsı tada sahip geleneksel bir sütlü tatlı çeşididir (Kadağan, 2015). Günümüzde sevilerek tüketilen bu tatlı; pastörize inek sütüne şeker, mısır nişastası, pirinç unu ve yumurta katılması suretiyle pişirilerek, tüketime hazır hale getirilmektedir (Cinar ve ark., 2021).

Sütlü tatlıların, zengin besin bileşenlerine sahip olması, su aktivitesi (aw) ve pH değerlerinin mikroorganizma gelişimi için ideal bir ortam oluşturması nedeniyle mikrobiyolojik olarak riskli ürün grubu katagorisinde

değerlendirilmektedir (Öksüztepe ve ark., 2013). Halk sağlığı üzerinde yaşanabilecek olumsuz etkilerin (gıda zehirlenmeleri, salgınlar vb.) elimine edilmesi ve buna bağlı olarak ekonomik kayıpların yaşanmaması için sütlü tatlıların güvenli gıda olarak tüketiciye sunulması gerekmektedir. Güvenli gıda; halk sağlığı açısından herhangi bir hastalığa yol açabilecek olan fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik tehlikeleri barındırmayan, yasal mevzuat, müşteri ve hijyen gerekliliklerini karşılayan ve besin değerini olduğu gibi koruyan gıdalar olarak kabul edilmektedir (Çevik ve Özpinar, 2019).

Gıda güvenliği tarımsal üretim olan hammaddeden başlayan işleme, depolama, dağıtım ve tüketime kadar olan her aşamada besin zincirinin güvenli kalmasını sağlayan kritik öneme sahip bilimsel bir disiplindir (FAO, 2007). Günden güne artan gıda kaynaklı zehirlenmeler, salgınlar ve hastalıklar nedeniyle gıda güvenliği küresel bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır (Satcher, 2000). Gıdaların güvenli ve kaliteli bir şekilde tüketime hazır hale getirilmesi, gıda kaynaklı hastalıklar ve ekonomik kayıpların önüne geçilebilmesi için başta ABD, AB ülkeleri ve Türkiye'nin de içinde bulunduğu bir çok ülke çeşitli yasal standartlar ve yönetim sistemleri geliştirmiş ve uygulamaya koymuştur (Koçak, 2007). Bu yönüyle, ISO 22000, BRC (İngiliz Perakendeciler Birliği Konsorsiyumu), IFS (Uluslararası Gıda Standardı) ve FSSC 22000 (Gıda Güvenliği Yönetim Sistem Sertifikasyonu) vb. gıda güvenliği sistemleri gıda sanayinde etkin olarak uygulanmaktadır.

Avrupa Komisyonu Yönetmeliği'ne göre (2016/C 278/01) tüm gıda işletmelerinin HACCP ilkelerine dayalı bir Gıda Güvenliği Yönetim Sistemi uygulaması zorunlu kılınmıştır (European Commission, 2016). HACCP; gıda işletmelerinde güvenli gıda üretimi için hammaddeden son ürüne kadar geçen bütün proses adımlarında tüketici açısından sağlık riski oluşturabilecek kimyasal, fiziksel, mikrobiyolojik, alerjen tehlikeleri ile taklit ve taşışın tanımlanması, kontrol edilmesi ve ortadan kaldırılmasını sağlayan sistematik bir araçtır (Amoa-Awna ve ark., 2007; Fukushima, 2019; Hasnan ve Mohd Ramli, 2020). Etkili bir HACCP için öncelikle ön gereksinim programlarının tanımlanması ve güvenli proses dizaynının sağlanması ve sonrasında HACCP'nin yedi temel prensibi doğrultusunda sistemin kurulması gerekmektedir (Nada ve ark., 2012).

Bu çalışmada sütlü tatlı üretimi yapan bir işletmede, keşkül üretiminde HACCP sisteminin kurulumu ve uygulaması gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla, hammaddeden başlayarak üretim basamaklarının tümünde karşılaşılabilecek fiziksel, kimyasal, biyolojik, alerjen tehlikeleri ile taklit ve taşış unsurları saptanmıştır. HACCP'in yedi temel prensibinin de içinde yer aldığı 12 adım; HACCP ekibinin oluşturulması, ürünün tanımlanması, ürünün amaçlanan kullanımının tanımlanması, üretim akış şemasının oluşturulması, akış şemasının üretim hattında doğrulanması, tehlike analizinin yapılması (Prensip-1), kritik kontrol noktalarının belirlenmesi (KKN) (Prensip-2), kritik limitlerin oluşturulması (Prensip-3), her bir KKN için izleme sisteminin oluşturulması (Prensip-4), düzeltici faaliyetlerin belirlenmesi (Prensip 5), doğrulama ve geçerli kılma prosedürlerinin oluşturulması (Prensip-6), kayıt tutma ve dokümantasyon prosedürlerinin oluşturulması (Prensip-7) takip edilerek sistem kurulumu yapılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Çalışma, 1995 yılında sütlü tatlı üretimiyle faaliyete geçen, üretim kapasitesi yaklaşık 3000 ton/gün olan ve 48 çalışanı ile Bursa ilinde yer alan bir sütlü tatlı işletmesi ile ortak yürütülmüştür. Seçilen işletmenin, keşkül üretiminde önde gelen firmalar arasında olması ve büyük zincir marketlere ürün tedarik etmesi sebebiyle HACCP sistemi keşkül üretimi üzerinde kurulmuştur.

Yöntem

HACCP Kurulumu

HACCP sisteminin keşkül üretiminde kurulması ve aktif olarak uygulanması için öncelikli olarak, üst yönetim ve işletme personeline HACCP eğitimi verilmiştir. Eğitimde, HACCP'in gıda güvenliği üzerindeki etkileri ve sistem konsepti aktarılarak, personelin uygulama için pratik bilgi ve beceri edinmesi sağlanmıştır. Bu süreçte özellikle üst yönetimin desteğini kazanmak; yatırım maliyetleri, uygulama süreci ve personelin sisteme bağlılığı noktalarında büyük önem taşımaktadır.

Keşkül üretimine özel HACCP kurulumunda metot olarak sistemin 7 temel prensibinden yola çıkılarak geliştirilen (Karaali, 2003; TGK, 2005; ISO 22000, 2018), Şekil 1'de yer alan, HACCP organizasyon şeması kullanılmıştır. İşletme için ayrıca HACCP sistem tanımları ve gereklilikleri, sorumlu personel, risk değerlendirmesi, karar ağacı gibi bir çok parametrenin anlatıldığı, yasal gereklilikleri de içeren rehber niteliğinde bir 'HACCP Uygulamaları Prosedürü' de oluşturulmuştur.



Şekil 1: HACCP Sistemi Organizasyon Şeması

Ön Koşul Programları

İyi üretim, hijyen ve sanitasyon uygulamalarını içeren ve HACCP kurulumunun ilk adımı olan ön gereksinim programlarının kavranması ve uygulanması amacıyla tüm fabrika personeline farkındalık eğitimleri verilmiştir (Şahin ve ark., 2010). GMP (İyi Üretim Uygulamaları) kapsamında; personel, bina ve tesisler, temizlik ve dezenfeksiyon işlemleri, çevre yönetimi, ekipman tasarımı, zararlılarla mücadele, cam ve sert plastik kontrolü, metal kontrolü, tedarikçi denetimi, ürün izlenebilirlik ve geri çağırma uygulamalarını da içeren Şekil 2’de yer alan konuların tümü ele alınmıştır.



Şekil 2: Gıda endüstrisinde yaygın olarak kullanılan ön koşul programları

Personel ve ziyaretçi hijyeninin sağlanması, bunlardan gelebilecek olan tehlikelerin elimine edilmesi ve bu yolla güvenli gıda üretiminin gerçekleştirilmesi için hijyen prosedürü oluşturulmuştur. Bu prosedürde tüm fabrika personelinin ve ziyaretçilerin uyması gereken hijyen kuralları ele alınmaktadır. Sanitasyon işlemleri için uygulama alanları, kullanılacak alet, ekipman ve kimyasallar, sorumlu personel ve etkinlik değerlendirme yöntemlerinin tanımlandığı temizlik uygulamaları planı işletmeye kazandırılmış ve ilgili alanlara asılmıştır.

Tehlike Analizi, KKN, ÖGP ve oÖGP’lerin belirlenmesi

Keşkül akış şemasında yer alan her bir işlem basamağı, gıda güvenliği açısından riskli olarak kabul edilen tüm potansiyel fiziksel, kimyasal ve biyolojik tehlikeler açısından değerlendirilmiştir. Tehlikeler belirlenirken sistem gereklilikleri açısından aşağıdaki parametreler göz önüne alınmıştır.

- 1) Ürünü oluşturan malzemelerden gelebilecek tehlikeler (Hammadde, ambalaj ve katkı maddeleri); Kalıntı, bulaşan, mikrobiyolojik, migrasyon, GDO (Genetiği Değiştirilmiş Organizma), yabancı madde, taklit-tağış vb.
- 2) Personel ve ziyaretçi kaynaklı tehlikeler; saç, ziyet eşyası, mikroorganizma vb.

- 3) Makine ve ekipmandan gelebilecek tehlikeler; makine yağı, makine parçası, biyolojik kontaminasyon vb.
- 4) Üretim parametrelerinden gelebilecek tehlikeler; düşük pişirme sıcaklığı, yetersiz soğutma kaynaklı biyolojik tehlikeler vb.
- 5) Üretim çevresinden gelebilecek tehlikeler; toz, pest, vb.
- 6) Temizlik uygulamalarından gelebilecek tehlikeler; kimyasal bulaşısı, ürün kalıntıları vb.

Üretim sürecinde yer alan bir noktanın veya işlemin KKN olup olmadığını belirlemede; NACMCF (Gıdalar için Mikrobiyolojik Kriterler Ulusal Danışma Komitesi) ve CODEX HACCP yönergelerinin önerdiği, mantıksal bir yaklaşım olan Şekil 3'te yer alan karar ağacı kullanılmaktadır. KKN'lerin ürün güvenliğini etkili bir şekilde sağlayabilmeleri, işlev görmeleri ve gerekli yerlerde belirlenebilmeleri için keşkül üretiminde her bir kontrol noktası için karar ağacına gidilmiştir.

Bu çalışmada, tehlikelerin gerçekleşme olasılıkları ve gerçekleştiğinde halk sağlığı üzerinde yaratabilecekleri şiddet değerlendirilerek risk nicel olarak hesaplanmıştır. Bu hesaplama geçmişte yaşanmış sorunlar, müşteri şikâyetleri, yasal ve müşteri şartları, bilimsel bilgiler, uzman görüşleri, veri analizi gibi önemli mantıksal çerçevelere dayandırılmıştır.

Keşkül üretiminde tanımlanan ve listelenen her bir tehlikenin aşağıda belirlenmiş kriterlere göre risk değerlendirilmesi yapılmıştır. Değerlendirme sonucunda gerekli durumlarda karar ağacı kullanılarak kontrol türü (KKN, ÖGP veya oÖGP) belirlenmiştir.

Risk Analizi Yöntemi

1. Tehlike analizinde tanımlanan tehlikelerin halk sağlığı üzerindeki şiddet derecesi Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. HACCP sisteminde tehlike analizinde kullanılan şiddet derecesi

Şiddet derecesi	Puan	Etken
Yüksek (Öldürücü) Hayati tehlikeye sebep olması	4	<ul style="list-style-type: none">• <i>C. botulinum</i>, <i>S. typhi</i>, <i>S. paratyphi</i>, <i>Sh. dysenteriae</i>, <i>L. monocytogenes</i>, <i>E. coli</i> O157: H7, <i>V. cholerae</i>, <i>V. vulnificus</i>, Hepatit A virüsü, Polio virüsü (çocuk felci), <i>B. melitensis</i>, <i>V. cholerae</i>, parolitik kabuklu deniz ürünü, amnezik kabuklu deniz ürünü (Biyolojik)• Mikotoksinler, aflatoksin (<i>A. flavus</i>, <i>A. ochraceus</i>, <i>P. expansum</i>) (Kimyasal)• Ağır metaller, katkı maddeleri (limitli kullanılanlar) (Kimyasal)• Cam, metal, taş, tahta gibi tabancı maddeler (Fiziksel)
Orta şiddet Yatarak tedavi gerektiren	3	<ul style="list-style-type: none">• <i>Brucella</i> spp., <i>B. abortus</i>, <i>Listeria</i> spp., <i>Campylobacter</i> spp., <i>Salmonella</i> spp., <i>Shigella</i> spp., <i>Sh. flexneri</i>, <i>Sh. sonnei</i>, <i>Streptococcus tip A</i>, <i>Yersinia enterocolitica</i>, <i>V. parahaemolyticus</i>, <i>B. cereus</i>, <i>E. coli</i> (EPEC), <i>S. aureus</i>, <i>C. perfringens</i> (Biyolojik)• Kimyasal (QS olarak kullanılanlar katkı maddeleri, hormon, ambalaj materyalinden migrasyon, temizlik maddeleri, tarım ilacı kalıntısı) kalıntılardan kaynaklanan zehirlenmeler (Kimyasal)• Sap, saman gibi yabancı maddelerden kaynaklanan yaralanmalar. (Fiziksel)
Düşük şiddet Ayakta tedavi gerektiren	2	<ul style="list-style-type: none">• Norvalk virüs, parazitlerin çoğu, histamin benzeri maddeler ve hafif akut hastalığa sebep olan ağır maddeler, toksin üreten küfler, <i>Fusarium graminearum</i>, mayalar (Biyolojik)• Haşere pisliği, canlı cansız böcek kalıntıları gibi yabancı maddelerden kaynaklanan yaralanmalar (Fiziksel)
Önemsiz	1	<ul style="list-style-type: none">• Bitki sapı, orijinal gıdadan farklı gıda bileşenleri (bitki tohumları) vb. gibi yabancı madde çıkması (Fiziksel)

2. Son yıllarda yapılan kalite analizleri ve yaşanan müşteri şikâyetlerine dayanarak tehlikenin keşkül üretiminde gerçekleşme olasılığını belirlemek için Çizelge 2’de yer alan olasılık tablosundan yararlanılmıştır.

Çizelge 2. HACCP Sisteminde gerçekleşme olasılığı belirleme

Değerlendirme	Gerçekleşme olasılığı	Gerçekleşme derecesi	Gerçekleşme sıklığı
Çok az	1	%1-25	Yılda bir kez veya daha az
Az	2	%26-50	Yılda 2-4 kez
Mümkün	3	%51-75	Yılda 5-15 kez
Sürekli	4	%76-100	(Yılda 15’ten fazla)

3. Risk seviyesi hesaplanırken 4x4’lük çarpım sistemi kullanılmıştır (Eşitlik 1) (OHSAS, 18001).

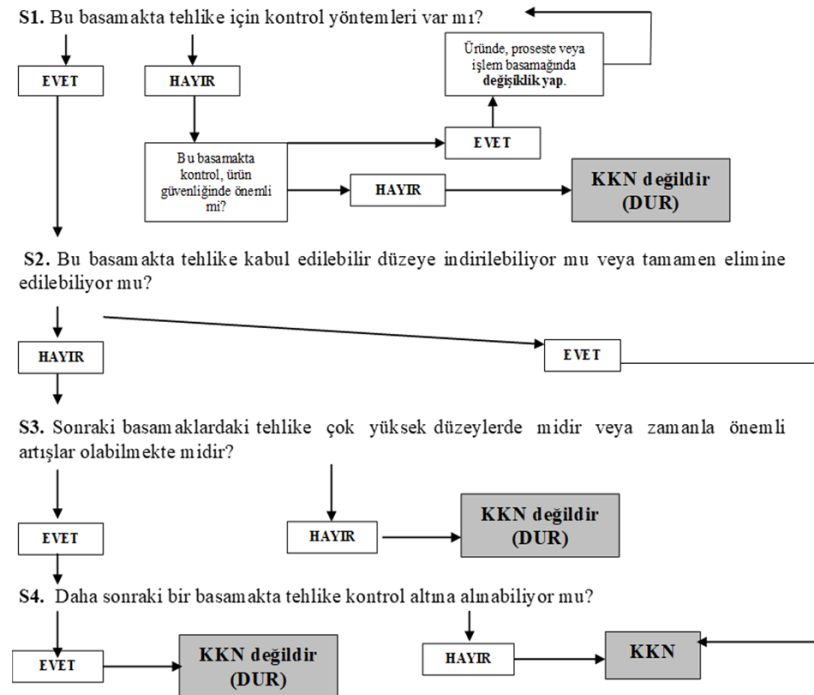
$$R = S \times Z \quad (1)$$

R: Risk Seviyesi (1-16)

S: Tehlikenin gerçekleşme olasılığı (1-4)

Z: Tehlike ve riskin zarar verme derecesi (1-4)

Sonuçlar değerlendirilirken, R=8’in altında yer alan tehlikeler için kontrol yöntemi ÖGP veya oÖGP olarak belirlenmiştir. R=8 ve üzerinde tespit edilen tehlikeler için Şekil 3’te yer alan karar ağacı uygulanmış olup ulaşılan sonuç kritik kontrol noktası (KKN) ise tehlike analizinde bu yönde tanımlama yapılmıştır. Sonuç “KKN değildir” çıkan noktalar ise kontrol noktası olarak kabul edilmiş ve belirlenen periyotlarda kontrol ölçümleri yapılmıştır.



Şekil 3: Karar ağacı (BRC ver. 8, 2017)

Bulgular ve Tartışma

HACCP Takımının Oluşturulması

HACCP sisteminin sağlıklı bir şekilde kurulması, yönetilmesi ve farklı açılardan değerlendirilmesi için HACCP takımının multi-disipliner bir yapıda olması gerekmektedir. Bu kapsamda keşkül üretiminde HACCP takımı için aranan yetkinlikler ve seçilen kişilerden oluşan HACCP takımı Çizelge 3'te yer almaktadır. Peynir ürünü için tehlike analizi ve kritik kontrol noktasının (HACCP) gözden geçirilmesini içeren benzer bir çalışmada yer alan HACCP takımı, çalışmamızda yer alan takım özellikleri ile benzerlik göstermektedir (Suherman ve ark., 2021). HACCP takımı ve güvenli gıda üretiminin bir parçası olan her personele HACCP eğitimi verilmiştir. Bu eğitimde esas olan parametre her personelin sistemde yer aldığı seviyeye göre bilinçlendirilmesidir. Sistemin sürdürülebilirliğinin sağlanabilmesi adına yılda en az bir kez olmak üzere bu eğitimin her yıl tekrarlanması gerekliliği prosedürlere ilave edilmiştir. HACCP takımı çalışma süresi boyunca her ay için belirlenen günlerde olağan toplantılarını gerçekleştirmiş ve bu toplantılarda HACCP faaliyetleri (yeni ürün, doğrulama ve geçerli kılma, revizyonlar vb.), müşteri şikayetleri, yatırımlar, denetimler ve uygunsuz ürünler gibi konular değerlendirilmiştir. Bir sonraki ay için planlamalar yapılmış, toplantı sonunda görüşülen konular toplantı tutanağı haline getirilerek üst yönetim ile paylaşılmış ve dosyalanarak sisteme kazandırılmıştır.

Çizelge 3. HACCP takımı

ADI SOYADI	TAKIMDAKİ GÖREVİ	ŞİRKETTEKİ GÖREVİ		TEHLİKELERİN DEĞERLENDİRİLMESİ				YETKİNLİK TABLOSU
				FİZ.	KİM.	M.BİY.	DİĞER (Alerjen, Taklit ve Tağışs Teknolojik vs)	
M. G	HACCP TAKIM LİDERİ	Kalite Güvence Sorumlusu/GGEL	BEKLENEN YETKİNLİK	X1	X2	X3	X4	* Gıda alanında yüksek öğrenim görmüş olmalı. * Gıda sektöründe min. 4 yıllık mesleki tecrübe sahibi olmalı. * Kalite ve Gıda Güvenliği Yönetim Sistemlerinin yürütülmesi ve yönetilmesi konusunda min.2 yıllık tecrübe ve deneyime sahip olmalı. * Haccp eğitimi almış olmalı. * Haccp eğitimi verebilecek yetkinliğe sahip olmalı. * İç denetçi eğitimi almış olmalı. * Mikrobiyolojik analiz uygulama ve değerlendirme faaliyetleri konusunda min.2 yıllık mesleki tecrübe sahibi olmalı. * Literatür takip edebilecek düzeyde İngilizce bilgisine sahip olmalı. * Yasal mevzuatların tabiki konusunda yeterli bilgi ve deneyime sahip olmalı
			MEVCUT DURUM	X1	X2	X3	X4	
S.K	HACCP TAKIM SEKRETERİ	Kalite Kontrol Sorumlusu	BEKLENEN YETKİNLİK	X1	X2	X3	X4	* Gıda konusunda yüksek öğrenim görmüş olmalı. * Gıda sektöründe min.2 yıllık mesleki tecrübe sahibi olmalı. * Kalite ve Gıda Güvenliği Yönetim Sistemlerinin yürütülmesi ve yönetilmesi konusunda min.1 yıllık uygulama tecrübesine sahip olmalı. * Haccp eğitimi almış olmalı. * İç denetçi eğitimi almış olmalı. * Mikrobiyolojik analiz uygulama ve değerlendirme faaliyetleri konusunda min. 1 yıllık mesleki tecrübe sahibi olmalı. * Yönettiği departmanda Haccp eğitimi verebilecek yetkinliğe sahip olmalı.
			MEVCUT DURUM	X1	X2	X3	X4	
Ü.K	ÜYE	Üretim Şefi	BEKLENEN YETKİNLİK	X1	X2	X3	X4	* En az lise mezunu olmalı. * Gıda sektöründe min. 4 yıllık mesleki tecrübe sahibi olmalı. * Üretim faaliyetlerinin yürütülmesi ve yönetilmesi konusunda min. 4 yıllık mesleki tecrübe sahibi olmalı. * Haccp eğitimi almış olmalı. * Güvenli gıda üretimi, kalite sistemleri, personel sağlık ve hijyen konularında gerekli bilgi ve tecrübeye sahip olmalı. * İş ve İşçi sağlığı gibi yasal konularda eğitilmiş olmalı. * İç denetçi eğitimi almış olmalı.
			MEVCUT DURUM	X1	X2	X3	X4	
A. Ü	ÜYE	Bakım Sorumlusu	BEKLENEN YETKİNLİK	X1	X2	X3	X4	* Alanında yüksek öğrenim görmüş olmalı. * Gıda sektöründe min.4 yıllık mesleki tecrübe sahibi olmalı. * Bakım ve onarım faaliyetlerinin yürütülmesi ve yönetilmesi konularında min.4 yıllık mesleki tecrübe sahibi olmalı. * Haccp eğitimi almış olmalı. * İş ve İşçi sağlığı gibi yasal konularda eğitilmiş olmalı. * Güvenli gıda üretimi ve planlı bakım konularında yeterli bilgi ve tecrübeye sahip olmalı.
			MEVCUT DURUM	X1	X2	X3	X4	
Tehlikelerin Değerlendirilmesi	X1	Hammadde, ürün, ambalaj malzemesi, makine ekipman, personel, ziyaretçiler, fabrika binası ve dış çevreden gelebilecek fiziksel tehlikeler konusunda yetkin olmak.						
	X2	Hammadde, makine ekipman, yardımcı malzeme(migrasyon), temizlik maddeleri ve diğer kimyasallardan gelebilecek kimyasal tehlikeler konusunda yetkin olmak.						
	X3	Ambalaj malzemesi, üretimde kullanılan su, hammadde, makine ekipman, personel, ziyaretçiler ve dış çevre gibi kaynaklardan gelebilecek biyolojik tehlikeler konusunda yetkin olmak.						
	X4	Alerjen,taklit ve tağışs noktalarından gelebilecek potansiyel tehlikeler konusunda yetkin olmak.						

Ürünün Tanımlanması ve Hedeflenen Kullanımının Belirlenmesi

Keşkül ürününün bileşimi (hammadde, içerikler, reçete, alerjenler, vb.), bu içeriklerin orijini, gıda güvenliğini etkileyen biyolojik, fiziksel ve kimyasal özellikleri, üretimde kullanılan işlem ve süreçler (Örn; pastörizasyon, ısıtma, soğutma, vb.), son ürün ambalajlama sistemi (Örn; modifiye atmosfer, vakum), etiketleme, son ürün

depolama ve dağıtım şartları (Örn; soğutulmuş, ortam şartlarında), tavsiye edilen depolama ve kullanım şartları altında öngörülen raf ömrü, hazırlama ve kullanım talimatı (Örn; tüketime hazır, pişir) gibi gerekliliklerin tanımlandığı Çizelge 4'te yer alan keşkül ürünü oluşturulmuş ve sisteme kazandırılmıştır. Bunların yanı sıra hedef tüketici kitlesi tanımlanmış ve hassas tüketici grupları için (Örn; yeni doğanlar, yaşlılar ve alerjisi olanlar) ürünün uygunluğu değerlendirilip ilgili gıda güvenliği yasal mevzuatları da detaylandırılmıştır.

Çizelge 4. Keşkül Ürün Tanımı

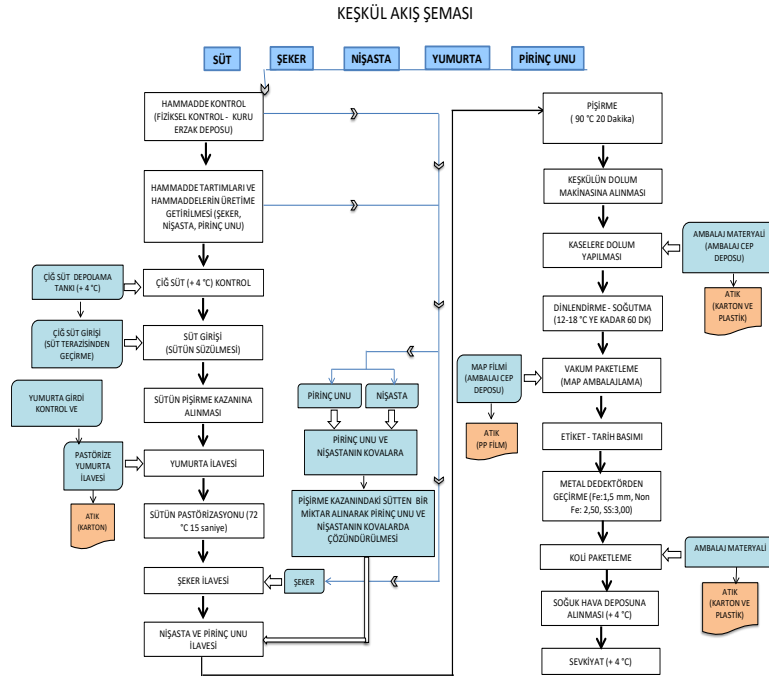
Ürün Adı	Keşkül																																													
Ürün Tanımı	Keşkül; pastörize inek sütüne şeker, mısır nişastası, pirinç unu ve yumurta katılması suretiyle tekniğine uygun olarak pişirilerek tüketime hazır hale getirilmiş mamul.																																													
İçindekiler	Süt, şeker, mısır nişastası, yumurta, pirinç unu.																																													
Fiziksel ve Duyusal Özellikler	Renk ve görünüş: Kendine has renkte ve görünüşte olmalı, Tat ve koku : Yabancı tat ve koku içermemeli Yabancı madde : Yabancı madde içermemeli TSE K 98 Tüketime hazır sütlü tatlılar																																													
Kimyasal Özellikler	Kuru madde : min.%28 Yağ : min.: % 2,5 Protein : min. % 2,5 TSE K 98 Tüketime hazır sütlü tatlılar Müşteri spesifikasyonları																																													
Mikrobiyolojik Özellikler	<table border="1"><thead><tr><th></th><th colspan="2">Numune</th><th colspan="2">Limitler</th></tr><tr><th></th><th>n</th><th>c</th><th>M</th><th>m</th></tr></thead><tbody><tr><td>Mikroorganizma</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td><i>Stafilokokal enterotoksinler</i></td><td>5</td><td>0</td><td colspan="2">25 g'da bulunmamalı</td></tr><tr><td><i>Salmonella</i></td><td>5</td><td>0</td><td colspan="2">25 g'da bulunmamalı</td></tr><tr><td>Küf-Maya (kob/g)</td><td>5</td><td>2</td><td>10²</td><td>10³</td></tr><tr><td><i>Escherichia coli</i></td><td>5</td><td>0</td><td colspan="2"><3</td></tr><tr><td><i>Staphylococcus aureus</i> (kob/g)</td><td>5</td><td>2</td><td>10²</td><td>10³</td></tr><tr><td><i>Listeria monocytogenes</i></td><td>5</td><td>0</td><td colspan="2">25 g'da bulunmamalı</td></tr></tbody></table> <p>- n: Deney numune sayısı, - c:"m" ile "M" arasında mikroorganizma sayısını bulduran, kabul edilebilir en fazla numune sayısı, - m:(n-c) deney numunesinde bulunmasına izin verilen en çok mikroorganizma sayısı, - M:"c" sayısındaki deney numunesinin bir gramında bulunabilecek kabul edilebilir en çok mikroorganizma sayısı, - Kob: Koloni oluşturan birim Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliği Ek-1 TSE K 98 Tüketime hazır sütlü tatlılar</p>		Numune		Limitler			n	c	M	m	Mikroorganizma					<i>Stafilokokal enterotoksinler</i>	5	0	25 g'da bulunmamalı		<i>Salmonella</i>	5	0	25 g'da bulunmamalı		Küf-Maya (kob/g)	5	2	10 ²	10 ³	<i>Escherichia coli</i>	5	0	<3		<i>Staphylococcus aureus</i> (kob/g)	5	2	10 ²	10 ³	<i>Listeria monocytogenes</i>	5	0	25 g'da bulunmamalı	
	Numune		Limitler																																											
	n	c	M	m																																										
Mikroorganizma																																														
<i>Stafilokokal enterotoksinler</i>	5	0	25 g'da bulunmamalı																																											
<i>Salmonella</i>	5	0	25 g'da bulunmamalı																																											
Küf-Maya (kob/g)	5	2	10 ²	10 ³																																										
<i>Escherichia coli</i>	5	0	<3																																											
<i>Staphylococcus aureus</i> (kob/g)	5	2	10 ²	10 ³																																										
<i>Listeria monocytogenes</i>	5	0	25 g'da bulunmamalı																																											
Bulaşanlar ve Pestisitler	Bulaşanlar miktarı; Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliğinde Ek-1 de belirtilen Gıdalardaki Bulaşanların Maksimum Limitleri bölümünde yer alan hükümlere uygun olmalıdır. Pestisit Kalıntıları; Türk Gıda Kodeksi Pestisitlerin Maksimum Kalıntı Limitleri Yönetmeliğinde yer alan hükümlere uygun olmalıdır. Veteriner İlaç Kalıntı Miktarı; 'Türk Gıda Kodeksi Hayvansal Gıdalarda Bulunabilecek Farmakolojik Aktif Maddelerin Sınıflandırılması' ve 'Maksimum Kalıntı Limitleri Yönetmeliği'nde belirtilen farmakolojik aktif maddeler, maksimum kalıntı limitinin altında olmalıdır.																																													

Çizelge 4. (Devamı)

Alerjenler	Ürün süt ve süt ürünleri (laktöz dahil), yumurta ve yumurta ürünleri içerir. Eser miktarda gluten içeren tahıllar içerebilir.			
Orijin	Türkiye			
GDO	Genetiği değiştirilmiş organizma (GDO) içermemeli.			
Paketleme/Ambalajlama Şekli	Ambalaj şekline göre: Vakum ambalajlarda koruyucu atmosfer olarak azot gazı kullanılmaktadır. Ambalajlamada; PP kaseye dolum yapılır, kase üzerine PP film uygulanır Kapaklı ambalajlarda; PP kaseye dolum, kase üzerine PVC kapak takılır Ürünler etiketlenir ve paketli olarak kolilere yerleştirilir. Birim paket ağırlıkları 100 g ile 200 g arası değişmektedir.			
Depolama ve Sevkiyat	+4°C de muhafaza edilmeli ve soğutmalı araçlar ile (+4°C) sevk edilmeli.			
Enerji ve Besin Ögeleri	Enerji ve Besin Ögeleri	100 g için	100 g için RA*	1 porsiyon 160 g için RA*
	Enerji (kcal, kJ)	127 / 532	6	10
	Yağ (g)	3,0	4	7
	-Doymuş yağ (g)	1,9	10	16
	Karbonhidrat (g)	22,6	9	14
	-Şeker (g)	18,3	20	33
	Protein (g)	2,6	5	8
	Tuz (g)	0,1	1	2
	*Değerler ortalama bir yetişkinin Referans Alım Düzeyini belirtir (8400 kJ/2000kcal)			
Raf Ömrü:	Uygun depolama koşullarında; Vakum ambalaj: 12 gün Kapaklı ambalaj: 8 gün			
Etiket Bilgileri	Ambalajın üzerinde aşağıdaki bilgiler okunaklı ve silinmeyecek şekilde yazılı olmalıdır. - Gıda maddesinin adı, içerik bilgileri - Firmanın ticari unvanı veya kısa adı, adresi, varsa tescilli markası, - Son tüketim tarihi (STT), Parti numarası - Net ağırlık - İşletme onay numarası - Enerji ve besin ögeleri - Alerjenler - Muhafaza koşulları - Orijin			
Hedef Tüketici Grubu	0-2 yaş mamayla beslenen bebekler hariç yetişkin bireyler			
Hassas Tüketici Grubu	Alerjenlere karşı duyarlı tüketiciler, Çölyak hastaları, şeker hastaları			
Hazırlama ve Tüketim Şekli	Direk tüketime hazır			
Yasal Şartlar	Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliği Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği Türk Gıda Kodeksi Hayvansal Gıdalarda Bulunabilecek Farmakolojik Aktif Maddelerin Sınıflandırılması ve Maksimum Kalıntı Limitleri Yönetmeliği Türk Gıda Kodeksi Pestisitlerin Maksimum Kalıntı Limitleri Yönetmeliği Türk Gıda Kodeksi Gıda Etiketleme ve Tüketicileri Bilgilendirme Yönetmeliği TSE K 98 Tüketime Hazır Sıtlü Tatlılar Kriteri			

Akış Şemasının Oluşturulması ve Üretim Hattında Doğrulanması

Keşkül üretiminde gıda güvenliği tehlikelerinin muhtemel oluşum ve/veya artış noktalarını tespit edebilmek için hammaddeden ürün sevkiyatına kadar (Yardımcı malzemeler ve atıklar da dahil olmak üzere) bütün üretim aşamalarının sistematik ve ardışık olarak görülebileceği akış şeması Şekil 4'te yer almaktadır. Keşkül akış şeması HACCP takımı eşliğinde keşkül üretim hattında yerinde doğrulanmıştır.



Şekil 4: Keşkül üretimi akış şeması

Tehlike Analizi, KKN, ÖGP ve oÖGP'lerin Belirlenmesi

Keşkül üretim akışında yer alan her bir işlem basamağı; bilimsel kaynaklar, müşteri şikayetleri, geçmiş veriler, yasal gereklilikler ve sektör deneyimleri ışığında gıda güvenliğine etki edebilecek olası tüm fiziksel, kimyasal ve biyolojik tehlikeler, alerjen ve taklit-tağışış kavramları açısından değerlendirilmiştir. Tehlike analizinde tanımlanan her bir tehlike için gerçekleşme olasılığı ve gerçekleştiğinde halk sağlığı üzerinde yaratabileceği şiddet değerlendirilerek risk derecesi hesaplanmıştır.

Pişirme prosesinde yetersiz sıcaklık ve süre uygulanması sonucu mikrobiyolojik yükün istenilen seviyeye indirilememesi veya elimine edilememesi (*Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, *Stafilokokal Enterotoksinler*, maya, küf, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*) riskinin derecesi 8 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 5). Bu tehlike için Şekil 3'te yer alan karar ağacı uygulanmış ve pişirme prosesi KKN-1 olarak belirlenmiştir. Metal dedektör prosesinde hammadde, personel, ziyaretçi ve üretim makine-ekipmanlarından gelebilecek fiziksel tehlikelerin (metal parçaların) tespit edilememesi riskinin derecesi 12 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 5). Karar ağacı uygulanmış ve sonuçlar kapsamında metal dedektör prosesi KKN-2 olarak belirlenmiştir. Pişirme ve metal dedektör aşamalarında yer alan her bir tehlike ve bu tehlikelerin kontrol altında tutulabilmesini sağlayan önlemler detaylı bir şekilde Çizelge 5'te yer alan tehlike analizinde verilmiştir. Peristeropoulou ve ark. (2015)'te süt sektöründe HACCP sistemi üzerine yaptıkları bir çalışmada, 4 adet KKN belirtilmiş olup çalışmamızda yer alan pişirme prosesi bu çalışmada da KKN olarak tanımlanmıştır. Diğer yandan bu çalışmada kontrol noktası olarak tanımlanan süt alımı, pastörizasyon ve son ürün sevkiyatı prosesleri çalışmamızın aksine KKN olarak belirlenmiştir. Bu farklılıkların nedeninin Keşkül ürününün akış şemasının diğer süt ürünlerinden farklı olması kaynaklı olduğu düşünülmektedir. İşletmelerde KKN'lerin etkin olarak takip edilebilmesi ve sağlanabilmesi için çok fazla sayıda olmamasına dikkat edilmeli, tehlike analizi yapılırken özellikle tanımlara ve kapsama dikkat edilmelidir.

Tehlike analizi sonucunda 9 adet oÖGP noktası (sütün üretime uygunluğu, yumurtanın üretime uygunluğu, sütün pastörizasyonu, kaselere dolun, dinlendirme-soğutma, vakum paketlenme, etiket-tarih basımı, son ürün depolama, sevkiyat) tanımlanmıştır. Muresan ve ark. (2020) tarafından küçük ölçekli bir yoğurt işletmesinde Kalite Kontrol Noktaları (HACCP)'in incelendiği çalışmada belirlenen oÖGP'ler çalışmamızla benzerlik göstermektedir.

Çizelge 5. Keşkül tehlike analizi (Pişirme ve metal dedektör)

KEŞKÜL TEHLİKE ANALİZİ								
		Yayın Tarihi:	Revizyon Tarihi:	Sayfa No:1/10				
TEHLİKE TÜRLERİ: F:FİZİKSEL B:BİYOLOJİK K:KİMYASAL T: TAKLİT/TAĞIŞ A: ALERJEN								
PROSES	Proses Adımı	TEHLİKE	POTANSİYEL TEHLİKE	TEHLİKELERİN ÖNLENMESİ İÇİN ALINACAK ÖNLEMLER	RİSK ANALİZİ			KARAR
					OLASILIK	ŞİDDET	RİSK	
PRŞ10	F	F	Personel ve ziyaretçilerden gelebilecek olası fiziksel tehlikeler (saç, kı, hijyen ekipmanları, takı, saat vb.)	Personel hijyen uygulamaları ve eğitimi, Ziyaretçi hijyen uygulamaları ve bülteni, Personel ve ziyaretçi koruyucu hijyen donanımı kullanımı (bone, eldiven, önlük, maske vb.), Günlük hijyen kontrolleri (bone, kıyafet, takı vb.), Son ürün kontrolleri, Metal dedektör.	3	4	12	ÖGP
			Aydınlatma amaçlı kullanılan armatürlerin ve/veya doğal aydınlatma camlarının kırılması sonucu ortaya çıkabilecek cam ve sert plastik kontaminasyonu.	Periyodik cam ve sert plastik kontrolleri, Elektrikli aydınlatmalarda koruyucu plastik kapak, Üretim alanında veya üretime yakın yerlerde bulunan pencere camlarının kırılma önleyici film ile kaplanması, Üretim alanına cam ve sert plastik girişinin sınırlandırılması, Cam ve sert plastik kontrol talimatı.	1	4	4	ÖGP
			Makineden kopabilecek metal parçaların ürüne bulaşmasının neden olabileceği fiziksel kontaminasyon.	Planlı bakım uygulamaları, Planlı temizlik uygulamaları, Planlı makine-ekipman kontrolü, Metal dedektör.	2	4	8	ÖGP
			Haşere kontaminasyonu.	Periyodik pest kontrol uygulamaları (arlaşmalı şirket), Fabrika dışı zehirli kapların kullanımı, Fabrika için yapışkanlı kapların kullanımı, Yeterli sayıda aydınlatmalı sinek yakalayıcı kullanımı, Dış ortama açılır pencere ve kapılara sineklik takılması, Dış alan için kuş ağı kullanımı, Misafirlere içi haşere önleyici kapaklar, Periyodik iç ve dış alan temizlikleri ve etkinlik kontrolleri, GMP denetimleri (iyi üretim uygulamaları denetimleri).	2	2	4	ÖGP
			Pişirme alet ekipmanlarının iyi temizlenmesi sonucu ürüne fiziksel kontaminasyon	Personel kimyasal kullanımı ve temizlik eğitimleri, Temizlik sonrası alet-ekipman kontrolü (görsel kontrol, protein kalıntı testi), Temizliğin tekrar yapılması.	3	2	6	ÖGP
			Personel ve ziyaretçinin neden olabileceği mikrobiyolojik kontaminasyon (E.coli , Coliform, S.aureus vb.).	Personel ve ziyaretçi koruyucu kıyafet kullanımı (önlük, maske, eldiven vb.), Personale hijyen ve sanitasyon eğitim ve uygulamaları (dezenfektan vb.), Ziyaretçi hijyen uygulamaları ve bülteni, İyi üretim uygulamaları (GMP) ve günlük hijyen kontrolleri, Çevresel izleme programı (ÇP) kapsamında periyodik personel mikrobiyolojik swap analizleri ve değerlendirmeleri.	3	3	9	ÖGP
			Pişirme kazanının iyi yıkanmaması sonucu mikrobiyal yükün artması ve ürüne kontaminasyonu	Personel kimyasal kullanımı ve temizlik eğitimleri, Temizlik sonrası alet-ekipman kontrolü (görsel kontrol, protein kalıntı testi), Temizliğin tekrar yapılması, Çevresel izleme programı (ÇP) kapsamında periyodik alet-ekipman yüzeyleri mikrobiyolojik swap analizleri ve değerlendirmeleri, Son ürün analizleri.	3	3	9	ÖGP
			Yetersiz süre ve sıcaklık uygulanması sonucu enzim inaktivasyonunun sağlanamaması ve mikrobiyolojik yükün istenilen seviyeye indirilememesi(Salmonella, Listeria monocytogenes, Stafillokokal Enterotoksiner,Küf, Maya, E.coli , S.aureus)	İşil işlem parametreleri (sıcaklık-süre) periyodik olarak takip edilir, Kalibrasyonu yapılmış ve uygunluğu onaylanmış izleme ve ölçme aletleri kullanılır, Fosfataz testi yapılır, Personellere KKN eğitimi verilir, KKN'nin sapması durumunda HACCP planı kapsamında düzeltici faaliyetler gerçekleştirilir.	2	4	8	KKN-1
			Pişirme kazanının iyi durulanmaması sonucu ürüne temizlik kimyasalı bulaşması	Temizlik ekibine kimyasal kullanımı eğitimlerinin verilmesi, Temizlik uygulamaları etkinlik kontrolleri (pH kontrolleri), Uygun olmayan durumlarda durulamanın tekrar yapılması.	2	3	6	ÖGP
			Pişirme kazanının iyi yıkanmaması sonucu kazanda alerjen, organik kalıntı bulunması	Alerjen uygulamaları (Eğitim, prosedür, talimat vb.) Çapraz bulaşma talimatı, Temizlik sonrası kalıntı kontrolü (protein) Son ürün etiketinde alerjen tebliğ edilir	1	4	4	ÖGP
PRŞ16	F	F	Hammade, personel, ziyaretçi ,üretim makine- ekipmanlarından gelebilecek metal parçalarının tespit edilememesi.	Periyodik metal dedektör kontrolleri, Metal dedektör çalışma kontrolleri (Test kitleri) (Fe, Non-Fe,SS) Kritik kontrol noktası personel eğitimleri, Planlı bakım uygulamaları, KKN'nin sapması durumunda HACCP planı kapsamında düzeltici faaliyetler	3	4	12	KKN 2
			Herhangi bir tehlike öngörülmemiştir.		-	0	-	
			Herhangi bir tehlike öngörülmemiştir.		-	0	-	
			Herhangi bir tehlike öngörülmemiştir.		-	0	-	
METAL DEDEKTÖR	B	K	Herhangi bir tehlike öngörülmemiştir.		-	0	-	
			Herhangi bir tehlike öngörülmemiştir.		-	0	-	
			Herhangi bir tehlike öngörülmemiştir.		-	0	-	

HACCP Planının Oluşturulması (Kritik Limitler, İzleme Sistemi, Düzeltici Faaliyet)

Keşkül üretiminde KKN-1 pişirme ve KKN-2 metal dedektör prosesleri için bilimsel veri, müşteri şikayetleri ve ilgili yasal otoriteler ışığında kritik limitler (güvenli sınırlar) oluşturulmuştur. KKN-1 pişirme prosesi için patojen mikroorganizmaların (*Salmonella*, *Listeria*) elimine edildiği ve diğer indikatör mikroorganizmaların (*Maya-küf*, *S. aureus*, *E. coli*) istenilen seviyelere indirgenemediği sıcaklık ve süre Seçim'in (2011) belirttiği parametreler de göz önüne alınarak değerlendirildiğinde minimum 90 °C ve 20 dakika olarak belirlenmiştir. Bu limitler belirlenirken ürünün yapısı, görüntü, koku ve tat gibi kalitesel özelliklerinin de sağlanması hedeflenmiştir. KKN-2 metal dedektör prosesi için yüksek hassasiyette çalışan, sütlü tatlı ürünü ve miktarına uygun olarak dizayn edilmiş, metal algılanması durumunda duran, görsel ve sesli alarm mekanizması bulunan yeni bir metal dedektör alınmıştır. Keşkül ürününün yapısı, işletmede fiziksel tehlikeye neden olabilecek metallere tür ve hassasiyetleri incelendiğinde test kitlerinin kritik limitleri 1,5 mm demir (Fe), 2,5 mm demir olmayan (Non- Fe) ve 3 mm paslanmaz çelik (SS) olarak belirlenmiştir. HACCP yönetim sisteminin Bangladeş, Dakka'da yer alan fırıncılık endüstrisine (kek) uygulanması çalışmasında; metal dedektörün, metal tehlike kontrolü için son derece önemli ve etkili olduğu vurgulanmış olup çalışmamızla benzer bir şekilde bu proses KKN olarak belirtilmiştir (Jubayera ve ark., 2021).

Keşkül üretiminde tanımlanan kritik limitler, bunlar için seçilen izleme yöntemleri (Ne, nasıl, sıklık, kim, kayıt) ve bunların sağlanamadığı veya kontrol dışına doğru eğilim gösterdiği durumlarda alınacak düzeltici önleyici faaliyetlerin açıklandığı keşkül HACCP planı Çizelge 6'te verilmiştir. Gandhi, (2009) soya sütü üretimi için yaptığı HACCP kontrol çizelgesine; tehlike tanımını, kritik limitleri, gözlem prosedürünü, sorumlu kişileri, izleme prosedürünü ve düzeltici eylemleri dahil ederken, Burson, (2015)'te yaptığı benzer bir çalışmada et ürünü işleme HACCP kontrol tablosuna; kayıtların kontrolü ve doğrulama prosedürlerini ilave etmiştir. Bu şekli ile mevcut çalışmadaki HACCP kontrol çizelgesi, önceki çalışmalara benzerlik göstermektedir.

Çizelge 6. HACCP planı

KKN NO	Proses Adımı	Proses	Tehlike	Potansiyel Tehlike	Kritik Limit	İZLEME					DÜZELTME/DÜZETİCİ/ÖNLEYİCİ FAALİYET		KKN Doğrulaması
						NE	NASIL	SIKLIK	KİM	KAYIT	Faaliyet	Sorumlu	
KKN1	PRS10	PIŞİRME	B	Yetersiz ısı işlem nedeniyle Enzim inaktivasyonun sağlanamaması ve mikrobiyolojik yükün istenilen düzeye indirilememesi (<i>Salmonella</i> , <i>Stafylokokal Enterokokiller</i> ve <i>Listeria monocytogenes</i> , 25 grda bulunmamalı. Kof.Mıyaya S. Aureus: <10 3, <i>Escherichia coli</i> <3)	min. 90 °C de 20 dk	Sıcaklık ve Süre	Termometre, kronometre, Alkali fosfataz testi	Her Parti	Kalite Kontrol Sorumlusu/ Üretim Sorumlusu	Üretim Kontrol Formları	Üretim, hata kaynağı tespit edilip tekrarı önlenene kadar durdurulur. Kök neden bulunup uygunluk güdenlikten sonra limitler istenen sıcaklık ve süreye ayarlanır. Yetersiz ısı işlem görmüş ürünler hatından ayrılır. Uygun olması durumunda (kalitesel olarak, tat, koku, renk vb.) tekrar ısı işlem uygulanır. Uygun olmayan ürünler bloke edilerek uygunuz ürün olarak tanımlanır. Uygun olmayan ürün prosedürü kapsamında ürünler mikrobiyolojik açıdan değerlendirilir (son ürün analizi vb.) grda güvenliğini sağlamak için imha edilir.	GIDA GÜVENLÜĞÜ EKBI	GGEL (üretim kontrolü, makine bakım onarım, kalibrasyon raporları, son ürün mikrobiyolojik analiz raporları incelenir)
KKN2	PRS16	METAL DEDEKTÖR	F	Metal dedektörün hassasiyet ayarlarının bozulması sonucu Üretim hatlı (işlet-ekipmanı, hammaddeler, personel, dijitalizasyon vb.) ben kaynaklanabilecek metal parçaların ürün içerisinde tespit edilememesi.	Tüm kiler metal dedektör tarafından tespit edilmeli (1,5 mm Fe, 2,5 mm Non-Fe, 3 mm SS)	Metal dedektörün çalışması	Test Kileri (1,5 mm Fe, 2,5 mm Non-Fe, 3 mm SS)	İş başlangıcı ve bitişinde. Rulm olarak 2 saatte bir kontrol. İşe ara verilir tekrar başlandığında. Yeni bir ürüne geçildiğinde.	Kalite Kontrol Sorumlusu/ Üretim Sorumlusu	Metal Dedektör Kontrol Formu	Metal dedektör test kilerine uyan vemediği (yedek test kileri veyeya metal kalem, metal yarabandı ile doğrulandı) durumda hemen üretim durdurulur. Bir önceki son kil kontrolünden sonra üretilen ürünler, potansiyel güvenli olmayan ürün olarak tanımlanır ve bu şekilde değerlendirilir. Metal dedektör tekrar etkin bir şekilde çalışana kadar bakım, onarım ve kontrol işlemleri yapılır. Gerekirse dışardan destek ve danışmanlık alınır. Metal dedektör etkin bir şekilde çalıştıktan sonra, bu süreçte ve sonrasında üretilen ürünler tekrar metal dedektörden geçirilir. Metal dedektör sinyal veren ürün ile karşılaştığında yeniden metal dedektörden geçirilir. Alarm vermesi durumunda alarm veren paket (içerisindeki ürün 2 ye bölünür aynı metal dedektörden geçirilir. Metal tespiti yapılsana kadar işlem devam eder. Tespit edilen metal kök-neden analizi için muhafaza edilirler. Kök-neden analizi yapıldıktan ve gerekli önlemler alındıktan sonra üretim devam eder. Gerektiği takdirde ürün geri çekme prosedürüne göre işlem yapılabilir ve ürün imhası gerçekleştirilebilir.	GIDA GÜVENLÜĞÜ EKBI	GGEL (metal dedektör kontrol kayıtları, makine bakım-onarım, test kileri sertifikaları, müşteri şikayetleri kayıtları incelenir)

HACCP Sisteminin Etkinliğinin Kanıtlanması ve Gözden Geçirme

Çalışmada keşkül HACCP sisteminde tanımlanan izleme sistemleri ve düzeltici-önleyici faaliyetlerin sağlıklı bir şekilde uygulandığının kanıtlanması amacıyla doğrulama faaliyetleri HACCP planında tanımlanmıştır. Üretim kontrol formları, makine bakım-onarım kayıtları, kalibrasyon raporları, son ürün analiz raporları (fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik), müşteri şikayetleri, metal dedektör kontrol kayıtları ve test kiti sertifikaları gibi sistemin içerisinde tutulan tüm kayıtlar bu kapsamda eksiksiz olarak kontrol edilmiş ve sistemin etkin bir şekilde çalıştığı kanıtlanmıştır.

Keşkül üretimi, HACCP sisteminde belirlenen Pişirme ve Metal Dedektör olmak üzere, 2 adet KKN üretim hattı üzerinde doğrulanmış ve geçerli kılınmıştır. HACCP sistemi yeni yatırımlar, gıda güvenliği şikayetleri, oluşan yeni tehlikeler, reçete içeriği gibi değişiklikler oluştuğunda ve/veya en az yılda bir kez geçerli kılınması ve doğrulanması kararlaştırılmıştır.

HACCP Sisteminin Doğrulanması

HACCP sisteminin geçerliliğini ve sürecin HACCP planına uygun olarak etkin bir şekilde çalıştığını onaylamak için; doğrulama sistemi ve prosedürleri olmalıdır (Quinn ve Marriott, 2002). Doğrulama faaliyetlerini oluşturan iki farklı onay türü bulunmaktadır. Bunlardan validasyon ‘HACCP plan unsurlarının bilimsel olarak doğruluğunun kontrolü’ iken; verifikasyon ‘HACCP planın oluşturan prosedür, test ve diğer uygulamaların etkin olarak çalışmakta olduğunun teyididir (Karaali, 2003).

Kayıtların Tutulması

Çalışmada, HACCP sistemi döküman ve kayıtları, HACCP takım planı, keşkül ürün tanımı ve spesifikasyonları, akış şeması, ÖGP ve OÖGP planları, tehlike analizi, HACCP planı, İyi Üretim Uygulamaları (GMP) ve Sanitasyon Standart Operasyon Prosedürleri (SSOP’lar), keşkül üretim, kalite ve günlük hijyen kontrol kayıtları olmak üzere çok sayıda evrak oluşturulmuştur. Kayıtlar günlük olarak kontrol edilip onaylandıktan sonra dosyalanmış olup, yılsonunda kaldırılarak yasal süreçler boyunca arşivde saklanması sağlanmıştır.

Sonuç

Modern gıda güvenliği sistemleri güncel tehlikeler karşısında sürdürülebilir bir şekilde değişim göstermekte olup gıda işletmeleri yeni gereklilikler karşısında kalite sistemlerinde revizyonlarını gerçekleştirilmelidirler. Gıda ürünlerinde güvenli ve kaliteli ürün üretilebilmesi için işletmelerde bu güncel tehlikelerin yer aldığı HACCP sistemine uyum şarttır. Günümüzde, küreselleşme ve yoğun yaşam tarzı nedeniyle hazır tüketim ürünü olan sütü tatlılara eğilim gittikçe artmaktadır. Mikrobiyolojik açıdan riskli ürün grubu olarak değerlendirilen bu ürünlerde gıda güvenliği ve kalitenin sağlanması halk sağlığı ve ekonomik açıdan oldukça önemli bir konudur. Bu çalışma

sütlü tatlılarda veya diğer hazır tüketim ürünlerin de HACCP sistemini uygulamak ve doğrulamak için güncel bilimsel bir model sağlamaktadır.

Teşekkür Bilgi Notu

Bu çalışma; Yüksek Lisans tez çalışmasının bir bölümü olup, Bursa Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 190Y022 numaralı proje ile desteklenmiştir. Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir. Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır. Bu makaleyi hazırlayan yazarlar, araştırmaya eşit oranda katkı sağlamıştır ve yazarlar arasında her hangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynakça

- Amoa-Awua, W. K., Ngunjiri, P., Anlobe, J., Kpodo, K., Halm, M., Hayford, A.E. and Jakobsen, M. 2007. The effect of applying GMP and HACCP to traditional food processing at a semi-commercial kenkey production plant in Ghana. *Food Control*, 18(11): 1449-1457, <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2006.10.009>.
- Burson, D.E. 2015. Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP) Model for Frankfurters. University of Nebraska, Lincoln, NE 68583-0908.
- Cinar, A., Altuntas, S. and Altuntas, V. 2021. The addition of royal jelly to dairy probiotic dessert produced with predictive microbiology: Influence on physicochemical, rheological, microbial and sensorial properties. *LWT*, 146: 111444.
- Corlett, Jr. D.A. and Stier, R.F. 1991. Risk assessment within the HACCP system. *Food Control*, 2(2): 71-72.
- Çevik, B. ve Özpinar, H. 2019. Sütlü tatlı üretimi yapan bir işletmede ISO 22000 gıda güvenliği yönetim sisteminin incelenmesi. *İstanbul Gelişim Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 7(2019): 702-713.
- European Commission Notice on the implementation of food safety management systems covering prerequisite programs (PRPs) and procedures based on the HACCP principles, including the facilitation/flexibility of the implementation in certain food businesses, 2016. *Official Journal of the European Union*, 2016/C 278/01, 30 Temmuz 2016.
- FAO, 2007. CAC/RCP 1-1969 General Principles of Food Hygiene. www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/shproxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXC%2B1-1969%252FCXC_001e.pdf (Erişim tarihi:03.05.2021).
- Fukushima, K. 2019. Mandatory implementation of HACCP-based food hygiene control. *Journal of Food Hygiene and Safety*, 60(5): 108-111.
- Gandhi, A.P. 2009. Development of HACCP protocols for the production of soy milk. *Asian Journal of Food and Agro-Industry*, 2(3): 262-279.

- Hasnan, N.Z.N. and Mohd Ramli, S.H. 2020. Modernizing the preparation of the Malaysian mixed rice dish (MRD) with Cook-Chill Central Kitchen and implementation of HACCP. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 19: 100193.
- Haug, A., Høstmark, A.T. and Harstad, O.M. 2007. Bovine milk in human nutrition—a review. *Lipids in Health and Disease*, 6(1): 1-16.
- Jubayer, M. F., Hossain, M. S., Al-Emran, M. and Uddin, M. N. 2021. Implementation of HACCP Management System: Case Study of a Baking Industry (cake) in Dhaka, Bangladesh. *Preprints.org*.
- TS EN ISO 22000 2018. Gıda Güvenliği Yönetim Sistemleri-Gıda Zincirindeki Tüm Kuruluşlar için şartlar.
- Kadağan, S., 2015, Sütlaç, keşkül ve kazandibi üretiminde hidrokolloid kullanımı, Yüksek lisans tezi, Pamukkale Üniversitesi ve Gıda Mühendisliği.
- Karaali, A. 2003. Gıda İşletmelerinde HACCP uygulamaları ve denetimi. T.C. Sağlık Bakanlığı. <https://sbu.saglik.gov.tr/Ekutuphane/kitaplar/haccp.pdf> (Erişim tarihi:02.03.2021).
- Koçak, N. 2007. ISO 22000: Gıda güvenliği yönetim sistemleri uygulama sürecinde temel adımlar. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9 (4).
- Mureşan, C. C., Marc, R. A. V., Jimborean, M., Rusu, I., Mureşan, A., Nistor, A. and Suharoschi, R. 2020. Food Safety System (HACCP) as Quality Checkpoints in a Spin-Off Small-Scale Yogurt Processing Plant. *Sustainability*, 12(22): 9472.
- Nada, S., Ilija, D., Igor, T., Jelena, M. and Ruzica, G. 2012. Implication of food safety measures on microbiological quality of raw and pasteurized milk. *Food Control*, 25(2): 728-731.
- OHSAS 18001 (2007). İş sağlığı ve güvenliği standardı.
- Öksüztepe, G., Güran H.Ş. ve İncili, G.K. 2013. Elazığ'da Satışa Sunulan Bazı Sütlü Tatlıların Mikrobiyolojik Kalitesi. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Veteriner Dergisi*, 27(1): 19-24.
- Peristeropoulou, M., Fragkaki, A. G., Printzos, N., and Laina, I. 2015. Implementation of the hazard analysis critical control point (HACCP) system to a dairy industry: evaluation of benefits and barriers. *Food Nutritional Diets*, 1(1): 102.
- Rogeli, I. 2000. Milk, dairy products, nutrition, and health. *Food Technology and Biotechnology*, 38(2): 143-144.
- Satcher, D. 2000. Food safety: a growing global health problem. *Journal of the American Medical Association*, 283(14): 817-1817.
- Seçim, Y., 2011, Konya il merkezinde tüketime sunulan ve deneysel olarak üretilen bazı sütlü tatlıların kimyasal ve mikrobiyolojik kalitesi, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı.
- Suherman, S., Janitra, A. A., Budhiary, K. N. S., Pratiwi, W. Z., and Idris, F. A. 2021. Review on hazard analysis and critical control point (HACCP) in the dairy product: Cheese. *In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1053(1): 012081.

- Şahin, O. I., Aytül, A. K. A., Akpınar-Bayizit, A., ve Baltaş-Minas, E. 2010. Sofralık zeytin üretim tesislerinde gıda güvenliği yönetim sisteminin uygulanması. *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 24(1): 11-24.
- Tekinşen, O. C. 2000. Süt ürünleri teknolojisi. Selçuk Üniversitesi Basımevi, Konya, Türkiye.
- TGK, 2005. Gıda ve Gıda ile Temasta Bulunan Madde ve Malzemelerin Piyasa Gözetimi, Kontrolü ve Denetimi ile İşyeri Sorumluluklarına Dair Yönetmelik. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2005/03/20050330-9.htm> (Erişim tarihi:02.03.2021).
- TSE K 98, 2010. Tüketime Dayalı Hazır Sütlü Tatlılar Standardı.



Technical and Economic Analysis of Electricity Production with Solar Panels: Bursa Example^A

Tuğba BİÇEN¹, Ali VARDAR^{2*}

Abstract: Nowadays, technology is rapidly evolving. The overuse and adverse effects of fossil fuels have also accelerated the work in the field of renewable energy. Considering that the sun is an endless source of energy, it is inevitable to produce clean and sustainable power. In this case, the use of photovoltaic facilities by small and medium-sized enterprises is also economically effective. To this end, world states constitute various incentive mechanisms. Monocrystalline and polycrystalline panels are commonly used in photovoltaic plants. In this study, considering various incentive mechanisms samples were examined a photovoltaic plant in Turkey. In addition, the technical and economic analysis of electrical energy production from the photovoltaic solar power plant was conducted. In this study, technical and economic analysis of a 23 kW photovoltaic plant to be installed in small and medium enterprises in Bursa province, which is obtained from our country market, has been examined. From the technical point of view, the annual energy production obtained from the plant consisting of monocrystalline panels varied between 28081 kWhyear⁻¹ and 32239 kWhyear⁻¹ and the total energy production obtained during the economic life varied between 617838 kWhyear⁻¹ and 709250 kWhyear⁻¹. Annual energy generation from the plant consisting of polycrystalline panels was between 26209 kWhyear⁻¹ and 31886 kWhyear⁻¹ and the total energy production was between 524179 kWhyear⁻¹ and 637720 kWhyear⁻¹ and less than the monocrystalline plant.

Keywords: Cost, energy, photovoltaic, renewable, solar.

^A This study was produced from Tuğba Biçen's Master Thesis. No ethics commission permission is required in this manuscript. The manuscript has been prepared in accordance with publication and research ethics.

* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** ²Ali VARDAR, Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Bursa, Türkiye, dravardar@uludag.edu.tr, [OrcID 0000-0001-6349-9687](https://orcid.org/0000-0001-6349-9687)

¹ Tuğba BİÇEN, Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa, Türkiye, bicentugba@gmail.com, [OrcID 0000-0001-6826-2494](https://orcid.org/0000-0001-6826-2494)

Güneş Panelleri İle Elektrik Üretiminin Teknik ve Ekonomik Analizi: Bursa Örneği

Öz: Günümüzde teknoloji hızla gelişiyor. Fosil yakıtların aşırı kullanımı ve olumsuz etkileri de yenilenebilir enerji alanındaki çalışmaları hızlandırmıştır. Güneşin sonsuz bir enerji kaynağı olduğu düşünüldüğünde, temiz ve sürdürülebilir enerji üretmek kaçınılmazdır. Bu durumda, fotovoltaik tesislerin küçük ve orta ölçekli işletmeler tarafından kullanılması da ekonomik olarak etkilidir. Bu amaçla dünya devletleri çeşitli teşvik mekanizmaları oluşturmaktadır. Monokristalin ve polikristalin paneller, fotovoltaik tesislerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada, çeşitli teşvik mekanizmaları göz önünde bulundurularak Türkiye'deki bir fotovoltaik tesis örnekleri incelenmiştir. Ayrıca fotovoltaik güneş enerjisi santralinden elektrik enerjisi üretiminin teknik ve ekonomik analizi yapılmıştır. Bu çalışmada, Bursa ilinde küçük ve orta ölçekli işletmelerde kurulacak olan 23 kW'lık bir fotovoltaik santralin ülke pazarından temin edilerek teknik ve ekonomik analizi incelenmiştir. Teknik açıdan bakıldığında monokristal panellerden oluşan tesisten elde edilen yıllık enerji üretimi $28081 \text{ kWhyıl}^{-1}$ ile $32239 \text{ kWhyıl}^{-1}$ arasında, ekonomik ömür boyunca elde edilen toplam enerji üretimi ise $617838 \text{ kWhxyıl}^{-1}$ ile $709250 \text{ kWhxyıl}^{-1}$ arasında değişmektedir. Polikristal panellerden oluşan tesisten yıllık enerji üretimi $26209 \text{ kWhyıl}^{-1}$ ile $31886 \text{ kWhyıl}^{-1}$ arasında, toplam enerji üretimi ise $524179 \text{ kWhxyıl}^{-1}$ ile $637720 \text{ kWhyıl}^{-1}$ arasında ve monokristal santrale göre daha az olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Maliyet, enerji, fotovoltaik, yenilenebilir, güneş.

Introduction

Today, the world population is increasing. Due to this increase in population, the reserves of fossil energy resources are gradually decreasing, harmful wastes are released into the atmosphere and, such events as global climate change occur at the same time. The dependence of the world on fossil fuels to meet the demands of energy results in high CO₂ emissions, air pollution and greenhouse gases (Dinçer, 2011; Magazzino et al., 2021; Ayhan Arslan et al., 2021). While many developed and developing countries take various measures to get under control these negative impacts within certain limits, they try to minimize the problems of climatic and fossil energy by turning to renewable energy sources and increasing their efficiency (Hua et al., 2016; Jeong et al., 2018).

When renewable energy is thought as globally, carbon dioxide emissions which are because of energy-related, from fossil fuels and industry remained almost constant due to a decrease in coal use worldwide, increased energy efficiency and the use of renewable energy in 2016 (UNECE, 2017). It is observed that developed and developing countries have strengthened their infrastructure by implementing renewable energy policies. While renewable energy accounted for 18.2% of the total global energy consumption in 2016, modern

renewable energy accounted for approximately 10.4% (REN, 2018). In recent years, there have been significant increases in renewable energy capacity, which is a part of the energy sector. This increase of capacity is also supported by the intervention carried out by private sectors (Han et al., 2021). Such as The United States (USA), Germany, China and India promote the use of renewable energy sources through the private sector and sign protocols in this context and formwork plans (REN, 2016).

Although Turkey is a poor country on fossil energy sources, it has rich renewable energy sources. Import dependency in Turkey is in progress (Gençoğlu, 2002; Taşkın and Vardar, 2021). Use of renewable energy in Turkey is supported by the government and private sector policies in recent years. “Energy efficiency law” was enacted, 2007, in order to increase awareness about energy and to provide energy production, distribution and consumption with the correct applications. Then “The Energy Efficiency Strategy Document” came into force in 2012 (Book, 2016). The main purpose of energy policies was to meet the energy requirements of the increasing population and the economy with the least cost (Çapık et al., 2012).

The total installed capacity of renewable energy resources in Turkey increased from 13607 MW in 2007 to 38908 MW in 2017 (Anonymous, 2018). The end of 30 June 2018, Turkey's total electrical power is 87138 MW which is composed of 46443 MW renewable energy sources (Anonymous, 2018a).

Influenced by the progress experienced in solar energy technology in the world it has also accelerated the case studies in this area of Turkey. Though capacity which was installed is 4980 MW, electricity generated from solar energy in Turkey is 7508 GWh the end of November 2018 (Anonymous, 2018b). As in many countries, there are mechanisms to support solar power plants in Turkey along with other renewable energy facilities. Among these prominent support mechanisms are agricultural supports, development agencies, Small and Medium Enterprises Development (KOSGEB) etc. organizations. Moreover, the Agricultural and Rural Development Support Institution (TKDK), which supports EU projects, is one of the important mechanisms in this regard.

The aim of this study was to make a technical and economic analysis of electrical energy which can be obtained from photovoltaic plants which can be installed in small and medium enterprises by taking into consideration various incentive mechanisms in Bursa province. In this context, the solar energy characteristics of the region have been determined. Then, a sample solar power plant was taken into consideration and energy production parameters were determined. When the monocrystalline and polycrystalline solar panels are used in the sample plant, we investigated the total production costs and the cost of the facility.

Materials and Methods

In this study, the photovoltaic plant which is produced by the support of Bursa Eskişehir Bilecik Development Agency (BEBKA) in the Mediha Hayri Çelik Science High School (MHCFL) located in İnegöl was taken as an example. Bursa Uludag University (BUU) meteorological station and the General Directorate of Meteorology (MGM) Osmangazi meteorological station data on solar radiation was obtained. The solar radiation meter

(pyranometer) and data logging equipment at the BUU meteorological station were used. In the study, daily, monthly and annual average solar radiation intensity was calculated by using 2016 and 2017 solar radiation intensities obtained from the meteorology station in BUU Faculty of Agriculture Research and Application Farm (40° 13' 41.3112" and 28° 51' 39.0708").

Arithmetic mean equation was used in the calculation:

$$\text{Arithmetic Average} = \text{Total of Terms/Number of Terms} \quad (1)$$

The amount of energy that solar panels can produce is calculated by the following equation (Mertens, 2011):

$$E = I(\text{Wm}^{-2}) \cdot A(\text{m}^2) \cdot t(\text{h}) \cdot \eta \quad (2)$$

Turkey applied to 0.133 \$ of 1 kWh (Anonymous, 2005) energy purchase price for solar power plants. However, since the cost analysis was calculated over Euro, 1 kWh was calculated as 0.1142 €.

Total electricity generation and total revenue for the polycrystalline plant are calculated as follows:

$$\text{Annual energy production} \times 20 \text{ years} = \text{Total energy production}$$

$$\text{Annual energy production} \times 20 \text{ years} \times 0.1142 \text{ €} = \text{Total income}$$

If the plant is monocrystalline, total electricity generation and total revenue are calculated as follows:

$$\text{Annual energy generation} \times 22 \text{ years} = \text{Total energy production}$$

$$\text{Annual power generation} \times 22 \text{ years} \times 0.1142 \text{ €} = \text{Total income}$$

The self-repayment period of the system was found with the following equation:

$$\text{Payback Period} = \text{Total System Cost/Annual Income} \quad (3)$$

As a result of the data obtained from the calculations, if the facility in the MHCFL, which is supported by BEBKA, is established in small and medium enterprises under the current conditions, the cost of the system is analyzed with many different scenarios. The equation used in the calculation of credit costs is given below (Okka, 2006):

$$A = P \cdot [((1 + i)^n \cdot i) / ((1 + i)^n - 1)] \quad (4)$$

Table 1. Scenario definitions

Scenario	State Support Rate	Credit Status	Loan Interest Status
A1	%0	-	-
A2	%0	√	%1
A3	%0	√	%2
A4	%0	√	%3
B1	%50	-	-
B2	%50	√	%1
B3	%50	√	%2
B4	%50	√	%3
C1	%75	-	-
C2	%75	√	%1
C3	%75	√	%2
C4	%75	√	%3

In A1, B1 and C1 scenarios, it is accepted that the investor does not use credit. In the scenarios A2, B2, and C2, the investor used a 1% interest rate loan. In A3, B3 and C3 scenarios, the investor received 2% interest. In the A4, B4 and C4 scenarios, the investor is assumed to use a loan with an interest rate of 3%. In terms of state support; In the scenarios A, the investor does not receive support from the government; In the B scenarios, the investor received 50% support from the government and in the C scenarios it was accepted that the investor received 75% support from the government (Table 1).

Results and Discussion

The average solar radiation intensity taken from BUU meteorological station and MGM Osmangazi meteorological station are compared annually and the hours of sunshine obtained from MGM Osmangazi meteorological station in 2016 and 2017 are shown in graphs. Afterward, a sample solar power plant was taken into consideration and energy production and cost analysis of the plants by using monocrystalline and polycrystalline solar panels were performed. The obtained data were given as tables and figures.

The average monthly hours of sunshine for 2016 and 2017 in Bursa province taken from the General Directorate of Meteorology are shown in Figure 1.

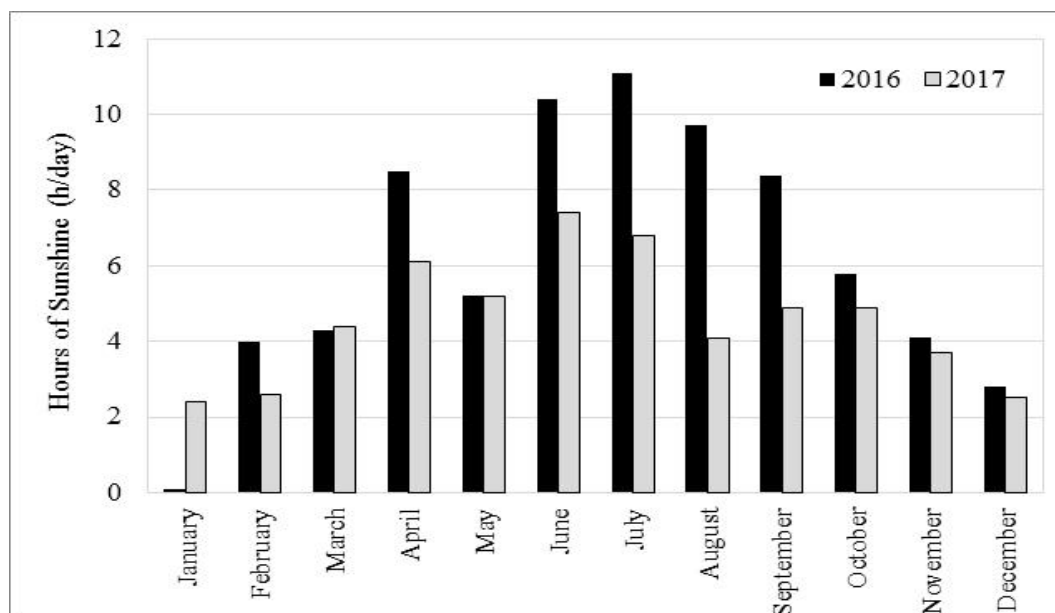


Figure 1. Hours of sunshine in Bursa (hour/day)

In 2016, Bursa has the highest sunshine duration with an average of 11.1 hours/day in July, while the lowest average sunshine duration is 0.1 hd^{-1} in January. The highest sunshine duration in Bursa in 2017 was determined as 7.4 hd^{-1} in June and the average sunshine duration on average was 2.4 hd^{-1} in January.

The solar radiation intensity (Wm^{-2}) and calculated solar energy (kWhm^{-2}) values obtained from the pyranometer in the meteorological station located on the BUU Görükle campus were given below (Figure 2).

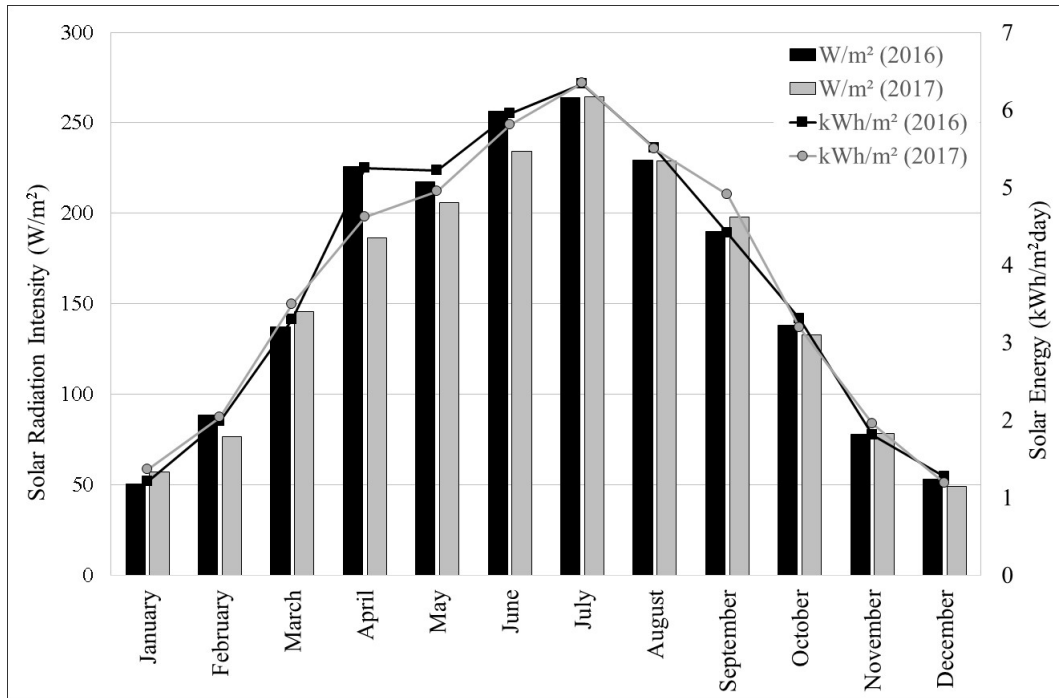


Figure 2. Solar radiation density and potential solar energy distribution

According to the data which is made up of monthly solar radiation density in 2016, the highest solar radiation was 263.8 Wm^{-2} in July and the lowest solar radiation density was 50.2 Wm^{-2} in January. In 2017, the highest solar radiation density was 264.3 Wm^{-2} in July and the lowest solar radiation density was 49.3 Wm^{-2} in December. According to the data which is composed of monthly solar radiation density in 2016, the highest solar radiation was 6.3 kWhm^{-2} in July and the lowest solar radiation density in January was $1.2 \text{ kWhm}^{-2}\text{day}^{-1}$. According to those of in 2017, the highest solar radiation density was $6.3 \text{ kWhm}^{-2}\text{day}^{-1}$ in July while the lowest solar radiation density was $1.2 \text{ kWhm}^{-2}\text{day}^{-1}$ in December.

The solar energy intensity (Wm^{-2}) and calculated solar energy values obtained from Solar energy potential atlas (GEPA), BUU meteorological station and MGM Osmangazi meteorological station were given below. Figure 3 showed the solar radiation intensity and the potential solar energy ($\text{kWhm}^{-2}\text{day}^{-1}$) in Figure 4.

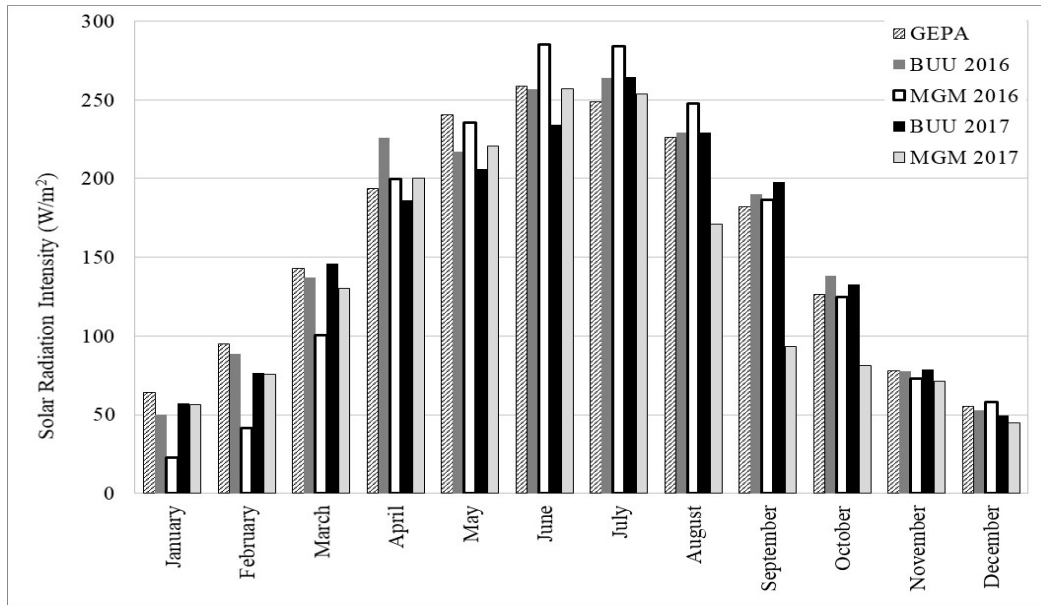


Figure 3. Comparison of solar radiation intensity values

In the comparison with the obtained solar radiation intensity values (Figure 3), the highest value of data of GEPA was 258.3 Wm^{-2} in June and the lowest value was 55 Wm^{-2} in December. When the those of BUU meteorological station were examined, the maximum solar radiation intensity in 2016 and 2017 was determined as 264.3 Wm^{-2} in July. In 2016, the lowest value was 50.2 Wm^{-2} in January and the lowest in 2017 was 49.3 Wm^{-2} in December. In the data obtained from the MGM Osmangazi meteorological station, the highest radiation intensity was 285 Wm^{-2} and 257 Wm^{-2} in 2016 and 2017, respectively. The lowest solar radiation value at the MGM Osmangazi meteorological station was 23 Wm^{-2} in January 2016 and 45 Wm^{-2} in December 2017.

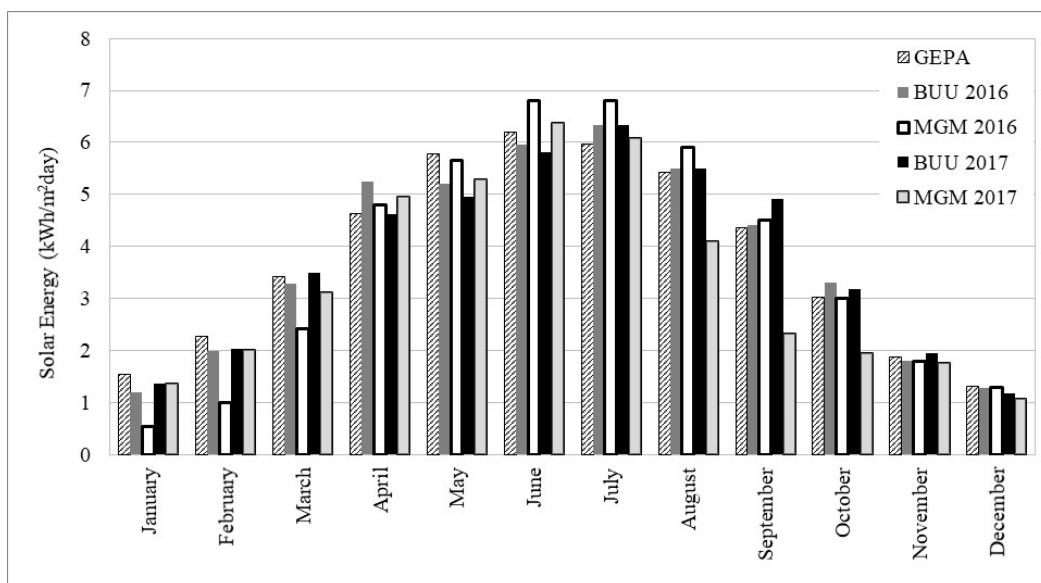


Figure 4. Potential solar energy distribution

In the comparison of the calculated potential solar energy, the highest value reached by the data of MGM was $6.8 \text{ kWhm}^{-2}\text{day}^{-1}$ in June and the lowest value was $1.3 \text{ kWhm}^{-2}\text{day}^{-1}$ in December. When the those of BUU meteorological station were examined, monthly solar radiation energy of 2016 and 2017 was determined as $6.3 \text{ kWhm}^{-2}\text{day}^{-1}$ in July. The lowest value of 2016 was 1.2 kWhm^{-2} in January and the lowest in 2017 was 1.2 kWhm^{-2} in December.

According to the data obtained from the MGM Osmangazi meteorological station, the highest potential solar energy was $6.8 \text{ kWhm}^{-2}\text{day}^{-1}$ in June and July 2016, and in June 2017 it was $6.4 \text{ kWhm}^{-2}\text{day}^{-1}$. The lowest potential solar energy value was 0.54 kWhm^{-2} in January and 1.1 kWhm^{-2} in December 2017.

Electricity generation values of solar plants

Electricity production values which can be obtained from two different solar power plants consisting of polycrystalline and monocrystalline photovoltaic panels, which was obtained from the MGM Osmangazi meteorological station and BUU meteorological station, were examined by using the solar radiation data in 2016 and 2017.

Figure 5 showed the comparison of the electricity generation values of the plant consisting of polycrystalline panels and the monocrystalline panels in Figure 6.

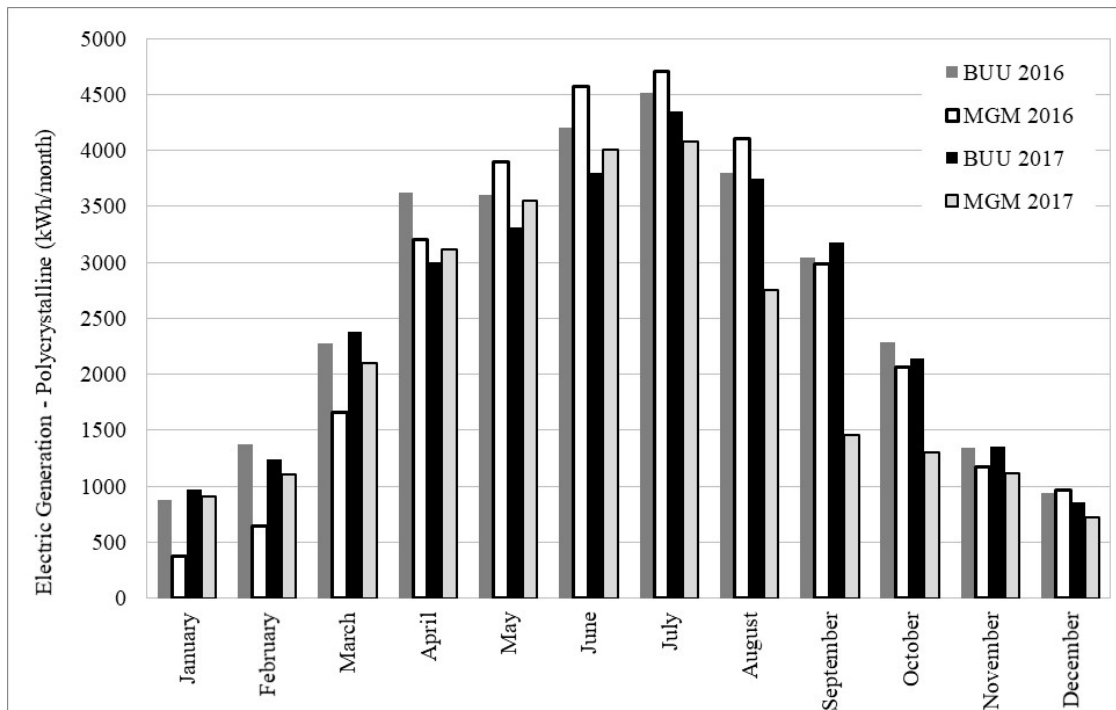


Figure 5. Electricity generation of polycrystalline system

When the electricity production values of the polycrystalline solar power plant were examined; MGM Osmangazi meteorological station according to the solar radiation values of 2016, the highest value was 4706 kWhmonth⁻¹ and the lowest value belonged to January with 376 kWhmonth⁻¹. According to the data of BUU meteorological station, in 2016 the highest value was 4519 kWhmonth⁻¹ and July, while the lowest value was 878 kWhmonth⁻¹ in January. MGM Osmangazi meteorological station The highest value for 2017 data was 4081 kWhmonth⁻¹ in July and the lowest value was 723 kWhmonth⁻¹ in December. According to 2017 BUU meteorological station data, the highest value was obtained with 4346 kWhmonth⁻¹ in July and the lowest value with 853 kWhmonth⁻¹ was obtained in December.

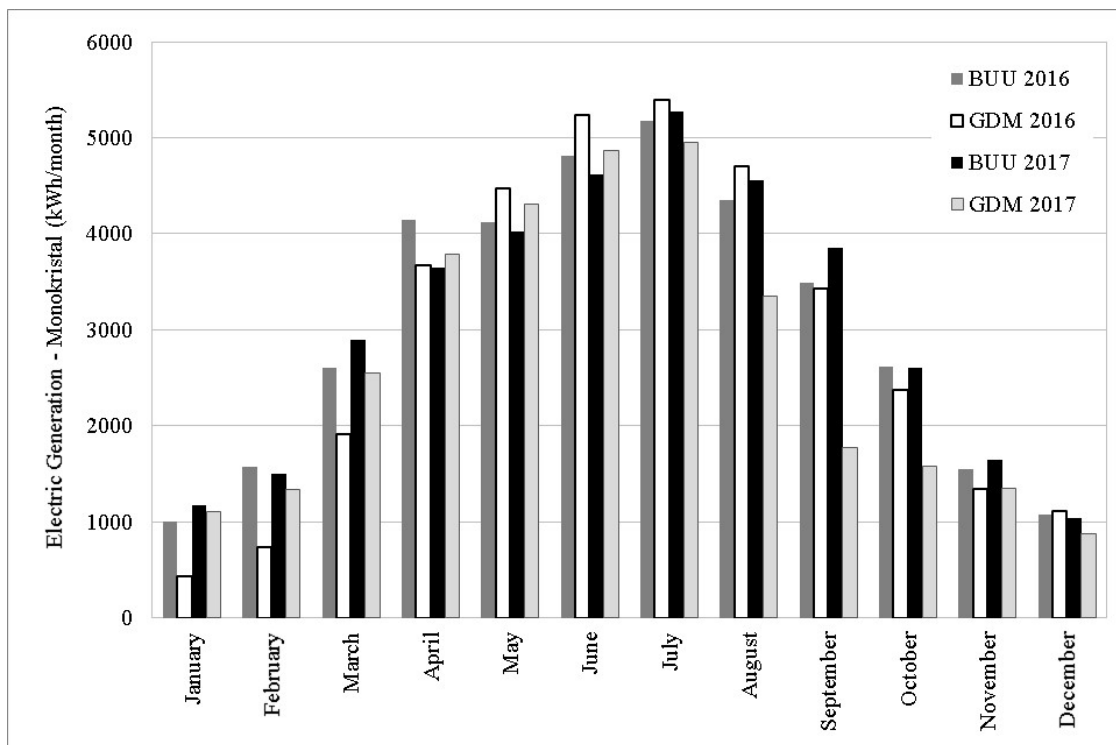


Figure 6. Electricity generation of monocrystalline solar power plant

When electricity production values of the monocrystalline solar power plant were examined; According to the solar radiation values of the MGM Osmangazi meteorological station in 2016, the highest value was 5392 kWhmonth⁻¹ and the lowest value was 431 kWhmonth⁻¹ and January. According to the data of BUU meteorological station, in 2016, the highest value was 5177 kWhmonth⁻¹ and July, while the lowest value was 1066 kWhmonth⁻¹ in January. MGM Osmangazi meteorological station The highest value for 2017 was 4955 kWhmonth⁻¹ in July and the lowest value was 878 kWhmonth⁻¹ in December. According to 2017 BUU meteorological station data, the highest value was obtained with 5278 kWhmonth⁻¹ in July while the lowest value was determined with 1036 kWhmonth⁻¹ in December.

Economic analysis of solar plants

The installation costs of two different solar installations in 2018 were determined as 0.99 €/Wp⁻¹ for the monocrystalline panel and 0.95 €/Wp⁻¹ for the polycrystalline panel as a result of market research. Üçgül et al. (Üçgül et al., 2014), PV equipment costs 1.25 €/Wp⁻¹, supporting structures and installation costs 0.037 €/Wp⁻¹ and the total cost of the system was 1.29 €/Wp⁻¹.

Since the total installed power of both the monocrystal and polycrystal solar power plant was 23 kW, total installation costs were 22770 € for the plant by using monocrystal panels and 21850 € for the plant by using polycrystal panels. Support mechanisms and bank loans were taken into consideration. And the actual costs for each scenario were given in Table 2.

Table 2. System setup costs (€) according to different scenarios

Scenario	Support Rate	Interest	Monocrystalline	Polycrystalline
A1	%0	%0	22770	21850
A2		%1	30390	29162
A3		%2	39303	37715
A4		%3	49365	47370
B1	%50	%0	11385	10925
B2		%1	15195	14581
B3		%2	19651	18857
B4		%3	24682	23685
C1	%75	%0	5693	5463
C2		%1	7598	7291
C3		%2	9826	9429
C4		%3	12341	11843

As shown in Table 2, in case of using bank credit only without receiving government support; As the loan interest rate increased, the cost of the power plant with monocrystalline panels increased from 22770 € to 49365 € and the cost of the power plant with polycrystalline panels increased from 21850 € to 47370 €. 50% of state support; depending on the loan interest rate, the cost of the monocrystalline power plant with a monocrystalline power plant was between 11385 € and 24682 € and the cost of the power plant with a polycrystalline panel varies between 10925 € and 23685 €. In case of 75% state support; Depending on the loan interest rate, the cost of the monocrystalline power plant was between 5693 € and 12341 € and the cost of the power plant with polycrystalline panels varies between 5463 € and 11843 €.

Considering the data of solar irradiation and hours of sunshine taken from the meteorological station of BUU and taken from MGM Osmangazi meteorological station in 2016 and 2017; The annual and total energy production results were obtained from the solar energy plant by using the monocrystalline panel and the solar power plant using the polycrystalline panel, and the total and annual revenues to be obtained from these plants were presented in Table 3.

Table 3. Annual energy production and annual revenues of facilities

		Annual Power Generation	Total Power Generation	Annual Revenue	Total Income
		kWhyear ⁻¹	kWh xyear ^{-1*}	€ xyear ⁻¹	€year ⁻¹
BUU Monocrystalline	2016	32239	709250	3682	80996
	2017	32503	715067	3712	81661
MGM Monocrystalline	2016	30691	675206	3505	77109
	2017	28081	617838	3207	70557
BUU Polycrystalline	2016	31886	637720	3641	72828
	2017	30333	606669	3464	69282
MGM Polycrystalline	2016	30355	607110	3647	69332
	2017	26209	524179	2993	59861

* x yıl = ekonomik ömür

As can be seen in Table 3, the annual energy production in the monocrystalline energy production plant was between 28081 kWhyear⁻¹ and 32239 kWhyear⁻¹ and in the polycrystalline energy production plant was between 26209 kWhyear⁻¹ and 31886 kWhyear⁻¹. The annual income was between 3207 € and 3682 € in the monocrystalline energy production plant and it was between 2993 € and 3641 € in the polycrystalline energy production facility. Considering total energy production; In the monocrystalline energy production plant, between 617838 kWhxyear⁻¹ and 709250 kWhxyear⁻¹, it was determined between 524179 kWhxyear⁻¹ and 637720 kWhyear⁻¹ in the polycrystalline energy production plant. In the monocrystalline energy production facility, the total income to be obtained during the economic life was between 70557 € and 80996 €, and it was between 59861 € and 72828 € at the polycrystalline energy production plant.

Considering the data obtained from the meteorological station of the BUU and the solar irradiation and solar times taken from the MGM Osmangazi meteorological station in 2016 and 2017 with cost scenarios; The total cost of the total income from the solar power plant by using the monocrystalline panel and from the solar power plant by using the polycrystalline panel was given in Table 4 below.

Table 4. Payback periods for systems (years)

		A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	B4	C1	C2	C3	C4
BUU Monocrystalline	2016	6.2	8.3	10.7	13.4	3.1	4.1	5.3	6.7	1.5	2.1	2.7	3.4
	2017	6.1	8.2	10.6	13.3	3.1	4.1	5.3	6.6	1.5	2.0	2.6	3.3
MGM Monocrystalline	2016	6.5	8.7	11.2	14.1	3.2	4.3	5.6	7.0	1.6	2.2	2.8	3.5
	2017	7.1	9.5	12.3	15.4	3.5	4.7	6.1	6.7	1.8	2.4	3.1	3.8
BUU Polycrystalline	2016	6.0	8.0	10.4	13.0	3.0	4.0	5.2	6.4	1.5	2.0	2.6	3.3
	2017	6.3	8.4	10.9	13.7	3.2	4.2	5.4	6.8	1.6	2.1	2.7	3.4
MGM Polycrystalline	2016	6.3	8.4	10.9	13.7	3.2	4.2	5.4	7.4	1.6	2.1	2.7	3.4
	2017	7.3	9.7	12.6	15.8	3.7	4.9	6.3	6.5	1.8	2.4	3.2	4.0

For the solar power plant using the monocrystalline panel; In the scenarios where there was no state support as seen in Table 4 and as expected (scenarios A), the reimbursement periods of the facility cost were higher than the other scenarios. In these conditions, the self-repayment period of the facility varies between 6.1 years and 15.4 years. In scenarios where government support was 50% (scenarios B), the self-repayment period of the facility was between 3.1 and 7 years. In scenarios with 75% of state support (C scenarios), the self-repayment periods of the facility were between 1.5 years and 3.8 years.

For solar power plants using the polycrystalline; In scenarios where there was no governmental support (scenarios A), the self-repayment period of the facility varied between 6 years and 15.8 years. In scenarios where state support was 50% (scenarios B), it was observed that the facility's payback times were between 3 years and 7.4 years. In scenarios with 75% of state support (C scenarios), the self-repayment period of the facility was found between 1.5 and 4 years.

According to the literature surveys of the photovoltaic facility, the reimbursement period of the photovoltaic facility was determined by Nacer et al. (Nacer et al., 2014) as 23 years, by Çiftçi et al. (Çiftçi et al., 2014) as 11 years, by Üçgül et al. as 14 years, by Büyükzeren et al. (Büyükzeren et al., 2015) produced as 5.1 years for scenario, as 4.8 years for scenario 2, by Taşkın and Vardar (Taşkın and Vardar, 2018) as 10-11 years and by Bilgili (Bilgili, 2018) as 6 years. It would be correct to compare photovoltaic plants at the same installed power values. Because as the installed power value changes, the costs do not change linearly.

Conclusion

As a result of the increasing energy demand in the world, the trend towards renewable energy sources has increased. Especially in developed and developing countries, photovoltaic technology, which is one of the renewable energy sources, is being carried forward and its usage areas are aimed to be expanded.

The efforts of world states to reduce photovoltaic market prices and increase photovoltaic power plants in clean energy production continue with various policies and strategies.

Population and economically strong countries aim to contribute to their economies by trying to solve the integrated problem of grid-connected systems in public institutions and organizations.

In this study, technical and economic analysis of a 23 kW photovoltaic plant to be installed in small and medium enterprises in Bursa province, which is obtained from our country market, has been examined. From the technical point of view, the annual energy production obtained from the plant consisting of monocrystalline panels varied between 28081 kWhyear⁻¹ and 32239 kWhyear⁻¹ and the total energy production obtained during the economic life varied between 617838 kWhyear⁻¹ and 709250 kWhyear⁻¹.

Annual energy generation from the plant consisting of polycrystalline panels was between 26209 kWhyear⁻¹ and 31886 kWhyear⁻¹ and the total energy production was between 524179 kWhyear⁻¹ and 637720 kWhyear⁻¹ and less than the monocrystalline plant.

In terms of cost, polycrystalline solar energy plant was more economical than monocrystalline solar energy plant. The cost of a monocrystalline solar energy plant was 22770 €, while the cost of a polycrystalline solar power plant was 21850 €. When the self-repayment periods of the facilities were considered without government support (scenario A), the monocrystalline facility was self-repaid for at least 6.1 years because of the economic life of the facilities. Payback periods fall when it comes to government support. This is the main reason why the developed countries subsidize photovoltaic technology.

When the results obtained in the study were evaluated, it was seen that solar power plants were sustainable without an incentive mechanism. Considering the reduction of costs over time and the development of technology, incentive mechanisms may be less needed in the future. However, it was important to subsidize the photovoltaic technology, which is expected to be one of the future energy production technologies in today's conditions.

Acknowledgments

The authors would like to thank “T.C. General Directorate of State Meteorological Affairs”, “Mediha Hayri Çelik Science High School” and “Uludağ University Faculty of Agriculture” for their contributions to the realization of this study.

This study was produced from Tuğba BİÇEN's Master Thesis.

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

Research and Publication Ethics were followed in this study.

NOMENCLATURE

E	: Energy, kWh
I	: Solar radiation (Wm^{-1})
A	: Surface area (m^2)
t	: Hours of sunshine (h)
η	: Yield
A_i	: Installment (€)
P	: Debt amount (€)
i	: Interest
n	: number of installments

References

- Anonymous 2005. Electricity generation of renewable energy sources law on the use of purpose, 2005. Retrieved from: <http://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.5346.pdf> 2005, date of access: 25.05.2017
- Anonymous 2018. Republic of Turkey Ministry of Energy and Natural Resources, "The development of renewable energy board power". Retrieved from: <http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir.aspx>, date of access: 05.03.2019
- Anonymous 2018a. According to Turkey's electricity system installed capacity of organizations and resources. Retrieved from: https://www.teias.gov.tr/sites/default/files/2018-07/kurulu_guc_haziran_2018.pdf, date of access: 20.04.2019
- Anonymous 2018b. Power generation and installed power according to our country's primary sources by the end of November 2018. Retrieved from: <http://www.guyad.org/pdf/KasimSonuBirincilKaynaklaraGoreElektrikEnerjisiUretimiKuruluGuc.pdf>, date of access: 20.08.2019
- Ayhan Arslan, A., Biçen, T. and Vardar, A.,(2021). Changes in Climate Parameters and Their Effects on Renewable Energy Resources Potential: Bursa Sample, *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 35(1), 33-44.
- Bilgili, ME. 2018. A Research to Meet Energy Demand of Modern Dairy Cattle Enterprise by Photovoltaic Solar Panels. PhD Thesis, KSU Institute of Natural and Applied Science, Department of Biosystems Engineering, Kahramanmaraş.
- Blue Book, 2016. *Republic Of Turkey Ministry of Energy and Natural Resources* Ankara 2016. Retrieved from: http://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2f1%2fDocuments%2fMavi%20Kitap%2fMavi_kitap_2016.pdf, date of access: 21.05.2017
- Büyükzeren, R., Altıntaş, HB., Martin, K., and Kahraman, A. 2015. Technical, Environmental and Financial Review of Photovoltaic Applications for Buildings: Meram Medical Faculty Hospital. *EMO The Journal of Electrical, Electronics, Computer and Biomedical Engineering*, 10(5), 41-46
- Çapık, M., Yılmaz, A.O., and Çavuşoğlu İ. 2012. Present situation and potential role of renewable energy in Turkey. *Renewable Energy*, 46, 1-13 <https://doi.org/10.1016/j.renene.2012.02.031>
- Çifci, A., Kırbaş, İ., and İşyarlar, B. 2014. Solar Cell Usage in a House in Burdur for Meeting Average Electricity Demand. *Publication of Mehmet Akif Ersoy University Institute of Natural and Applied Science*, 5(1), 14-17
- Dinçer, F. 2011. Potential of Electricity Production of Solar Energy in Turkey and Economical Analysis with Comparative Evaluation According to the European Union Countries. *Journal of Engineering Sciences*, 14(1), 8-17
- Gençoğlu, MT. 2002. Importance of Renewable Energy Resources for Turkey. *Publication of Fırat University Science and Engineering Sciences*, 14(2), 57-64. Retrieved from: <http://www.solar-academy.com/menus/Yenilenebilir-Enerji-Kaynaklarinin-Turkiye-Acisindan-Onemi.005039.pdf>

- Han, Y., Sun, Y., and Wu, J. 2021. A low-cost and efficient solar/coal hybrid power generation mode: Integration of non-concentrating solar energy and air preheating process. *Energy*, 235, 121367 <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.121367>
- Hua, Y., Oliphant M., and Hu EJ. 2016. Development of renewable energy in Australia and China: A comparison of policies and status. *Renewable Energy*, 85, 1044-1051 <https://doi.org/10.1016/j.renene.2015.07.060>
- Jeong, K., Hong, T., Kim, J. 2018. Development of a CO2 emission benchmark for achieving the national CO2 emission reduction target by 2030. *Energy and Buildings*, 158, 86-94 <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.10.015>
- Magazzino, C., Mele, M., and Schneider, N. 2021. A machine learning approach on the relationship among solar and wind energy production, coal consumption, GDP, and CO2 emissions. *Renewable Energy*, 167, 99-115 <https://doi.org/10.1016/j.renene.2020.11.050>
- Mertens, K. 2011. *Photovoltaic*, 1st edition. München, Carl Hanser Verlag
- Nacer, T., Hamidat, A., and Nadjemi, O. 2014. Feasibility study and electric power flow of grid-connected photovoltaic dairy farm in Mitidja (Algeria). *Energy Procedia*, 50, 581-588 <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2014.06.071>
- Okka, O. 2006. *Introduction to Engineering Economics*, No: 468, Ankara, Nobel Publications
- REN 2016. Renewables Global Status Report 2016. Retrieved from: http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2016/05/GSR_2016_Full_Report_lowres.pdf
- REN 2018. Renewables Global Status Report,2018. Retrieved from: <http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2018/06/17>
- Taşkın, O., and Vardar, A.,(2018). Estimating Solar Electricity Potential of Uludag University Agricultural Faculty Lecture Theater Rooftop, 31. *National Congress on Agricultural Machinery and Energy*, 5-7 September, Bursa.
- Taşkın, O., and Vardar, A.,(2019). Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Amfi Çatısının Güneş Elektrik Potansiyelinin Tahminlenmesi, *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 33(1), 45-51.
- UNECE (2017). Renewable Energy Status Report,2017. Retrieved from: https://www.unece.org/fileadmin/DAM/energy/se/pp/renew/Renewable_energy_report_2017_web.pdf
- Üçgül, İ., Tüysüzoğlu, E., and Yakut, MZ. 2014. Energy Calculation and Economic Analysis for the Implementation of the PV Roof. *Publication of Süleyman Demirel University Institute of Natural and Applied Science*, 18(2), 1-6



Göller Yöresinde Farklı Lokasyonlarda Doğal Olarak Yetişen *Smyrniium connatum* Boiss. & Kotschy'nin Uçucu Yağ Bileşenlerinin Karakterizasyonu

Bekir TOSUN¹, Arif ŞANLI², Tahsin KARADOĞAN³,
Yeşim CİRİT⁴, Fatma Zehra OK^{5*}

Öz: Araştırma Göller Yöresi (Türkiye) florasında farklı lokasyonlarda doğal olarak yetişen *Smyrniium connatum* Boiss & Kotschy meyve uçucu yağ oranı ve bileşenlerinin belirlenmesi amacıyla 2016 yılında yürütülmüştür. Meyve örneklerinin uçucu yağ oranları Clavenger tipi hidro-distilasyon cihazında, uçucu yağ bileşenleri ise GC/MS'de belirlenmiştir. Farklı lokasyonlardan alınan meyve örneklerinin uçucu yağ oranları % 1.75 ile % 5.00 arasında geniş bir varyasyon göstermiştir. Çalışmada uçucu yağı oluşturan bileşenler ve oranları bakımından da önemli farklılıklar tespit edilmiş, bileşen sayısının lokasyonlara göre 43 ile 72 arasında değiştiği ve türe ait meyvelerde toplam 85 farklı bileşen bulunduğu belirlenmiştir. Tüm lokasyonlardan elde edilen uçucu yağlarda da yüksek oranlarda bulunan curzerene (% 15.56-25.45), β - elemene (% 4.83-10.63), germacrene B (% 4.32-

^A Bu araştırma TÜBİTAK 1001 programı tarafından maddi olarak desteklenmiş (Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu, Proje No: 113O284) ve "III. International Eurasian Agriculture and Natural Sciences Congress Turkey, 17 - 20 October 2019" kongresinde sunulmuş, özet metin olarak yayınlanmıştır. Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir. Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır.

¹ Bekir TOSUN, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Tarım, Hayvancılık ve Gıda Araştırmaları Uygulama ve Araştırma Merkezi, Burdur, Türkiye, btosun@mehmetakif.edu.tr, [OrcID 0000-0002-2470-3865](https://orcid.org/0000-0002-2470-3865)

² Arif ŞANLI, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Isparta, Türkiye, arifsanli@isparta.edu.tr, [OrcID 0000-0002-5443-2082](https://orcid.org/0000-0002-5443-2082)

³ Tahsin KARADOĞAN, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Isparta, Türkiye, tahsinkaradogan@isparta.edu.tr, [OrcID 0000-0002-3422-8295](https://orcid.org/0000-0002-3422-8295)

⁴ Yeşim CİRİT, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Atabey Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvancılık Üretim Bölümü, Isparta, Türkiye, yesimecirit@isparta.edu.tr, [OrcID 0000-0001-9178-5752](https://orcid.org/0000-0001-9178-5752)

* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** ⁵ Fatma Zehra OK, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Isparta, Türkiye, fhzehraok@gmail.com, [OrcID 0000-0002-0199-572X](https://orcid.org/0000-0002-0199-572X)

9.14), germacrene D (% 7.78-11.77), procerin (% 5.23-6.69) ve furanodiene (% 3.98-12.97)'in önemli bileşenler olduğu ve uçucu yağların yüksek oranda seskiterpenlerden oluştuğu (% 72.80-92.07) belirlenmiştir. Çalışmada, *S. connatum* meyve uçucu yağının türün yetiştiği bölgenin ekolojik koşullarına bağlı olarak önemli derecede kalitatif ve kantitatif farklılıklar gösterdiği ve gerek kültüre alma gerekse farklı alanlarda kullanılmalarında bu faktörlerin göz önünde bulundurulması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Lokasyon, *Smyrniun connatum* Boiss. & Kotschy., Uçucu yağ oranı ve bileşenleri.

Essential Oil Characterization of *Smyrniun connatum* Boiss. & Kotschy from Various Geographical Locations in Lakes Region

Abstract: The fruits of *Smyrniun connatum* Boiss. & Kotschy growing wild in Lakes Region in Turkey were collected at seed maturing stage from 4 different localities to study the essential oil composition. The essential oils of fruits were obtained by hydro distillation and components of the oils were identified by GC and GC-MS. The essential oil contents ranged from 1.75% to 5.00 %. The number of essential oil components ranged from 43 to 72 based on locations and a total of 85 different compounds were identified. Major qualitative and quantitative variations of some compounds were determined with respect to localities of collection. The major components were curzerene (15.56-25.45%), β - elemene (4.83-10.63%), germacrene B (4.32-9.14%), germacrene D (7.78-11.77%), procerin (5.23-6.69) and furanodiene (3.66-12.97%) and essential oils consisted of high percentage of sesquiterpenes (72.80-92.07%). It was concluded that *S. connatum* fruit essential oil was shown significant qualitative and quantitative differences depending on ecological conditions of the region where the species grow, and these factors should be taken into account in both culture and using in different purposes.

Keywords: Location, *Smyrniun connatum* Boiss. & Kotschy, Essential oil content and composition.

Giriş

Göller Yöresi Türkiye'nin en önemli tıbbi ve aromatik bitkilerin üretim merkezlerinden birisidir. Yöre illeri bitki coğrafyası açısından Akdeniz ve İran-Turan bölgelerinin kesişim yerinde bulunduğundan, floristik açıdan oldukça zengindir. Günümüzde yaklaşık 600 endemik türün yetiştiği Isparta yöresinden bilim dünyasına 40 kadar türün tanımı yapılmıştır (Karadoğan ve ark., 2015). Apiaceae familyasının bir üyesi olan *Smyrniun* cinsi Türkiye'de 5 tür ve toplamda 6 taksonla (*S. olusatrum* L., *S. perfoliatum* L., *S. rotundifolium* Miller, *S. cordifolium* Boiss., *S. connatum* Boiss. & Kotschy ve *S. creticum* Miller) temsil edilmektedir (Davis, 1972). *S. connatum* türünün Türkiye'de Konya, Isparta, Antalya ve Burdur (Göller Bölgesi) dahil olmak üzere farklı bölgelerde yayılış gösterdiği bildirilmiştir (Davis, 1972). Çok yıllık gelişme gösteren bu türe genellikle 860-1800

m arasında yüksekliklerde dik kayalık yerlerde rastlanılmaktadır. Tür 150 cm'e kadar boylanabilen, kuvvetli ve dik gelişen gövde yapısına sahiptir.

Smyrniium türleri içerdiği aktif maddeler nedeniyle diüretik, depüratif ve müşhil olarak kullanılmakta ayrıca yüksek miktarda C vitamini ihtiva etmektedir. Meyveleri, gaz giderici, karın ağrısı ve nefes tedavilerinde tedavilerinde, yaprak ve kökleri ise idrar arttırıcı ve idrar söktürücü olarak kullanılmaktadır (Bermejo ve Leon 1994; Mungan ve ark., 2015). Bazı *Smyrniium* türlerinin eski zamanlarda kültürünün yapıldığı ve yemeklik olarak kullanıldığı da belirtilmektedir (Jafri ve El-Gadi, 2001). *Smyrniium* türleri ile ilgili yapılan fitokimyasal çalışmalarda türlerin farklı bitki kısımlarında farklı yapı ve aktif maddeler içerdiği tespit edilmiştir. Bu maddelerden özellikle seskiterpenoid laktonların fitoterapide kullanıldığı, böcekler için cezbedici aktivite gösterdiği saptanmıştır. Ayrıca, türlerin içerdiği uçucu yağların antimikrobiyal, antitümoral, antilösemik, nöritojenik ve sitotoksik etkileri de birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (El-On ve ark., 2009; Daroui-Mokaddem ve ark., 2010; Marongiu ve ark., 2012; Li ve ark., 2016; Tsasi ve ark., 2016; Benelli ve ark., 2017; Pavela ve ark., 2019).

Smyrniium cinsinin uçucu yağ bileşenleri ile ilgili yapılan çalışma sayısı oldukça sınırlıdır. *Smyrniium* türlerinden biri olan yabani kerevizin (*Smyrniium olusatrum* L.) kök, gövde ve yaprak uçucu yağlarında bulunan önemli bileşenlerin myrcene, β -fellandren, β -karyofillen, furanadien, curzerene, germacrene B ve germacrone olduğu tespit edilmiştir (Bertoli ve ark., 2004; Daroui-Mokaddem ve ark., 2010). Demirci ve Eroğlu Özkan (2014), *S. connatum*' un meyvelerinden elde edilen metanol ekstresinin yüksek antioksidan aktivite gösterdiğini ve meyvelerinin çok sayıda seskiterpen laktonları içerdiğini bildirmişlerdir. *S. connatum* türünün meyve uçucu yağ içeriği ve bileşenleri üzerine yapılan çalışma sayısı yok denecek kadar azdır. Bazı Apiaceae türlerinin uçucu yağlarının kök lezyon nematodlarına karşı nematisidal aktivitelerinin araştırıldığı bir çalışmada *S. connatum* uçucu yağının önemli bileşenlerinin curzerene (% 24.7), germacrene D (% 17.8) ve germacrane B (% 13.0) olduğu ve *P. penetrans*, *P. thornei* ve *P. neglectus* türlerine karşı düşük nematisidal aktivite gösterdiği belirtilmiştir (Göze Özdemir ve ark., 2021). Bu çalışmada, farklı habitatlara sahip lokasyonlarda doğal olarak yetişen *S. connatum* Boiss. & Kotschy meyve uçucu yağ oran ve bileşenlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Bitki Materyali

Araştırma, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesinde 2016 yılında yürütülmüştür. Çalışmada, Göller Yöresinde yer alan Isparta ve Burdur illerindeki 4 farklı lokasyonda (Rahat Dağı, Kapıdağ, Eğirdir ve Karamanlı) doğal olarak gelişme gösteren *S. connatum* bitkisinin meyveleri materyal olarak kullanılmıştır. Örnek alma işlemi tür teşhisi için tam çiçeklenme, uçucu yağ analizi için ise tohum olgunlaşma dönemi (sarı olum dönemi) dikkate alınarak her lokasyonda farklı zamanlarda 10'ar bitki örneği toplanmıştır. Bitkilerin toplandığı lokasyonların lokalite bilgileri ile uçucu yağ oranları Çizelge 1.'de verilmiştir. Bitki örneklerinin taksonomik sınıflandırması SDÜ Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümünde Prof. Dr. Hasan ÖZÇELİK

tarafından “Türkiye Florası 9. Cilt” na (Davis ve ark., 1988) göre yapılmış ve herbaryum örnekleri SDÜ Fen Edebiyat Fakültesi GÜL Herbaryumu’nda (Herbaryum No: 63.18.5.1) muhafaza edilmiştir.

Çizelge 1. *S. connatum* bitkilerinin lokalite bilgileri ve uçucu yağ oranları

Lokasyon	Habitat	Rakım	Boylam	Enlem	Uçucu Yağ Oranı (%)
Burdur-Tefenni, Rahat Dağı	Kayalık yamaç alanlar	1408 m	37°10'38"	29°84'72"	1.75
Isparta-Uluborlu, Kapıdağ	Bozkır ve kıraç alanlar	1053 m	38°07'87"	30°4'58"	5.00
Isparta-Eğirdir, Merkez	Makilik yamaç alanlar	946 m	37°87'42"	30°84'41"	3.33
Burdur-Karamanlı, Merkez	Kayalık dik yamaçlar	914 m	37°60'99"	30°13'85"	1.80

Uçucu Yağ Analizi

Türe ait meyve örnekleri her lokasyonda meyvelerin sarı olum dönemleri dikkate alınarak toplanmış ve oda şartlarında gölgede kurutulduktan sonra blender’da öğütülerek (100 g) Clevenger tipi hidro-distilasyon cihazında 3 saat süreyle damıtılmıştır. Elde edilen uçucu yağların miktarı ml olarak ölçülerek % oranları hesaplanmıştır (Council of Europe, 1980).

Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometresi (GC-MS) Analizi

Elde edilen uçucu yağların bileşenleri (koku molekülleri) GC/MS (QP Shimadzu 2010 Plus) cihazında tespit edilmiştir (Stein, 1990). 10 µl uçucu yağ 1 ml n-hekzan içinde eritildikten sonra GC/MS cihazının CP-Wax 52 CB (50 m x 0.32 mm; film thickness 0.25 µm) kolonuna enjekte edilmiştir. Kolon sıcaklığı 60 °C’den 220 °C’ye dakikada 10 °C artırılarak çıkartılmış ve 220 °C’de 10 dakika bekletilmiştir. Enjeksiyon bloğu sıcaklığı 240 °C, ve dedektör sıcaklığı 250 °C olarak tutulmuştur. Dedektör enerji akışı 70 eV, iyonlaştırma türü EI ve helyum akış hızı 20 ml/dk olarak ayarlanmıştır. Bileşenler, kütle spektrumlarının standart maddelerin geliş zamanlarının NIST ve Wiley kütüphanelerinde rapor edilen değerleri ile karşılaştırılması yoluyla tanımlanmıştır (Rostad ve Pereira, 1986; Adams, 2007).

Bulgular ve Tartışma

S. connatum Boiss. & Kotschy meyve uçucu yağ oranları Rahat Dağı, Kapıdağ, Eğirdir ve Karamanlı lokasyonlarında sırası ile %1.75, %5.00 %3.33 ve %1.80 olarak tespit edilmiştir. Rahat Dağı ve Karamanlı lokasyonlarının uçucu yağlarında sırası ile 62 ve 72 bileşen tespit edilirken, Kapıdağ ve Eğirdir lokasyonlarından alınan meyvelerin sırası ile 43 ve 44 farklı bileşen içerdiği belirlenmiştir. Uçucu yağların önemli bir kısmı seskiterpen bileşenlerden oluşmuş olup, lokasyonlara bağlı olarak uçucu yağların seskiterpenoid içerikleri %72.80 (Karamanlı) ile % 92.07 (Kapıdağ) arasında değişmiştir. Monoterpenler

grubuna dahil olan bileşenlerin oranları % 2.73-9.35 arasında belirlenmiş ve Karamanlı lokasyonundan alınan meyveler diğerlerinden daha yüksek oranda monoterpenik bileşen sentezlemiştir (Çizelge 2).

S. connatum meyve uçucu yağını oluşturan önemli bileşenler tüm lokasyonda da benzer olmakla birlikte, bileşen sayısı ve oranları arasında önemli varyasyonlar belirlenmiştir (Çizelge 2). Curzerene (% 15.56-25.45) ve germacrene-D (% 7.78-11.77) tüm lokasyonların uçucu yağlarında da bulunan önemli ortak bileşenler olarak saptanmıştır. Bunların yanı sıra, bütün lokasyonlarda tespit edilen diğer önemli bileşenler olarak; α -selinene'in Rahat Dağı (% 7.99), germacrene B (% 9.14), β -elemene (% 10.63) ve γ -elemene (% 10.01)'in Kapıdağ, furanodiene bileşeninin ise Eğirdir lokasyonunda (% 12.97) diğer lokasyonlara oranla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Rahat Dağı ve Kapıdağ lokasyonlarında önemli oranda procerin (% 6.69-5.23) bileşeni tespit edilmiştir. Aromadendrene (% 1.05-1.39) sadece en yüksek rakıma sahip Rahat Dağı ve en düşük rakıma sahip Karamanlı lokasyonlarında tespit edilmiştir. Androstan bileşenine Eğirdir lokasyonunda rastlanmamış olup, Kapıdağ lokasyonunda (% 0.11) iz miktarda, Karamanlı (% 3.11) ve Rahat Dağı lokasyonlarında (% 2.58) ise yüksek miktarda tespit edilmiştir. 7-isopropyl-1,4-dimethyl-azulen-2-ol bileşeni Rahat Dağı lokasyonunda (% 0.64) diğer lokasyonlara göre (Kapıdağ % 3.05, Eğirdir % 2.86 ve Karamanlı % 2.58) daha düşük oranda tespit edilmiştir. Eğirdir lokasyonunda germacrone içeriği (% 4.20) diğer lokasyonlara (% 0.11-0.82) oranla daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 2).

Farklı lokasyonlardan alınan meyve örneklerinin uçucu yağ oranlarında belirlenen farklılıkların bitkilerin genetik yapıları ile olum dönemlerindeki iklimsel farklılıklardan kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Nitekim bitkilerin yetiştiği lokasyonlar birbirlerinde oldukça farklı ekolojilere (sıcaklık, nispi nem, yağış, topoğrafya gibi) sahip oldukları için meyvelerin olgunluk dönemleri arasında önemli zaman farkı (20-30 gün arasında) görülmüştür. Meyvelerin olgunlaşma dönemlerindeki hava koşullarına bağlı olarak salgı kanalındaki uçucu yağ seviyelerinin değiştiği bazı araştırmacılar tarafında da bildirilmiştir (Özel, 2008; Özel, 2009). Benzer şekilde, Kandil ve ark. (2002), meyvelerin olgunlaşma dönemi içerisinde gerçekleşen yağışların veya yüksek sıcaklıkların uçucu yağ oranının düşmesine neden olabileceğini bildirmişlerdir. Tıbbi ve aromatik bitkilerin bileşenlerini oluşturan aktif maddelerin sentezi çoğunlukla genetik faktörlere (Palevitch, 1987) bağlı olmakla beraber değişen sıcaklık, yağış miktarı, hava nispi nemi, ışıklanma durumu ve rakım uçucu yağın kimyasal kompozisyonunda önemli varyasyonlara neden olabilmektedir (Mammadov, 2014, Karık ve ark., 2017; Şanlı ve ark., 2016; Şanlı ve Karadoğan, 2017; Sönmez ve ark., 2018). Kapıdağ lokasyonunda bitkilerin alındığı alanların genellikle bozkır ve kıraç alanlar olması, bu lokasyonun nispeten daha kurak bir iklime sahip olduğunu göstermektedir. Bu lokasyonda yetişen bitkilerde seskiterpenoid sentezinin yüksek olmasının muhtemelen kuraklık başta olmak üzere olumsuz iklim ve toprak koşullarına karşı bitki direncinin artırılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim, seskiterpenler grubuna giren bileşenlerin oksidatif stres başta olmak üzere farklı abiotik stres şartlarına karşı bitkilerde savunma sistemi oluşturdukları bilinmektedir (Phillips ve Croteau, 1999).

Apiaceae familyasına ait kültürü yapılan türlerle yapılan çalışmalarda meyve uçucu yağ kompozisyonunun bitkilerin yetiştirildikleri vejetasyon periyotlarındaki ekolojik koşulların farklı olmasına bağlı olarak önemli varyasyonlar gösterdiği bildirilmiştir (Şanlı ve ark., 2012; Özel ve ark., 2014). Uçucu yağ bileşenleri bakımından belirlenen farklılıkların özellikle genetik yapı ile bitkilerin yetiştiği lokasyonlar arasındaki coğrafik (rakım, yöney, eğim, toprak yapısı, vb.) ve iklimsel farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Araştırmada, α -thujene, sabinene, α -phellandrene, δ -3-carene, nerol, endobornyl acetate, veridiflorol, 1,4-benzenediacetonitrile, 2,3,5,6-tetramethyl, 1-(2,4,6-trimethyl-phenyl)-ethanone ve 2,6-octadiene, 4,5-dimethyl bileşenleri sadece düşük rakımda (Karamanlı lokasyonu); methyleugenol bileşeni ise sadece yüksek rakımda (Rahat Dağı lokasyonu) belirlenmiştir (Çizelge 2.). Konu ile ilgili olarak, Dirican ve Telci (2016), rezene bitkisinde rakımla fenchon arasında önemli ve olumlu, estragol arasında ise önemli fakat negatif korelasyon olduğunu bildirmişlerdir. Farklı aromatik bitkiler üzerine yapılan çalışmalarda uçucu yağı oluşturan bileşenler ve oranlarının rakıma bağlı olarak önemli varyasyon gösterdiği birçok araştırmacı tarafından da bildirilmiştir (Djamshidi ve ark., 2006; Sarvari, 2009; Mahzooni-Kachaip ve ark., 2014; Karadoğan ve ark., 2015; Sardrodi ve ark., 2017; Şanlı ve ark., 2019; Şanlı ve ark., 2020).

Çizelge 2. Dört farklı lokasyona ait *S. connatum* Boiss. & Kotschy meyve uçucu yağının kimyasal kompozisyonu

RI	Bileşenler	Rahat Dağı	Kapıdağ	Eğirdir	Karamanlı
924	α -thujene	-	-	-	0.28
932	α -pinene	-	-	0.43	2.83
969	sabinene	-	-	-	0.11
974	β -pinene	-	-	0.25	1.10
985	β -myrcene	-	-	0.14	0.08
1002	α -phellandrene	-	-	-	0.03
1008	δ -3-carene	-	-	-	0.04
1025	β -phellandrene	-	-	1.21	0.45
1028	anisele, ol-isopropenyl-	0.04	-	0.02	0.03
1227	nerol	-	-	-	0.02
1249	trans-anethole	0.35	0.06	0.08	0.18
1265	endobornyl acetate	-	-	-	0.03
1335	δ -elemene	0.15	0.54	0.25	0.24
1345	α -cubebene	0.10	0.56	0.61	-
1359	neryl acetate	-	-	-	0.05
1365	cis-l-carvyl acetate	0.05	0.02	0.04	0.05
1374	α -copaene	0.09	0.17	0.14	0.13
1379	geranyl acetate	1.74	2.47	0.52	1.54
1387	β -bourbonene	0.09	0.15	-	0.17
1389	Rt:11.789	0.42	0.69	0.43	0.42
1392	β-elemene	5.78	10.63	7.52	4.83
1396	cis-jasmone	0.33	0.07	-	0.30
1408	trans-caryophyllene	0.53	0.56	0.69	0.76
1434	γ-elemene	5.37	10.01	4.87	5.34

Çizelge 2. (Devamı)

1439	Aromadendrene	1.05	-	-	1.39
1459	alloaromadendrene	0.07	0.10	-	0.14
1452	α -humulene	0.49	1.05	0.51	0.64
1484	germacrene D	7.78	11.77	9.57	11.40
1492	β -guaiene	0.10	0.17	-	0.14
1496	ledene	0.26	-	-	0.13
1499	curzerene	15.56	25.45	20.66	18.97
1498	α-selinene	7.99	2.75	6.50	1.88
1500	bicyclogermacrene	1.04	-	-	0.93
1508	germacrene A	0.44	0.47	0.39	0.40
1517	Rt:13.842	0.04	-	-	-
1522	δ -cadinene	0.17	0.37	0.20	0.39
1559	germacrene B	7.90	9.14	4.32	7.54
1561	nerolidol	-	--	0.29	-
1574	germacrene d-4-ol	0.62	0.48	0.68	0.76
1577	spathulenol	0.56	-	-	1.78
1580	androst-2-en-1-one, (5.alpha.)-	0.62	-	-	-
1582	caryophyllene oxide	1.09	0.12	-	1.42
1585	Rt:14.780	0.17	-	-	0.34
1587	Rt:15.676	0.99	-	-	1.38
1589	furanodiene	3.98	4.66	12.97	5.05
1590	globulol	-	-	0.44	-
1595	Rt:15.734	1.13	-	-	2.94
1608	trans-2-tridecenal	0.41	0.07	-	0.55
1614	δ -guaiene	-	-	0.09	-
1615	juniper camphor	0.69	-	-	0.98
1618	androstan	2.58	0.11	-	3.11
1620	neoclovenoxid-alkohol	0.94	-	-	1.05
1624	Rt:15.226	-	0.06	-	0.77
1644	torreyol	0.70	0.08	-	0.02
1652	α -cadinol	0.83	-	-	1.17
1681	7-isopropyl-1,4-dimethyl-azulen-2-ol	0.64	3.05	2.86	2.58
1688	eudesma-4(15),7(11)-diene	0.15	0.29	0.94	0.29
1693	germacrone	0.82	0.11	4.20	0.72
1751	Rt:16.743	0.05	2.01	0.54	0.06
1761	Rt:16.858	0.13	-	0.92	0.09
1781	4,4-dimethyl-3-(3-methyl-3-buten-1-yliden)	1.69	0.69	2.16	2.01
1790	sinularene	1.96	1.15	2.73	2.18
1830	2,5-dimethylbicyclo[3.3.0]oct-6-en-8-one	0.23	0.12	0.43	0.42
1869	Rt:17.575	-	-	0.01	0.03
1870	Rt:17.509	0.39	0.50	-	0.35
1875	verrucarol	1.63	1.06	2.50	1.63
1095	3(4h)-dibenzofuranone,4a,9b-dihydro-8	-	0.16	0.89	0.29
1910	velleral	1.44	0.36	-	0.65

Çizelge 2. (Devamı)

1930	1,4-benzenediaceonitrile,2,3,5,6-tetramethyl	-	-	-	0.56
1931	procerin	6.69	5.23	-	-
1949	1-(2,4,6-trimethyl-phenyl)-ethanone	-	-	-	0.39
1956	2,6-octadiene, 4,5-dimethyl-	-	-	-	0.23
1959	allyl ionone	-	-	0.48	-
1961	veridiflorol	-	-	-	0.11
1976	methyleugenol	0.07	-	-	-
1986	hydroxy-valerenic acid	0.70	1.40	2.04	1.18
2001	desacetylcinobufotalin	2.08	-	1.14	-
2007	Rt:18.742	1.50	-	-	0.39
2013	(z)-valerenyl acetate	0.31	-	0.82	0.47
2020	Rt:19.854	4.68	0.74	0.50	0.22
2021	desacetylcinobufotalin	-	-	0.64	-
2023	Rt:20.000	0.26	-	-	0.04
2047	valerenal	0.11	0.40	-	-
2052	Rt:20.350	0.03	-	-	-
2082	Rt:20.708	0.05	-	-	0.02
	Monoterpenler	2.73	3.52	5.41	9.35
	Seskiterpenler	76.92	92.07	85.88	72.80
	Diğerleri	19.20	4.31	8.54	16.86
	Toplam (%)	98.85	99.90	99.83	99.01
		62	43	44	72

Rt: Retention Time (Geliş zamanı)

Sonuç

S. conatum meyvelerinin kültürü yapılan birçok Apiaceae türüne göre daha yüksek oranlarda uçucu yağ içeren genotiplerin bulunduğu, türe ait uçucu yağların özellikle seskiterpenoid bileşenler bakımından zengin olduğu belirlenmiştir. Çalışmada uçucu yağ miktarı ile yağın kalitesini belirleyen uçucu bileşenlerin sayısı ve oranlarının bitkilerin yetiştiği bölgenin coğrafik ve ekolojik koşullarından önemli derecede etkilendiği, buna bağlı olarak da bazı yeni bileşenlerin sentezlenebildiği, birbirine dönüşebildiği ya da oranlarının faydalı ya da zararlı olacak şekilde değişebildiği anlaşılmıştır. Meyve uçucu yağında yüksek oranda bulunan seskiterpen bileşenlerin bitki direncinin artırılması amacıyla, özellikle olumsuz iklim ve toprak koşullarına sahip habitatlarda, sentezinin arttığı saptanmıştır. Seskiterpenoidlerin farmakoloji, gıda ve tarım sektörlerinde önemli kullanım alanları bulunmakta olup, bu bileşenler bakımından zengin olan *S. conatum* uçucu yağının bahsedilen kullanım alanlarındaki etkinliklerine yönelik çalışmalar yapılmasının, türün ekonomik değerinin belirlenmesinde fayda sağlayabileceği düşünülmektedir. Bu nedenle, türle ilgili çalışmaların yoğunlaştırılması ile gerek kültüre alma ve ıslah çalışmalarında gerekse farklı alanlarda kullanımında türün yetiştiği bölgenin dikkate alınmasının gerekli olduğu sonucuna varılmıştır.

Teşekkür/Bilgi Notu

Bu araştırma TÜBİTAK 1001 programı tarafından maddi olarak desteklenmiştir (Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu, Proje No: 113O284). Bu çalışma “III. International Eurasian Agriculture and Natural Sciences Congress Turkey, 17 - 20 October 2019” kongresinde sunulmuş ve özet metin olarak yayınlanmıştır. Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir. Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır. Yazarlar çalışmaya ortak katkı sağlamış ve yazarlar arasında her hangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynakça

- Adams, P.R. 2007. Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectroscopy. Allured Publishing Corporation, Carol Stream, IL
- Benelli, G., Pavela, R., Iannarelli, R., Petrelli, R., Cappellacci, L., Cianfaglione, K., Afshar, F.H., Nicoletti, M., Canale, A. and Maggi, F. 2017. Synergized mixtures of Apiaceae essential oils and related plant-borne compounds: Larvicidal effectiveness on the filariasis vector *Culex quinquefasciatus* Say, *Industrial Crops and Products*. 96, 186–195.
- Bermejo, J.E. and Leon, J. 1994. Neglected Crops: 1492 from a different perspective. Fao Plant P, No: 26, FAO, Rome, Italy.
- Bertoli, A., Pistelli, L., Morelli, I., Fratemale, D., Giamperi, L. and Ricci, D. 2004. Volatile constituents of different parts (roots, stems and leaves) of *Smyrniolum olusatrum* L. *Flavour and Fragrance Journal*, 19 (6): 522-525.
- Council of Europe. 1980. European pharmacopoeia. Sainte-Ruffine: Maisonneuve, Strasbourg 5th Edn, Vol. 2.
- Daroui-Mokaddem, H., Kabouche, A., Bouacha, M., Soumati, B., El-Azzouny, A., Bruneau, C. and Kabouche, Z. 2010. GC/MS analysis and antimicrobial activity of the essential oil of fresh leaves of *Eucalyptus globulus* and leaves and stems of *Smyrniolum olusatrum* from constantine (Algeria). *Natural Product Communications*, 5(10): 1669 – 1672.
- Davis, P., H., Mill, R., R. and Kit, T., (EDS.) 1988. Flora of turkey and the east aegean island. *Edinburgh University Press*, Edinburgh 10.
- Davis, PH. 1972. Flora of turkey and the east aegean islands. Edinburgh: *Edinburg University Press.*, 4: 429-430.
- Demirci, S. and Eroğlu Özkan, E. 2014. Ethnobotanical studies of some Apiaceae plants in Kahramanmaraş and a review of their phytochemical studies. *İstanbul Ecz. Fak. Derg. / J. Fac. Pharm. Istanbul*, 44(2): 241-250.
- Dirican, A. ve Telci İ. 2016. Tokat florasında doğal yayılış gösteren rezene popülasyonlarının morfolojik ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 53 (3):293-299.

- Djamshidi, A., Aminzadeh, M., Azarnivand, H. and Abedi, M. 2006. The effects of altitude on quality and quantity of essential oil in *Thymus kotschyanus* L. *Iranian Research Journal of Aromatic and Medicinal Plants*, 5(18): 17-22.
- El-On, J., Ozer, L., Gopas, J., Sneir, R., Enav, H., Luft, N., Davidov, G., Golan-Goldhirsh, A. 2009. Antileishmanial activity in Israeli plants. *Annals of Tropical Medicine & Parasitology*, 103: 297–306.
- Göze Özdemir, F. G., Tosun, B., Şanlı, A. ve Karadoğan, T. 2021. Türkiye’de yetişen bazı *Apiaceae* türlerinin uçucu yağlarının kök lezyon nematodlarına karşı nematisidal aktiviteleri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 30- 2.
- Jafri, S. M.H. and El-Gadi, A. 2001. Flora of Libya, Al Faatheh University, *Faculty of Science Publication*, Tripoli, 117-30.
- Kandil, M.A.M.H., Salah, A., Omer, E.S.E., El-Gala, M., Sator, C. and Schnug, E. 2002. Fruit and essential oil yield of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) grown with fertilizer sources for organic farming in egypt. *Landbauforschung Volkenrode*, 52(3): 135-139.
- Karadoğan, T., Şanlı, A., Tosun, B. ve Özçelik, H. 2015. Göller yöresinde yayılış gösteren *Glaucosciadium cordifolium* (Boiss.) Burt & Davis bitkisinin uçucu yağ oranı ve bileşenleri. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 8(1): 35-39.
- Karık, Ü., Çiçek, F. ve Çınar, O. 2017. Menemen ekolojik koşullarında lavanta (*Lavandula* spp.) tür ve çeşitlerinin morfolojik, verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 27(1): 17-28.
- Li, W., J. Shi, J., Papa, F. and Maggi, X. 2016. Chen, Isofuranodiene, the main volatile constituent of wild celery (*Smyrniun olusatrum* L.), protects D-galactosamin/lipopolysacchride-induced liver injury in rats, *Natural Product Research*, 30: 1162–1165.
- Mahzooni-Kachapi, S.S., Mahdavi, M., Jouri, M.H., Akbarzadeh, M. and Roozbeh-Nasira'ei, L. 2014. The effects of altitude on chemical compositions and function of essential oils in *Stachys lavandulifolia* Vahl. *Iran. Int. J., Med. Arom. Plants*, 4(2): 107-116.
- Mammadov, R. 2014. Tohumlu bitkilerde sekonder metabolitler. Nobel Akademik Yayıncılık. Yayın No: 841. Ankara.
- Marongiu, B., Piras, A., Porcedda, S., Falconieri, D., Frau, M. A., Maxia, A., Gonçalves, M. J., Cavaleiro, C. and Salgueiro, L. 2012. Antifungal activity and chemical composition of essential oils from *Smyrniun olusatrum* L. (Apiaceae) from Italy and Portugal, *Natural Product Research*, 26: 993–1003.
- Mungan, F. 2011. Türkiye'nin *Smyrniun* L. cinsinin (Umbelliferae) türleri üzerine morfolojik ve palinolojik bir çalışma. Yüksek Lisans tezi, Celal Bayar Üniversitesi, Biyoloji Bölümü.
- Mungan, F., Yıldız, K., Kılıç, M. and Kuh M. 2015. A morphological study of *Smyrniun* (Apiaceae) from Turkey. *Biological Diversity and Conservation*, 8(3): 54-59.

- Özel, A. 2008. Anise (*Pimpinella Anisum*): Changes in yields and component composition on harvesting at different stages of plant maturity. *Expl Agric. Cambridge University Press*, 45: 117–126.
- Özel, A. 2009. Changes on essential oil composition of aniseed (*Pimpinella anisum* L.) during ten maturity stages. *Asian Journal of Chemistry*, 21 (2): 1289-1294.
- Özel, A., Koşar, İ. ve Erden K. 2014. Farklı ekim zamanlarının kişniş (*Coriandrum Sativum* L.) uçucu yağ bileşenlerine etkisi. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14(3): 55-62.
- Palevitch, D. 1987. Recent advances in the cultivation of medicinal and aromatic plants. *Acta Horticulturae*, 208: 29-35.
- Pavela, P., Pavoni, L., Bonacucina, G., Cespi, M., Kavallieratos, N. G., Cappellacci, L., Petrelli, R., Maggi, F. and Benelli, G. 2019. Rationale for developing novel mosquito larvicides based on isofuranodiene microemulsions, *J Pest Sci.*, 92: 909–921.
- Phillips, M.A. and Croteau, R.B. 1999. Resin-based defenses in conifers, *Trends In Plant Science*, 4-5. S1360-1385-01401-6.
- Rostad, C.E. and Pereira, W.E. 1986. Kovats and Lee retention indices determined by gas chromatography/mass spectrometry for organic compounds of environmental interest. *Journal of High Resolution Chromatography*, 9(6): 328-334.
- Sardrodi, A.F., Soleimani, A., Kheiry, A. and Zibareresht, R. 2017. Essential oil composition of *Achillea aucheri* Boiss at different growing altitudes in damavand, *Iran. J. Agr. Sci. Tech.*, 19: 357-364.
- Sarvari, A. 2009. The effects of environmental factors on the essential rate of *Stachys lavandulifolia* in Tohe Jaan of Chenaran. Ms. Thesis in Rangeland Management, TMU, 88p.
- Sönmez, Ç., Şimşek Soysal, A. Ö., Okkaoğlu, H., Karık, Ü., Taghiloofar, A. H. and Bayram, E. 2018. Determination of some yield and quality characteristics among individual plants of lavender (*Lavandula angustifolia* Mill.) populations grown under mediterranean conditions in Turkey. *Pakistan Journal of Botany*, 50(6): 2285-2290.
- Stein, S.E. 1990. National institute of standards and technology (NIST) massspectral database and software. Version 3.02. Juen USA.
- Şanlı, A., Karadoğan, T. ve Daldal, H. 2012. Burdur’da tarımı yapılan bazı *Umbelliferae* türlerinin uçucu yağ oranı ve bileşenlerinin belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7 (1):27-31.
- Şanlı, A., Karadoğan, T., Tosun, B., Tonguç, M. ve Erbaş, S. 2016. Growth Stage and drying methods affect essential oil content and composition of Pickling Herb (*Echinophora tenuifolia* subsp. *sibthorpiana* Tutin) *Nat. Appl. Sci.* 20: 143- 149.
- Şanlı, A. and Karadoğan, T. 2017. Geographical impact on essential oil composition of endemic *Kundmannia anatolica* Hub.- Mor. (*Apiaceae*). *Afr. J. Tradit Complement Altern. Med.*, 14(1):131-137.

- Şanlı, A., Karadoğan, T., Güvenç, M. ve Tosun, B. 2019. Göller yöresi florasında farklı lokasyonlarda yetişen *Cnidium silaifolium* (Jacq.) Simonkai'nin uçucu yağ bileşenleri. *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7(3): 58-61.
- Şanlı, A., Karadoğan, T., Tosun, B., and Erbaş, S. 2020. Variation of chemical composition of essential oils in wild populations of *Ferulago cassia* Boiss. from Turkey. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 23(6):1386-1394.
- Tsasi, G., Soković, M., Cirić, A., Eriotou, E., Sakadani, E., Samaras, Y. and Skaltsa, H. 2016. Antifungal Compounds Isolated from *Smyrniium olusatrum* L. Essential Oil, Growing Wild in Cephalonia, Greece. Chemical Analysis and Structure Elucidation, *Rec Nat Prod.* 10-93.



Evaluation of Gebze-Orhangazi-İzmir Highway's Landscape Plants^A

Esra ÖZKAN¹, Murat ZENCİRKIRAN^{2*}

Abstract: In this study, Gebze-Orhangazi-İzmir Highway, which is the longest completed highway in Turkey with a length of 426 km, landscape plants have been examined in terms of ecological, aesthetic and suitability criteria. Gebze-Orhangazi-İzmir Highway consists of 7 sections, namely Gebze-Orhangazi, Orhangazi-Bursa, Bursa-Susurluk, Susurluk-Balıkesir, Balıkesir-Kırkağaç, Kırkağaç-Manisa, and Manisa-İzmir. It has been determined that 107 landscape plant taxa are used in the whole study area. It has been determined that Gebze-Orhangazi section has the highest taxa diversity and Bursa-Susurluk section has the least taxa diversity. It is seen that a total of 6,144,974 plants are used in the whole highway. Of landscape plants which are used as taxa, 59.81% are exotic (foreign), 40.19% are natural (domestic). It has been found that 74.77% of them are resistant to frost, 63.55% of them are resistant to drought, and 37.38% of them are resistant to salinity. It is observed that 92.52% of the taxa are suitable for the highway landscape.

Anahtar Kelimeler: Gebze-Orhangazi-İzmir Highway, Highway landscape, Landscape plants.

^A This study was produced from part of Esra ÖZKAN 's Master Thesis. No ethics commission permission is required in this manuscript. The manuscript has been prepared in accordance with publication and research ethics.

* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** ² Murat ZENCİRKIRAN, Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü Bölümü, 16059, Bursa-TÜRKİYE, mzencirkiran@uludag.edu.tr, [OrcID 0000-0003-0051-8937](https://orcid.org/0000-0003-0051-8937)

¹ Esra ÖZKAN, Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü Bölümü, 16059, Bursa-TÜRKİYE, esraozkann@windowslive.com, [OrcID 0000-0003-3325-0391](https://orcid.org/0000-0003-3325-0391)

Gebze-Orhangazi-İzmir Otoyolunun Peyzaj Bitkilerinin Değerlendirilmesi

Öz: Bu çalışmada, 426 km uzunluğu ile Türkiye'nin yapımı tamamlanmış en uzun otoyolu olan Gebze-Orhangazi-İzmir otoyolu peyzaj bitkileri ekolojik, estetik ve uygunluk kriterleri bakımından incelenmiştir. Gebze-Orhangazi-İzmir Otoyolu; Gebze-Orhangazi, Orhangazi-Bursa, Bursa-Susurluk, Susurluk-Balıkesir, Balıkesir-Kırkağaç, Kırkağaç-Manisa ve Manisa-İzmir olmak üzere 7 ayrı kesimden oluşmakta olup çalışma alanının tamamında 107 farklı peyzaj bitki taksonunun kullanıldığı tespit edilmiştir. En yüksek takson çeşitliliğinin Gebze-Orhangazi kesiminde yer aldığı, en az takson çeşitliliğinin ise Bursa-Susurluk kesiminde olduğu belirlenmiş olup otoyol bütününde toplam 6.144.974 adet bitkinin kullanıldığı görülmüştür. Peyzaj bitkisi olarak kullanılan taksonların %59,81'inin egzotik (yabancı yurtlu), %40,19'unun doğal (yerli yurtlu) taksonlardan seçildikleri aynı zamanda taksonların %85,05'inin hava kirliliğine, %76,64'ünün rüzgara, %35,52'sinin dona, %74,77'sinin sıcaklığa %63,55'inin kuraklığa, %37,38'inin ise tuzluluğa karşı dayanıklı oldukları bulunmuştur. Taksonların %92,52'sinin otoyol peyzajı için uygun taksonlar olduğu görülmüştür.

Keywords: Gebze-Orhangazi-İzmir Otoyolu, Otoyol Peyzajı, Peyzaj Bitkileri.

Introduction

Described as “roads with special coating on which entry and exit are banned except specific places and conditions especially allocated for through traffic, where pedestrians, animals and non-motorized vehicles may not enter but from which authorized motor vehicles benefit, that are divided and bi-directional, each of the directions has three or more lanes, and where traffic is subjected to a special control”, highways are transportation systems with high standards that allow fast and safe vehicle traffic and were started to be used in our country firstly in 1973 (Balkaya 2016, Dere 2017). Today, the total length of highways in Turkey has reached 3,164 km (Figure 1).



Figure 1. Map of Highways in Turkey (Anonymous 2020)

Landscape works carried out on roads are divided into three groups: 1. The solution of the problems that arise after the restoration of the nature that is deteriorated due to road construction and the opening of the road for use (problems in cutting and embankment slopes and the material receiving places, rockslide and landslide, environmental pollution), 2. Works aimed at ensuring the safety and comfort of road users (prevention of the disturbance caused by headlights on highways with a traffic island, an increase of the visibility distance in undulating lands, identification of bridge, crossroad, settlement and recreation areas, etc.), 3. The protection and maintenance of road landscaping (facility and planted areas) (Köseoğlu 1980). Elements of the plan such as the project speed of the road, road route, parallelism, cuttings and embankments, geometric road standards, and vegetation affect the relations between the roads and the landscape (Koç 1979, Koç and Şahin 1999, Dirik 2005).

In the design of high-standard highways that respond to the increasing traffic density and transportation needs, important solutions are required in terms of aesthetics as well as technical aspects (Balkaya 2016).

The purpose of landscaping carried out on highways; Repairing the natural structure destroyed by the road construction by using natural plants of that region, making improvements on the slopes where surface flows may occur, protecting the nearby settlements where the highway passes from negative effects such as noise, pollution, harmful gases, ensuring that the vehicles slow down without harming the driver in case they go off the road, it is to make the tunnel, toll booth entrances and exits and junction entrances and exits clear, that is, to minimize the negative effects that may occur on the highway and to ensure the safety and security of those travelling on the highway (Selimoğlu 1994, Karakaş 1998, Otuzoğlu et al. 2014).

Newly constructed roads should be built in harmony with nature without disturbing the natural structure of the region throughout their routes (Ertekin 2010) and plantation work should be prepared for roads by taking into account the general climate and environmental conditions (Selim ve Atabey 2020). Plantation works on highways are one of the primary factors that affect the relationship between the road line and the landscape and the plant taxa that are used for architectural, engineering, climatic and aesthetic functions (Türkdoğdu 2016) play a key role for a successful and permanent landscape.

From this point of view, the landscape plants used on “Gebze-Orhangazi-İzmir Highway” which has the longest completed road network in Turkey were evaluated in terms of ecological, aesthetic and suitability criteria for highway landscape tree in this study.

Material and Method

The landscape (design) plants that were used for planting design projects on the route of Gebze-Orhangazi-İzmir Highway (Figure 2), which has the longest road network in Turkey and includes transitions to Kocaeli, Bursa, Balıkesir, Manisa, and İzmir provinces, and still take place within the borders of the highway constitute the main material of this study.

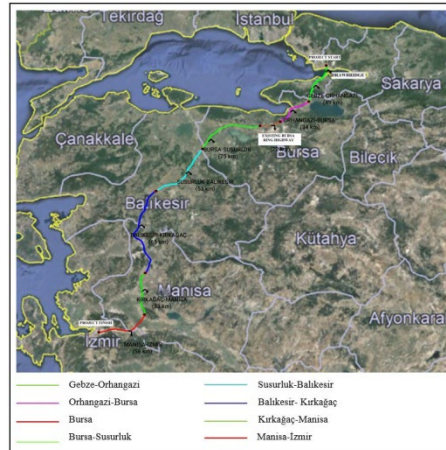


Figure 2. The location of the study area (Original)

The research method consists of three stages, namely data collection, land observation and evaluation of the obtained data.

In the first stage, the resources (thesis, book, report, article, etc.) related to the subject were investigated and collected, landscape projects of the study area and the project reports were obtained after having contacts with the related institutions.

In the second stage, the landscape projects were examined according to the principles of highway landscape planning and implementation (Köseoğlu 1980, Selimoğlu 1994, Karakaş 1998, Türkdöğdu 2016, Metin Öz 2019). The study area was visited and on-site observations were made for compliance of the project with the implementation in the field, then field study performed by taking photos of the study. The taxa used in the highway landscape design were identified with the studies. For the identified taxa, classifications were made in terms of:

- a. Distributions,
- b. Aesthetic characteristics,
- c. Ecological tolerance and requirement status,
- d. Distributions of maintenance needs,
- e. Suitability status for highway planting.

Aesthetic characteristics are evaluated as:

- Form (pyramidal-columnar, round-spherical, spreading, weeping),
- Texture (coarse, medium, and fine),
- Colour of leaves (green, yellow-red, light green, dark green, red-green, green, yellow-green, grey-green, blue-green),

- Colour of flowers (yellow, red, white, pink, greenish yellow, cream-white, cream, pink-white, lilac-purple, different colours),
- Scent and emphasis effect (there is (+), there isn't (-)),
- Fall colour effect (active (+), not active (-)) (Pamay 1992, Pamay 1993, Hillier 1998, Güngör et al. 2002, Zencirkıran 2013, Anonymous 2019a, Anonymous 2019b, Anonymous 2019c).

Of taxa; ecological tolerance status (air pollution-wind-frost-temperature-salinity-drought resistances) (1. not resistant, 2. moderately resistant, 3. resistant), light requirements (1. penumbra, 2. sun/penumbra, 3. sun), Plant maintenance requirements (1. low, 2. medium, 3. high) and suitability status to be road side tree (suitable (+), unsuitable (-)) were demonstrated by benefitting from researchers such as (Ermeýdan et al. 2016, Zencirkıran and Akdeniz 2017, Akdeniz et al. 2017, Akdeniz et al. 2019, Anonymous 2019d).

At the third stage of the study, the obtained data was evaluated and time series analysis in SPSS 22 program was used for the evaluation of the data.

Results

6,144,974 plants in total were used in Gebze-Orhangazi-İzmir Highway landscape that was examined within scope of the study, 1.274.852 of which are trees, 4.739.179 of which are shrubs, 219 of which are palms, 24.585 of which are climbers, 400 of which are herbaceous plants, and 105.739 of which are groundcovers. In the study area, 107 taxa of landscape plants belonging to 75 genera in 49 families were determined (Table 1).

Table 1. The taxa identified throughout the whole study area (Gebze-Orhangazi-İzmir Highway)

FAMILY	GENUS	TAXA
Aceraceae (Sapindaceae)	<i>Acer</i>	<i>Acer negundo</i> L.
		<i>Acer platanoides</i> L.
Aizoaceae	<i>Carpobrotus</i>	<i>Carpobrotus acinaciformis</i> L.
Anacardiaceae	<i>Schinus</i>	<i>Schinus molle</i> L.
Apocynaceae	<i>Nerium</i>	<i>Nerium oleander</i> L.
		<i>Nerium oleander</i> 'Nana'
Araliaceae	<i>Hedera</i>	<i>Hedera helix</i> L.
Arecaceae	<i>Washingtonia</i>	<i>Washingtonia filifera</i> Wendl.
Berberidaceae	<i>Berberis</i>	<i>Berberis thunbergii</i> 'Atropurpurea'
		<i>Berberis thunbergii</i> 'Atropurpurea Nana'
Betulaceae	<i>Mahonia</i>	<i>Mahonia aquifolium</i> Nutt.
	<i>Betula</i>	<i>Betula verrucosa</i> Roth.
Betulaceae	<i>Carpinus</i>	<i>Carpinus betulus</i> 'Fastigiata'
Bignoniaceae	<i>Catalpa</i>	<i>Catalpa bignonioides</i> Scop.
Buddleiaceae	<i>Buddleia</i>	<i>Buddleia davidii</i> Franch.
Caprifoliaceae	<i>Abelia</i>	<i>Abelia x grandiflora</i> 'Confetti'
		<i>Abelia x grandiflora</i> 'Prostata'

FAMILY	GENUS	TAXA	
	<i>Lonicera</i>	<i>Lonicera caprifolium</i> L. <i>Lonicera nitida</i> L.	
	<i>Viburnum</i>	<i>Viburnum tinus</i> L.	
Celastraceae	<i>Euonymus</i>	<i>Euonymus alatus</i> L. <i>Euonymus fortunei</i> Turcz. <i>Euonymus japonica</i> 'Aurea'	
Cornaceae	<i>Cornus</i>	<i>Cornus alba</i> L.	
Crassulaceae	<i>Sedum</i>	<i>Sedum acre</i> L. <i>Sedum</i> sp.	
Cupressaceae	<i>Cupressocyparis</i>	<i>x Cupressocyparis leylandii</i> M.L. Green.	
	<i>Cupressus</i>	<i>Cupressus arizonica</i> Greene. <i>Cupressus macrocarpa</i> Hartw. <i>Cupressus macrocarpa</i> 'Goldrest' <i>Cupressus sempervirens</i> L.	
		<i>Juniperus</i>	<i>Juniperus horizontalis</i> Moench.
		<i>Thuja</i>	<i>Thuja orientalis</i> L. <i>Thuja orientalis</i> 'Compacta' <i>Thuja orientalis</i> 'Pyramidalis'
	Elaeagnaceae	<i>Elaeagnus</i>	<i>Elaeagnus angustifolia</i> L.
Escalloniaceae	<i>Escallonia</i>	<i>Escallonia</i> sp.	
Fabaceae	<i>Cytisus</i>	<i>Cytisus praecox</i> 'Allgold'	
Fagaceae	<i>Fagus</i>	<i>Fagus sylvatica</i> L.	
	<i>Quercus</i>	<i>Quercus cerris</i> L. <i>Quercus coccifera</i> L. <i>Quercus robur</i> L.	
Ginkgoaceae	<i>Ginkgo</i>	<i>Ginkgo biloba</i> L.	
Hamamelidaceae	<i>Liquidambar</i>	<i>Liquidambar orientalis</i> Mill.	
Hemerocallidaceae	<i>Hemerocallis</i>	<i>Hemerocallis hybrida</i> L.	
Hippocastanaceae	<i>Aesculus</i>	<i>Aesculus hippocastanum</i> L.	
Labiatae	<i>Rosmarinus</i>	<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	
Lamiaceae	<i>Lavandula</i>	<i>Lavandula angustifolia</i> Mill.	
Lauraceae	<i>Laurus</i>	<i>Laurus nobilis</i> L.	
Leguminosae	<i>Cercis</i>	<i>Cercis siliquastrum</i> L.	
	<i>Gleditsia</i>	<i>Gleditsia triacanthos</i> L.	
	<i>Robinia</i>	<i>Robinia pseudoacacia</i> L. <i>Robinia hispida</i> L. <i>Robinia pseudoacacia</i> 'Umbraculifera'	
<i>Spartium</i>	<i>Spartium junceum</i> L.		
Lythraceae	<i>Lagerstroemia</i>	<i>Lagerstroemia indica</i> L.	
Magnoliaceae	<i>Magnolia</i>	<i>Magnolia grandiflora</i> L.	
Malvaceae	<i>Hibiscus</i>	<i>Hibiscus syriacus</i> L.	
Meliaceae	<i>Melia</i>	<i>Melia azedarach</i> L.	
Mimosaceae	<i>Acacia</i>	<i>Acacia retinoides</i> Schltr.	
Moraceae	<i>Morus</i>	<i>Morus alba</i> L.	
Myrtaceae	<i>Callistemon</i>	<i>Callistemon laevis</i> L.	
	<i>Forsythia</i>	<i>Forsythia x intermedia</i> Zab.	
Oleaceae	<i>Fraxinus</i>	<i>Fraxinus excelsior</i> L.	
	<i>Jasminum</i>	<i>Jasminum nudiflorum</i> L.	

FAMILY	GENUS	TAXA
	<i>Ligustrum</i>	<i>Ligustrum japonicum</i> Thunb.
	<i>Olea</i>	<i>Olea europaea</i> L.
		<i>Olea oleaster</i> L.
	<i>Syringa</i>	<i>Syringa vulgaris</i> L.
Onagraceae	<i>Gaura</i>	<i>Gaura lindheimeri</i> Engelm. & A.Gray.
Palmea	<i>Chamaerops</i>	<i>Chamaerops excelsa</i> L.
		<i>Chamaerops humulis</i> L.
Pinaceae	<i>Cedrus</i>	<i>Cedrus atlantica</i> Manetti.
		<i>Cedrus deodora</i> G.Don.
		<i>Cedrus libani</i> A.Rich.
Pinaceae	<i>Picea</i>	<i>Picea pungens</i> L.
		<i>Picea pungens</i> 'Glauca'
	<i>Pinus</i>	<i>Pinus brutia</i> Henry.
		<i>Pinus nigra</i> Arnold.
Pittosporaceae	<i>Pittosporum</i>	<i>Pinus pinea</i> L.
		<i>Pittosporum tobira</i> 'Nana'
Platanaceae	<i>Platanus</i>	<i>Platanus occidentalis</i> L.
		<i>Platanus orientalis</i> L.
Poaceae	<i>Miscanthus</i>	<i>Miscanthus sinensis</i> L.
	<i>Panicum</i>	<i>Panicum virgatum</i> 'Heavy Metal'
Punicaceae	<i>Punica</i>	<i>Punica granatum</i> L.
Rosaceae	<i>Cotoneaster</i>	<i>Cotoneaster horizontalis</i> Decne.
		<i>Cotoneaster salicifolia</i> L.
	<i>Malus</i>	<i>Malus floribunda</i> Sieb. ex Van Houtte.
		<i>Photinia fraseri</i> 'Nana'
	<i>Photinia</i>	<i>Photinia fraseri</i> 'Red Robin'
		<i>Photinia serrulata</i> Franch.&Sav.
		<i>Prunus cerasifera</i> Ehrh.
	<i>Pyracantha</i>	<i>Pyracantha coccinea</i> Roem.
		<i>Pyracantha coccinea</i> 'Nana'
		<i>Rosa canina</i> L.
<i>Rosa</i>	<i>Rosa x hybrida</i> L.	
	<i>Rosa</i> 'meiland'	
	<i>Spirea vanhouttei</i> Zab.	
Salicaceae	<i>Populus</i>	<i>Populus tremula</i> L.
	<i>Salix</i>	<i>Salix alba</i> L.
	<i>Salix</i>	<i>Salix babylonica</i> L.
Simaroubaceae	<i>Ailanthus</i>	<i>Ailanthus altissima</i> Mill.
Tamaricaceae	<i>Tamarix</i>	<i>Tamarix tetrandra</i> Pall.
Tiliaceae	<i>Tilia</i>	<i>Tilia tomentosa</i> Moench.
Ulmaceae	<i>Celtis</i>	<i>Celtis australis</i> L.
Vitaceae	<i>Ampelopsis</i>	<i>Ampelopsis quinquefolia</i> L.

Considering the distribution of taxa according to their families, it has been seen that taxa mostly belong to Rosaceae (13 taxa) and Cupressaceae (9 taxa) (Figure 2).

Table 2. Distributions of the taxa, determined at the whole study area, according to families

Families	N-Samp.Num.	GD (%)	N-Samp. Num.	SD (%)	N-Samp.Num.	VD (%)
Aceraceae	1	1.33	2	1.87	0	0.00
Aizoaceae	1	1.33	1	0.93	0	0.00
Anacardiaceae	1	1.33	1	0.93	0	0.00
Apacynaceae	1	1.33	2	1.87	1	5.88
Araliaceae	1	1.33	1	0.93	0	0.00
Arecaceae	1	1.33	1	0.93	0	0.00
Berberidaceae	2	2.67	3	2.80	2	11.76
Betulaceae	2	2.67	2	1.87	1	5.88
Bignoniaceae	1	1.33	1	0.93	0	0.00
Buddleiaceae	1	1.33	1	0.93	0	0.00
Caprifoliaceae	3	4.00	5	4.67	1	5.88
Celastraceae	1	1.33	3	2.80	1	5.88
Cornaceae	1	1.33	1	0.93	0	0.00
Crassulaceae	1	1.33	2	1.87	0	0.00
Cupressaceae	4	5.33	9	8.41	3	17.65
Elaeagnaceae	1	1.33	1	0.93	0	0.00
Escalloniaceae	1	1.33	1	0.93	0	0.00
Fabaceae	1	1.33	1	0.93	0	0.00
Fagaceae	2	2.67	4	3.74	0	0.00
Ginkgoaceae	1	1.33	1	0.93	0	0.00
Hamamelidaceae	1	1.33	1	0.93	0	0.00
Hemerocallidaceae	1	1.33	1	0.93	0	0.00
Hippocastanaceae	1	1.33	1	0.93	0	0.00
Labiatae	1	1.33	1	0.93	0	0.00
Lamiaceae	1	1.33	1	0.93	0	0.00
Lauraceae	1	1.33	1	0.93	0	0.00
Leguminosae	4	5.33	6	5.61	2	11.76
Lythraceae	1	1.33	1	0.93	0	0.00
Magnoliaceae	1	1.33	1	0.93	0	0.00
Malvaceae	1	1.33	1	0.93	0	0.00
Meliaceae	1	1.33	1	0.93	0	0.00
Mimosaceae	1	1.33	1	0.93	0	0.00
Moraceae	1	1.33	1	0.93	0	0.00
Myrtaceae	1	1.33	1	0.93	0	0.00
Oleaceae	6	8.00	7	6.54	0	0.00
Onagraceae	1	1.33	1	0.93	0	0.00
Palmeae	1	1.33	2	1.87	0	0.00
Pinaceae	3	4.00	8	7.48	1	5.88
Pittosporaceae	1	1.33	1	0.93	1	5.88
Platanaceae	1	1.33	2	1.87	0	0.00
Poaceae	2	2.67	2	1.87	1	5.88
Punicaceae	1	1.33	1	0.93	0	0.00
Rosaceae	7	9.33	13	12.15	3	17.65
Salicaceae	2	2.67	3	2.80	0	0.00
Simaroubaceae	1	1.33	1	0.93	0	0.00
Tamaricaceae	1	1.33	1	0.93	0	0.00
Tiliaceae	1	1.33	1	0.93	0	0.00
Ulmaceae	1	1.33	1	0.93	0	0.00
Vitaceae	1	1.33	1	0.93	0	0.00

N-Samp. Num.: N sampling number GD: Genus Distribution SD: Species Distribution VD: Sub-species and variety distribution

The result of the evaluations made in terms of origin showed that among the landscape plants which are used as taxa in the study field, 59.81% are exotic (foreign) taxa and 40.19% are natural (domestic) taxa (Figure 3).

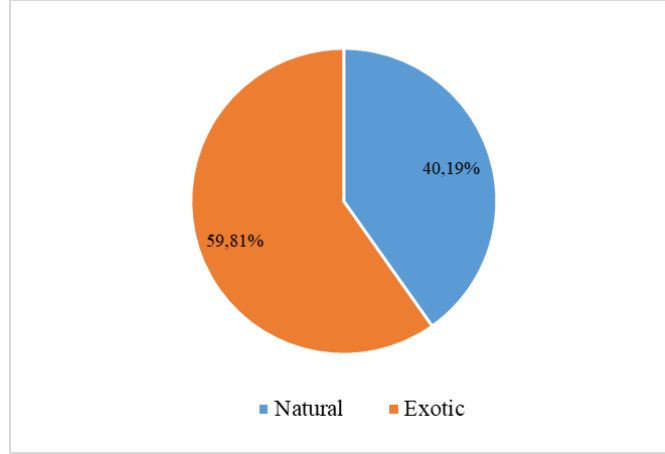


Figure 3. Distribution of taxa determined throughout the study area according to natural and exotic species

Evaluations made in terms of life forms showed that, 49.54% of the landscape plants in the project area are trees, 39.25% of which are shrubs, 2.80% of which are climbers, 2.80% of which are palms, and 5.61% of which are herbaceous plants and groundcovers (Figure 4). It was determined that among the taxa determined, 15.89% of which are from the Gymnospermae sub-group and 84.11% of which are from the Angiospermae sub-group (Figure 5).

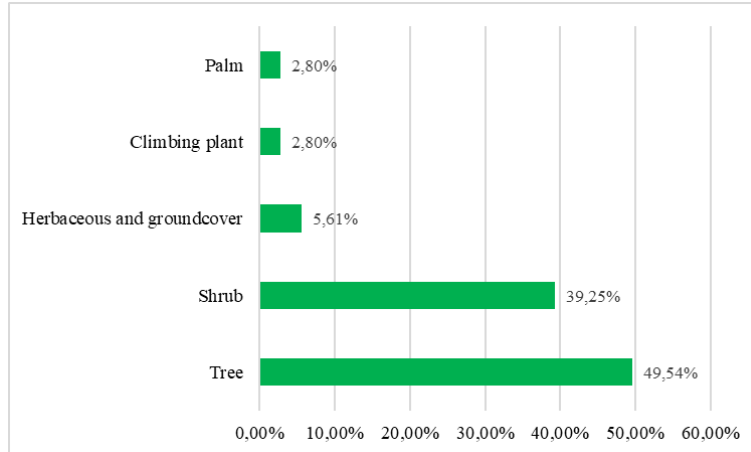


Figure 4. Distributions of the taxa according to life forms

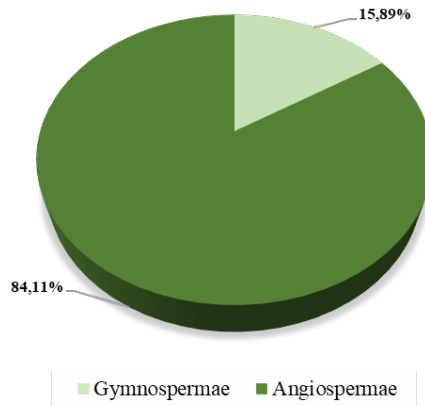


Figure 5. Distributions of the taxa according to taxonomic groups

It was identified that among the taxa determined, 27.10% of which have round-scattered form and 20.56% of which have scattered form (Figure 6), 23.37% of which have fine texture, 51.40% of which have medium texture, 25.23% of which have coarse texture (Figure 7), at the same time, 32.71% have smell effect, 65.42% of which have emphasis effect, and 30.84% of which have fall colour effect (Figure 8).

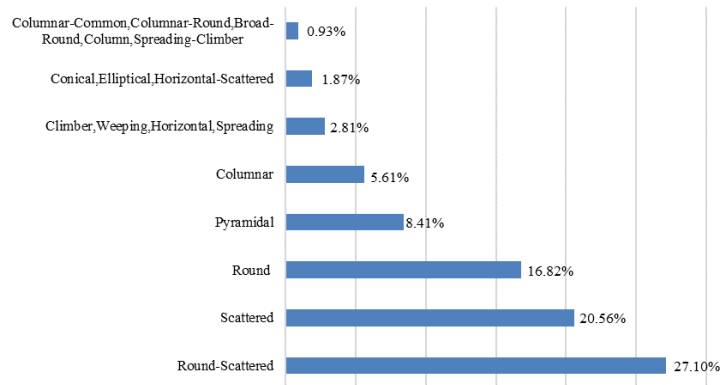


Figure 6. Distributions of taxa according to their forms

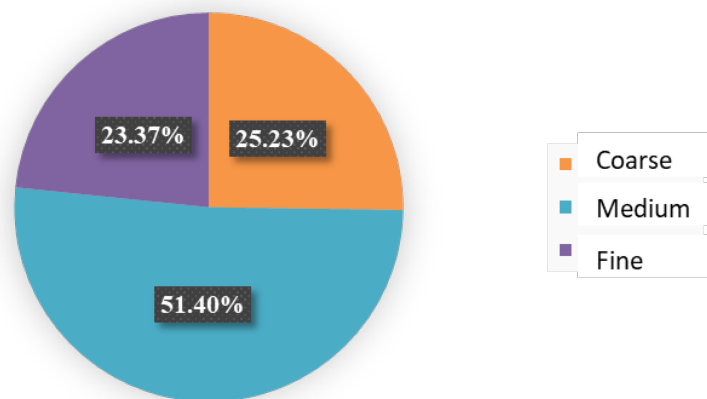


Figure 7. Distributions of taxa according to their textures

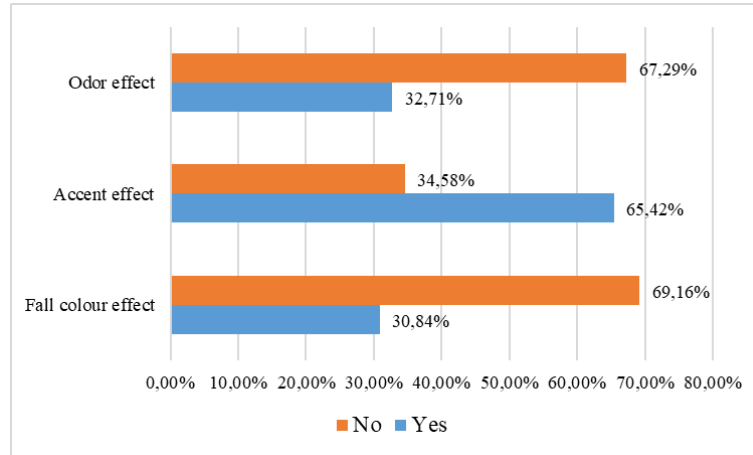


Figure 8. Distributions of taxa according to their odor-accent-fall colour effects

When the ecological tolerance status of the taxa in the whole study area is evaluated, it was determined that 85.05% of the taxa were resistant to air pollution, 76.64% of the taxa were resistant to wind, 35.52% of the taxa were resistant to frost, 74.77% of the taxa were resistant to temperature, 63.55% of the taxa were resistant to drought, and 37.38% of the taxa were resistant to salinity (Figure 9).

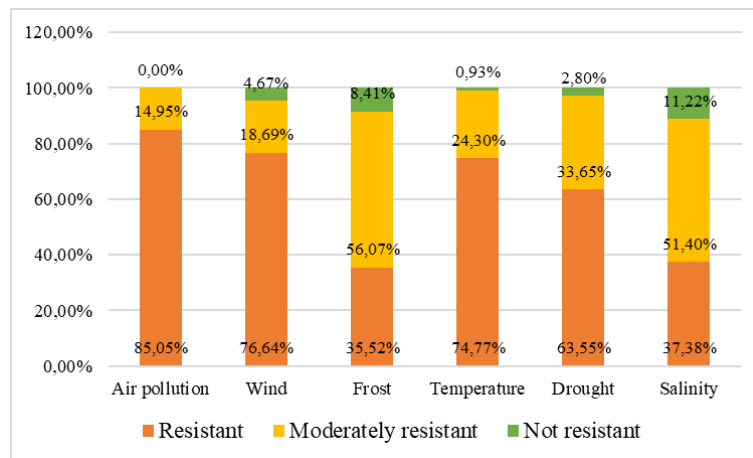


Figure 9. Distributions of taxa according to their ecological tolerance

In the evaluations made in terms of their light requirements, it was determined that 1.87% of the taxa required penumbra, 70.09% of which required penumbra/sun, and 28.04% of which required a sunny environment (Figure 10).

Evaluations made in terms of suitability for highway planting revealed that 92.52% of the taxa used were suitable and 7.48% of which were not suitable for this purpose (Figure 11).

As a result of the evaluations made in terms of their care requirements, it was determined that 57.01% of the taxa are in the group of the taxa that require low care, 40.19% fall in the group that require medium care, and 2.80% fall in the group that require high care (Figure 12).

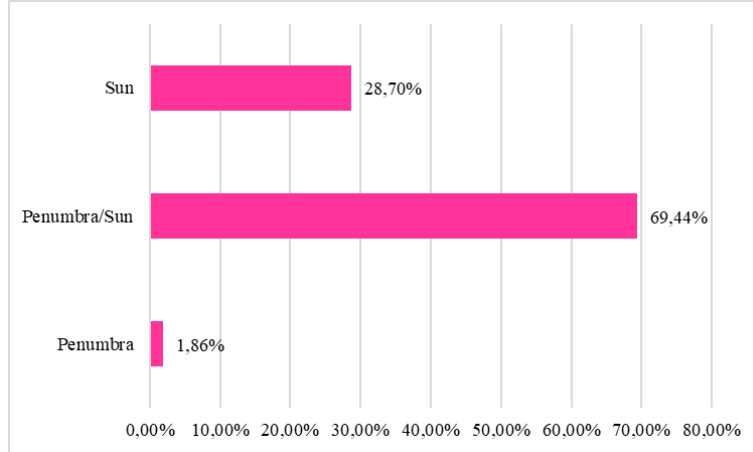


Figure 10. Distributions of the taxa according to their light requirements

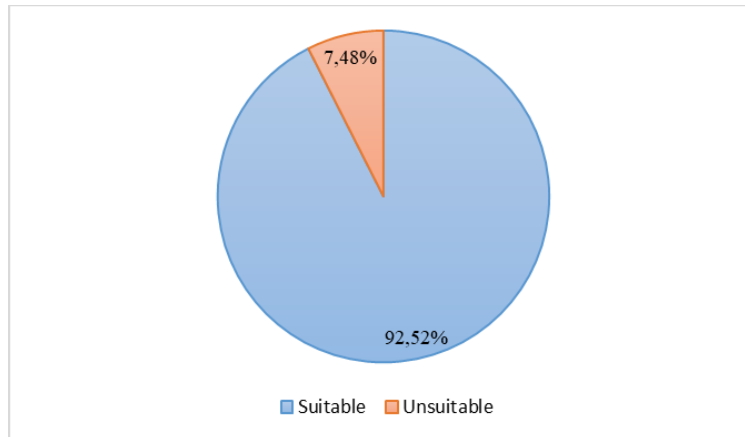


Figure 11. Distributions of the taxa according to their suitability status for highway landscape tree

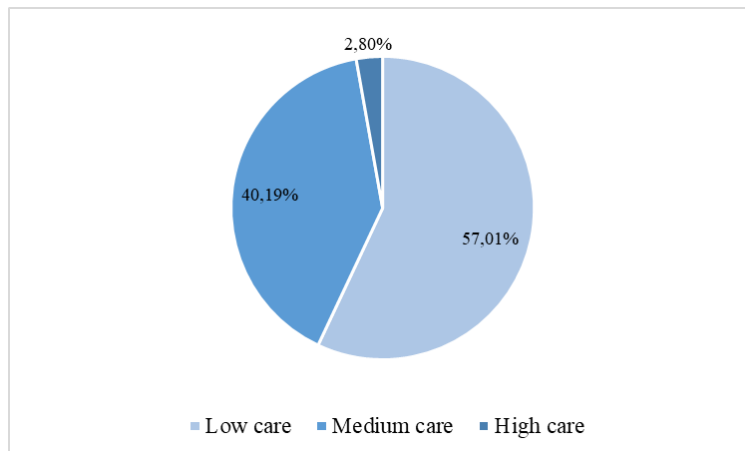


Figure 12. Distributions of the taxa according to their care requirements

Discussion and Conclusion

"Gebze-Orhangazi-İzmir Highway" is Turkey's longest highway with 426 km and was completed between 2015-2019. Within the scope of this study, the landscape plants which are used in the landscape design of the Gebze-Orhangazi-İzmir Highway were evaluated in detail.

It was seen that landscape plants belonging to 108 different taxa in total of 49 families and 75 genera area were used in the entire 426 km project field, and that 59.81% of the taxa used were exotic (foreign) and 40.19% natural (domestic) taxa. Although, the use of natural taxa is important for landscape applications compatible with ecology (Dilaver et al. 2020), it has been seen that they are used at low rate in the highway area.

In terms of landscape plants, it was determined that the highest diversity was between the Gebze-Orhangazi section (87 taxa) and the least diversity was between the Bursa-Susurluk section (32 taxa). At the same time, it was seen that the taxa of landscape plants that take place in the Angiospermae group were used at the highest rate in the Gebze-Orhangazi section with a rate of 82.76%, and the taxa of landscape plants in the Gymnospermae group were used at the highest rate in the Bursa-Susurluk section with a rate of 31.25%.

It was seen that the taxa in the form of trees were predominantly used throughout the highway route and the most intensively used ones were *Cedrus libani* A. Rich. and *Pinus pinea* L., however; it was determined that the taxa such as *Pyracantha coccinea* Roem., *Nerium oleander* L., and *Tamarix tetrandra* Pall out of the taxa in shrub form were the most intensively used ones.

As it is known, ecological tolerance that is described as "the equivalent of the reaction range to which plants can withstand under extreme environmental conditions" (Şahin 2018) has gained greater importance under the effects of climate change which we have started to experience more prominently in the recent years.

Stress factors such as drought, salinity, extreme hot and cold weather conditions, air pollution and strong wind caused by climate change cause the deterioration of the natural environment in which plants live, thereby resulting in productivity loss and stress formation in plants (Yener et al. 2020).

Therefore, the plant that is suitable for the green field systems is considered as a plant with high ecological tolerance, which is resistant not only to aesthetic criteria, but also to environmental and ecological factors (frost, salinity, drought, precipitation, etc.) of the implementation area. (Piccolo and Landi 2020).

Within this framework, as a result of the evaluation of the taxa used in the design of the study area within the scope of ecological tolerance, it was determined that 85.05% of the taxa were resistant to air pollution, 76.64% of the taxa were resistant to wind, 35.52% of the taxa were resistant to frost, 74.77% of the taxa were resistant to temperature, 63.55% of the taxa were resistant to drought, and 37.38% of the taxa were resistant to salinity. The findings demonstrate that some of the taxa may be affected by the effects of serious climate change that may occur in future periods and that the highest rate of exposure may be caused by drought and salt stress.

Within the framework of today's design approaches, it is determined in this study that 92.52% of the taxa used in the highway landscape were suitable for this purpose and only 7.48% were not suitable for this purpose

and seen that this situation will be inevitably affected by the effects of climate change to be experienced in the upcoming process.

On the other hand, wildlife transitions on highways have great importance for sustainability of natural life (Metin Öz 2019). Although the existence of the ecological bridge that is located in Balıkesir-Kırkağaç section, which will provide the transition of wildlife in the study area, is important, the existence of only one bridge is not considered enough for the natural habitats of wild animals because the road route generally passes through rural areas that are far from cities.

As a results of the study; it is great importance that the data obtained are taken into account for the highway landscapes that will be realized in the following years.

Acknowledgment

No ethics commission permission is required in this manuscript. The manuscript has been prepared in accordance with publication and research ethics. The authors declare that there is no conflict of interest regarding the publication of this article.

References

- Akdeniz, N.S., Ender, E., Zencirkıran, M. 2017. Evaluation of Ecological Tolerance and Requirements of Exotic Conifers in the Urban Landscape of Bursa. *Fresenius Environmental Bulletin*. 26 (10): 5688-5692.
- Akdeniz, N.S., Tümsavaş, Z., Zencirkıran, M. 2019. A Research on the Soil Characteristics and Woody Plant Species of Urban Boulevards in Bursa, Turkey. *Journal of Agricultural Science and Technology*. 21(1): 129-141
- Anonymous, 2019a. The Plant List. <http://www.theplantlist.org/> - (Date of Access: 24.06.2019).
- Anonymous, 2019b. Türkiye Bitkileri (Plants of Turkey). <https://www.turkiyebitkileri.com/tr>. - (Date of Access: 27.06.2019).
- Anonymous, 2019c. BITKİVT Online Plant Database. <https://www.bitkivt.itu.edu.tr/en/> - (Date of Access: 05.08.2020).
- Anonymous, 2019d. Plants. NC State University Extension. <https://plants.ces.ncsu.edu/> - (Date of Access): 27.06.2019).
- Anonymous, 2020. Map of Highways in Turkey. www.kgm.gov.tr - (Date of Access): 05.12.2020).
- Balkaya, T. 2016. Landscape Project and Report of Gebze-Orhangazi-İzmir Highway's Susurluk-İzmir Section. Ankara 51 pp.

- Dere, E.E., 2017. Landscape Visual Analysis and Evaluation: A Case Study of TEM Highway. Master's Thesis. Namık Kemal University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Landscape Architecture, Tekirdağ. 162 pp.
- Dilaver, Z., Öztekin, M., Yılmaz, M. 2020. Assessment of Ornamental Characteristics of Some Natural Taxons in Soguksu National Park. *Journal of Agricultural Faculty of Bursa Uludag University*, 34 (Special Issue):197-215.
- Dirik, H., 2005. Rural Landscape: Principles of Planning and Application. Publications of İstanbul University Faculty of Forestry, İstanbul, ISBN: 975-404-749-9. 453 pp.
- Ermeşdan, M., Peker, M., Cebeci, M., Bahadır, B., Balık, S. 2016. İstanbul Ağaç ve Peyzaj A.Ş. Plant Catalogue. Bilnet Printing House, İstanbul. 664 pp.
- Ertekin, M. 2010. Landscape Planning and Plantation Studies of Highway. *Ecological Life Sciences*, 5, (2), 105-125, e-Journal of New World Sciences Academy.
- Güngör, İ., Atatoprak, A., Özer, F., Akdağ, N., Kandemir, N. 2002. World of Plants: Sapling Growing Principles with Details of Plant Introduction. Lazer Ofset Printing House, Ankara. 384 pp.
- Hillier, J. 1998. The Hillier Manual of Trees and Shrubs. Pocket edition. A David and Charles Book.
- Karakaş, P. 1998. Environmental Impact Assessment Studies and Environmental Impacts of The Highways from the Point of Landscape Architecture on the Example İzmir - Urla - Çeşme Motorway. Master's Thesis, Ege University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Landscape Architecture, İzmir. 195 pp.
- Koç, N., 1979. Communiqué of the Seminar on Functional and Aesthetic Benefits and Technical Methods of Highway Afforestation, Landscape Planning Principles of Highways: 'Application Examples from Our Country and Foreign Countries'. Special Issue of Landscape Architecture Magazine and Highways Bulletin, p:13-18
- Koç, N. ve Şahin, Ş., 1999. Rural Landscape Planning. Ankara University, Faculty of Agriculture, Publication Number: 1509 (463), Ankara. 184 pp.
- Köseoğlu, M., 1980. Research on Landscape Planning of Socio-Economically Important Highways in the Aegean Region. Ege University, Faculty of Agriculture, Publication No:378. İzmir.
- Metin Öz, T.B., 2019. Evaluation of the planning and design principles of wild life transitions on some departments of North Marmara Motorway. Master's Thesis, Düzce University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Landscape Architecture, Düzce. 317pp.
- Otuzoğlu, Y., Otuzoğlu, N., Karahan, A., Hacıosmanoğlu, A. 2014. Landscape Projects and Landscape Application Project Report of Gebze-Orhangazi-İzmir Highway's Gebze-Susurluk Section. Ankara, 87 pp.
- Pamay, B. 1992. Plant Material I: Trees and Treelets. Uyca Printing House, İstanbul. 80 pp.
- Pamay, B. 1993. Plant Material II A: Flowering Shrubs, B: Ivies, C: Cactuses, D: Reeds. Orhan Ofset, İstanbul. 128 pp.

- Piccolo EL, Landi M. 2020. Red-leaved species for urban “greening” in the age of global climate change. *Journal of Forestry Research*. 32, 151-159.
- Selim, C., Atabey, S. 2020. Determination of The Benefits of Urban Road Plantings: A Case Study of Atatürk Boulevard (Antalya). *Journal of Agricultural Faculty of Bursa Uludag University*, 34(Special Issue):235-247.
- Selimoğlu, B. 1994. A Research on Landscape Design Concepts for the Highways of Turkey. Ph. D. Thesis. Ankara University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Landscape Architecture. Ankara. 196 pp.
- Şahin, S. 2018. Ecological Concepts. Landscape ecology lecture notes; [accessed: 2020 November 10]. <https://acikders.ankara.edu.tr/course/index.php?categoryid=31>
- Türkdoğdu, H. 2016. Research on current planting of Istanbul O-1, O-2 highways, and some connection roads. Master’s Thesis. Istanbul Technical University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Landscape Architecture, İstanbul. 152 p.
- Yener, D., Seyidoğlu Akdeniz, N., Zencirkıran, M. 2020. Ecological Tolerance and landscape Woody Plants. In Zencirkıran M, editor. Trends in landscape, agriculture forestry and natural Science. Newcastle: Cambridge Scholars Publishing; p.1-21.
- Zencirkıran, M. 2013. Peyzaj Bitkileri I. (Açık tohumlu bitkiler – Gymnospermae) (Landscape Plants I. (Naked Seed Plants – Gymnospermae)) Nobel Publishing House. 475 pp.
- Zencirkıran, M., Akdeniz, N.S. 2017. Evaluation of Woody Plant Taxons in the Bursa Urban Parks in Terms of Ecological Tolerance Criteria. *Journal of Bartın Faculty of Forestry*, 19 (2): 11-19.



Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Hat ve Çeşitlerinin Farklı Çevrelerde Bazı Tarımsal Özellikler Yönünden İncelenmesi^A

Samet KOÇ¹, Esra AYDOĞAN ÇİFCİ^{*2}

Öz: 17 adet ekmeklik buğday hattı ve 8 adet ekmeklik buğday çeşidinin verim denemesine alındığı bu araştırma, 2019-2020 yetiştirme sezonunda Bursa ekolojik şartlarında iki farklı lokasyonda (İnegöl/Boğazköy ve Karacabey/Fevzipaşa) üretici tarlalarında Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre 4 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Araştırmada çeşitlerin ve hatların bitki boyu, başakta tane sayısı, 1000 tane ağırlığı, hektolitre ağırlığı ve tane verimi ile başaklanma süresi, yatma dayanımı ve soğuk zararına karşı gösterdikleri tepkiler incelemeye alınmıştır. Araştırmada birleştirilmiş analiz sonuçlarına göre genotip ortalamaları; başaklanma süresi 142.25 - 149.75 gün, bitki boyu 68.50 - 86.50 cm, başakta tane sayısı 47.25 - 64.13 adet, bin tane ağırlığı 26.96 - 36.25 g, hektolitre ağırlığı 68.18 - 78.0 kg, tane verimi 417.0 - 780.0 kg da⁻¹, yatma dayanımı % 92.0 - %100.0 ve soğuk zararı ise 1.00 - 4.63 aralığında değişmiştir. Deneme sonucu her iki lokasyon bakımından Bursa ili buğday verimi ortalaması olan 364 kg da⁻¹'in üstünde tane verimine sahip genotiplerin mevcudiyetini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Ekmeklik buğday, çevre, tane verimi, verim ögeleri.

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

^{*} **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** ² Esra AYDOĞAN ÇİFCİ, Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Bursa Türkiye, esra@uludag.edu.tr, [OrcID 0000-0002-7473-0140](https://orcid.org/0000-0002-7473-0140)

¹ Samet KOÇ, Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Bölümü, Bursa, Türkiye, samet.koc@limagrains.com, [OrcID 0000-0001-9823-2325](https://orcid.org/0000-0001-9823-2325)

Investigation of Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) Lines and Varieties For Some Agricultural Features in Different Environments

Abstract: This research, in which 17 bread wheat lines and 8 bread wheat varieties were included in the yield trial, was carried out in two different locations (İnegöl/Boğazköy and Karacabey/Fevzipaşa) in producer fields in Bursa ecological conditions in the 2019-2020 growing season, with randomized complete block design with 4 replications. In the study, plant height, number of grains per spike, 1000 grain weight, test weight and grain yield, and the heading time, lodging resistance and response of the cultivars and lines to cold damage were examined. According to the results of the combined analysis in the research, genotype averages ranged between 142.25 -149.75 days for heading period, 68.50 - 86.50 cm for plant height, 47.25 - 64.13 for number of grains per spike, 26.96 - 36.25 g for thousand-seed weight, 68.18 - 78.0 kg for test weight, 417.0 - 780.0 kg da⁻¹ for grain yield, 92.0 - 100.0 % for lodging resistance and 1.00 - 4.63 for cold damage. The results of the experiment showed the existence of genotypes with a grain yield above 364 kg da⁻¹, which is the average wheat yield of Bursa province in terms of both locations.

Key Words: Bread wheat, environment, grain yield, yield components.

Giriş

Buğday, insanlığın var olduğu günden beri en çok tüketilen besin maddesidir ve günümüzde de bu önemini artırarak devam ettiren bir kültür bitkisidir. Son yıllarda bitki ıslahı çalışmaları ile üstün verimli buğday çeşitleri ıslah edilmiş ve üretim artışları sağlanmış olmasına rağmen hızla artan dünya nüfusunun parçalanmış ve azalan tarım alanlarından elde edilen üretimle dengeli ve yeterli beslenmesi, her geçen gün daha da zorlaşmaktadır. Bu nedenle üretimi artırmanın tek olanağı ise birim alan verimlerini ve kaliteyi arttırmaktan geçmektedir.

Farklı ekolojik koşullara adaptasyon yeteneği yüksek buğday çeşitlerinin ve bunların verimi üzerine etkili çevresel faktörlerin bilinmesi oldukça önemlidir. Baenziger ve ark. (1985) buğday yetiştiriciliğinde çeşit x çevre ilişkilerinin önemli olduğunu, incelenen özellikler yönünden çeşidin en önemli faktör olduğunu ve çevre etkilerinin ise ikinci derecede öneme sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Dünyada 2019 yılında ekimi yapılan buğday alanı ve üretimi sırasıyla 215. 901 milyon hektar ve 765.76 milyon tondur. Ülkemizde ise aynı yıl buğday ekim alanı 6.83 milyon hektar ve buğday üretim ise 19.0 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Bursa ilinin buğday ekim alanı 2019/2020 yetiştirme döneminde 548.519 dekar civarında gerçekleştirildiği, üretimin 199.635 ton ve tane veriminin 364 kg da⁻¹ olduğu bildirilmiştir. (Anonim 2020).

Bu araştırmada, Bursa ekolojik koşullarında iki farklı lokasyonda (İnegöl ve Karacabey) kışlık ekmeklik buğday hat ve çeşitlerindeki tane verimi ve verim öğelerindeki değişim incelenerek, yöre koşullarına uygun ve yüksek verimli çeşitlerin ve hatların belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Bu araştırma 2019-2020 yetiştirme sezonunda Bursa ekolojik şartlarında iki farklı lokasyonda (İnegöl/Boğazköy ve Karacabey/Fevzipaşa) üretici tarlalarında Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre 4 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür.

Çizelge 1. Denemede kullanılan bitki genotipleri

Genotipler (Çeşitler)	Temin Edildiği Kuruluş
LGWF14-10057	Limagrain Tohum Islah ve Üretim San.Tic.A.Ş
LG MONJE	Limagrain Tohum Islah ve Üretim San.Tic.A.Ş
LG ALBUFERA	Limagrain Tohum Islah ve Üretim San.Tic.A.Ş
LG ARNOVA	Limagrain Tohum Islah ve Üretim San.Tic.A.Ş
LG59(st)	Limagrain Tohum Islah ve Üretim San.Tic.A.Ş
ANDINO(st)	Limagrain Tohum Islah ve Üretim San.Tic.A.Ş
QUALITY(st)	Ata Tohumculuk İşl.San. ve Tic.A.Ş.
ADELAIDE(st)	Maro Tarım İnş. Tic. ve San. A.Ş.
Genotipler (Hatlar)	Temin Edildiği Kuruluş
LG 1	Limagrain Tohum Islah ve Üretim San.Tic.A.Ş
LG 2	Limagrain Tohum Islah ve Üretim San.Tic.A.Ş
LG 3	Limagrain Tohum Islah ve Üretim San.Tic.A.Ş
LG 4	Limagrain Tohum Islah ve Üretim San.Tic.A.Ş
LG 5	Limagrain Tohum Islah ve Üretim San.Tic.A.Ş
LG 6	Limagrain Tohum Islah ve Üretim San.Tic.A.Ş
LG 7	Limagrain Tohum Islah ve Üretim San.Tic.A.Ş
LG 8	Limagrain Tohum Islah ve Üretim San.Tic.A.Ş
LG 9	Limagrain Tohum Islah ve Üretim San.Tic.A.Ş
LG 10	Limagrain Tohum Islah ve Üretim San.Tic.A.Ş
LG 11	Limagrain Tohum Islah ve Üretim San.Tic.A.Ş
LG 12	Limagrain Tohum Islah ve Üretim San.Tic.A.Ş
LG 13	Limagrain Tohum Islah ve Üretim San.Tic.A.Ş
LG 14	Limagrain Tohum Islah ve Üretim San.Tic.A.Ş
LG 15	Limagrain Tohum Islah ve Üretim San.Tic.A.Ş
LG 16	Limagrain Tohum Islah ve Üretim San.Tic.A.Ş
LG 17	Limagrain Tohum Islah ve Üretim San.Tic.A.Ş

Denemenin yürütüldüğü Karacabey/Fevzipaşa lokasyonu sahil kuşağı iklim şartlarına; İnegöl/Boğazköy lokasyonu ise karasal iklim şartlarına sahip olduğu için seçilmiştir. Ayrıca Bursa bölgesinde en çok buğday ekimi bu bölgelerde gerçekleşmektedir. Denemede bitki materyali olarak 17 adet ekmeklik buğday hattı ve 8 adet ekmeklik buğday çeşidi kullanılmıştır (Çizelge 1).

Ekim kuru koşullarda 550 adet/m² tohum olacak şekilde ve parsel boyutları 5.40 m², 6 sıra ve sıra arası 18 cm olarak parsel mibzeriyle ekim yapılmıştır. Ekimle birlikte 6.9 kg da⁻¹ N ve 6.9 kg da⁻¹ P₂O₅, sapa kalkma başlangıcında ise dekara 13.8 kg saf azot düşecek şekilde % 46 üre gübresi verilmiştir (Polat ve ark. 2016). Ekimler; denemenin yürütüldüğü yıl yağmur yağışının bölgede çok etkili olmasından (mevsim şartlarından dolayı) ve deneme ekimleri makine ile yapıldığından çamurda ekim yapmamak adına Aralık ayının ikinci haftası yapılmış olup, denemelerin hasatları ise temmuz ayının ilk haftası gerçekleştirilmiştir. Yabancı ot mücadelesi kapsamında 452.42 g/l 2.4-D EHE+6.25 g/l Florasulam etken maddeli ilaç kullanılmıştır.

2019-2020 yılındaki vejetasyon dönemindeki denemenin yürütüldüğü lokasyonlardaki iklim verileri çizelge 2’de verilmiştir. Çizelgenin incelenmesinden de görüleceği gibi aylık toplam yağış bakımından Karacabey lokasyonunun 2019-2020 yılı toplam yağış miktarı İnegöl lokasyonunun oldukça altında kalmıştır. Ortalama sıcaklık değerleri bakımından ise Karacabey lokasyonu sıcaklığının İnegöl lokasyonu sıcaklığının biraz üstünde olduğu görülmektedir. Ortalama nisbi nem değerlerinde ise İnegöl lokasyonu ortalamasının yine Karacabey lokasyonuna göre daha fazla ortalama nem değerine sahip olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 2. Denemenin yürütüldüğü yıllarda lokasyonlara ait iklim verileri

Aylar	Aylık Toplam Yağış (mm)			Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)			Aylık Ortalama Nispi Nem (%)		
	İnegöl	Karacabey	UYO*	İnegöl	Karacabey	UYO*	İnegöl	Karacabey	UYO*
Kasım	20.2	22.3	79.90	14.3	15.0	10.50	79.6	72.5	69.30
Aralık	94.5	25.0	100.8	7.8	8.1	7.20	85.0	82.2	68.70
Ocak	142.4	41.3	82.90	5.8	5.7	5.50	81.9	79.1	70.00
Şubat	57.4	73.4	70.70	7.7	8.3	6.10	76.4	72.4	68.70
Mart	46.8	69.5	66.10	9.7	10.1	8.60	77.6	76.9	67.70
Nisan	52.2	31.8	66.00	10.9	11.8	13.00	73.6	69.7	67.70
Mayıs	67.4	68.5	43.40	16.5	18.1	17.40	76.1	69.1	66.10
Haziran	23.8	44.4	36.50	21.5	22.4	22.50	71.3	67.6	62.00
Toplam	504.7	376.2	546.3	94.2	99.5	90.8	621.56	589.5	540.2
Ortalama	56.08	41.8	62.28	10.47	11.06	11.35	69.06	65.5	67.5

*UYO: Bursa ili uzun yıllar ortalaması (1975-2014)

Deneme alanı topraklarının özellikleri Çizelge 3’te verilmiştir.

Araştırmada çeşitlerin/hatların bitki boyu, başakta tane sayısı, 1000 tane ağırlığı, hektolitre ağırlığı ve tane verimi ile başaklanma süresi, yatma dayanımı ve soğuk zararına karşı gösterdikleri tepkiler incelemeye alınmıştır. Bitki boyu ve başakta tane sayısı ile ilgili ölçümler parsellerden rastgele seçilen 10 bitki örneğinde, hektolitre ağırlığı, tane verimi ve bin tane ağırlığı parsel verilerinden yararlanılarak hesaplanmıştır. Başaklanma süresi gözlemleri; ekimin yapıldığı günden parseldeki bitkilerin %50’sinin başaklandığı tarihe kadar geçen gün sayısı hesaplanarak elde edilmiştir. Denemedeki çeşit adaylarının yatma durumu parsellere bakılarak belirlenmiştir. Parselde hiç yatma meydana gelmemiş ise %100, eğer ufak bir kısımda yatma meydana gelmişse % 90-95 skalası kullanılmıştır. Soğuk zararı gözlemleri kış sonrası dönemde 1-9 skalasına göre yapılmıştır.

Çizelge 3. Deneme alanı toprak özellikleri

ANALİZ TİPİ	İNEGÖL/BOĞAZKÖY		KARACABEY/FEVZİPAŞA	
	SONUÇ	DURUMU	SONUÇ	DURUMU
POTASYUM(K ₂ O) kg/da	99,0323	Yüksek	187,679	Yüksek
FOSFOR (P ₂ O ₅) kg/da	9,3506	Yüksek	16, 8673	Çok Yüksek
KİREÇ (%)	13,1765	Orta Kireçli	4, 5763	Kireçli
ORGANİK MADDE (%)	2,0157	Orta	2,2346	Orta
TOPLAM TUZ (%)	0,0367	Tuzsuz	0,0636	Tuzsuz
pH	7,81	Nötr	7,49	Nötr
SATURASYON (%)	66	Killi Tınlı	68,2	Killi Tınlı

Denemelerden elde edilen sonuçların değerlendirilmesinde, varyans analizi JMP istatistik analiz programına göre yapılmış ve farklılıkları önemli olan özelliklerin ortalama değerleri AÖF (%5) testine göre gruplandırılmıştır

Bulgular ve Tartışma

Yapılan birleşik varyans analizi sonucunda genotipler bakımından hektolitre ağırlığı ve yatma dayanımı özellikleri dışında incelenen özelliklerin tümünde istatistiki anlamda %1 olasılık düzeyinde önemlilikler belirlenirken lokasyon bakımından 1000 tane ağırlığı, hektolitre ağırlığı ve tane verimi özellikleri dışında diğer özelliklerin tümünde istatistiksel olarak önemlilik belirlenmiştir. Genotip x lokasyon interaksyonunda ise başaklanma süresi, bitki boyu, başakta tane sayısı ve 1000 tane ağırlığı özelliklerinde istatistiki farklılık saptanmıştır (Çizelge 4).

Çizelge 4. Birleştirilmiş varyans analiz tablosu

V.K	SD	Başaklanma Süresi	Bitki Boyu	Başakta Tane Sayısı	1000 Tane Ağırlığı	Hektolitre Ağırlığı	Tane Verimi	Yatma Dayanımı	Soğuk Zararı
Genotip (G)	24	49.54**	172.92**	172.21**	65.21**	58.42	53619.01**	53.84	9.18**
Lokasyon (L)	1	602.04**	954.84**	64.98**	6.92	139.44	12864.1	85.80	1.62*
Blok	3	1.37	38.77	12.18	2.07	53.02	46.843	31.94	0.19
G x L	24	4.71**	43.81**	148.51**	8.81**	30.79	15807.88	64.24	0.35
HATA	147	0.74	16.51	2.90	3.05	35.01	8227.8	34.82	0.19
TOPLAM	199								

Başaklanma Süresi (gün)

Çizelge 5’de çeşitlere ait başaklanma gün sayısı değerleri verilmiştir. Lokasyonlar üzerinden yapılan birleşik analiz sonuçlarına göre, İnegöl lokasyonunda çeşitlerin başaklanma süresi ortalama 144.68 gün Karacabey’de ise 148.15 gün olarak belirlenmiştir. Her iki lokasyonun ortalama değeri ise 146.42 gün olarak belirlenmiştir. Denemede kullanılan genotipler üzerinden yapılan birleşik analiz sonuçlarına göre genotipler arasında en uzun

başaklanma süresi sırasıyla 149.75 gün ile LG 6 hattında, 149.25 gün ile LG 9 ve 149.13 gün ile LG 2 hatlarında belirlenmiştir. Genotip x lokasyon interaksiyonunda ise en uzun başaklanma süresi Karacabey lokasyonunda 152.0 gün ile LG 2 ve LG 6 hatlarından ve 151.5 gün ile LG9 hattından elde edilirken en kısa başaklanma süresi ise İnegöl lokasyonunda 138.25 gün ile LG 7 hattından belirlenmiştir.

Araştırmada belirlenen başaklanma süresi verileri, Çekiç (2007), Kaydan ve Yağmur (2008) ve Aktaş (2010)'ın yaptıkları çalışmalarda elde ettikleri ortalama başaklanma süresi değerleri ile uyum içerisinde iken başaklanma süresini 110.90 – 146.65 gün olarak belirleyen Abbas (2017) ile kısmen paralellik göstermektedir. Kendal ve ark. (2012)'nin çalışmalarında belirlediği 108.5-114.5 gün ortalama başaklanma süresi ile çalışmamızdan elde ettiğimiz sonuçlar örtüşmemektedir.

Bitki Boyu (cm)

Bitki boyu, bitkinin toprakla birleştiği yerden kılçıkların uç noktası arasındaki mesafe ölçülerek elde edilmiştir. Çeşitler arasında belirlenen ortalama bitki boyu değerleri Çizelge 5'de verilmiştir. İnegöl lokasyonunda bitki boyu ortalama değeri 74.29 cm, Karacabey'de ise 78.66 cm olarak ölçülmüştür. İki lokasyonun ortalaması ise 76.48 cm olarak belirlenmiştir. Genotip ortalamaları bakımından en uzun bitki boyuna LG 10 hattının sahip olduğu belirlenirken bu hattı 84.63 cm ile LG 2 hattı ve 84.50 cm ile LGWF14-10057 çeşidi izlemiştir. Her iki lokasyon bakımından en uzun boylu hattın LG 10 olduğu görülmektedir. En kısa boya sahip genotip ise Quality çeşidinde 68.50 cm olarak saptanmıştır.

Bitki boyu yatmaya dayanıklılık ve hasat indeksi bakımından büyük önem kazanmaktadır. Yürür (1998) boy arttıkça bitkinin yatması kolaylaşacağından ve tane veriminde saman artışı kadar bir artış olmayacağından, serin iklim tahıllarında 80-100 cm'lik bir bitki boyunun yeterli olacağını vurgulamaktadır. Ülkemizin farklı bölgelerinde yapılan çalışmalarda, bitki boy uzunluğunu Aktaş (2010) 72.63-114.43 cm, Sakin ve ark (2015), ortalama 80.5 cm, Çifci ve Doğan (2013), 83.15 ile 85.01 cm ve Gençtan ve Balkan (2006), 44.69-88.13 cm arasında belirlemişlerdir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar ile diğer araştırmaların sonuçları paralellik göstermektedir.

Başakta Tane Sayısı (adet)

Her parselden rastgele alınan 10 adet başağın tek başak harman makinesinde harmanlanması ile elde edilen tanelerin sayılmasıyla bulunmuştur. Ekmeklik buğday çeşitlerinin ortalama başakta tane sayısı ait değerler Çizelge 6'da verilmiştir. Araştırmada yetiştirilen çeşitlerin/hatların başakta tane sayısı ortalama 64.13 ile 47.25 adet arasında değişmiş, deneme ortalaması 52.47 adet olarak belirlenmiştir. Genotipler bakımından çizelge incelendiğinde en yüksek tane sayısı 64.13 adet ile LG15 hattından, en düşük başakta tane sayısına ise LG 8 hattında 47.25 adet ile belirlenmiştir. Lokasyonların birleştirilmesi ile elde edilen sonuçlara göre ise en yüksek başakta tane sayısı İnegöl lokasyonunda 72.0 adet ile LG 10 hattında ve 67.5 adet ile LG 15 hattında Karacabey lokasyonunda gözlenmiştir. Aydoğan (2018) çalışmasında inceledikleri 41 adet ekmeklik buğday çeşidinde

başakta tane sayısı ortalama değerleri 40.83 adet ile 71.93 adet arasında değiştiğini ve deneme ortalamasının 57.24 adet olduğunu tespit etmiştir.

Çizelge 5. Başaklanma süresi ve bitki boyu özelliklerine ait ortalama değerler

Genotip (G)	Başaklanma Süresi (gün)			Bitki boyu (cm)		
	İnegöl	Karacabey	Ortalama	İnegöl	Karacabey	Ortalama
LG 1	146.0 m-o	149.25 b-e	147.63 de	83.0 a-e	86.25 ab	84.63 a
LG 2	146.25 l-o	152.0 a	149.13 ab	70.5 n-r	80.25 c-ı	75.38 e-h
LG 3	146.0 m-o	148.25 e-h	147.13 e-g	81.25 b-g	84.0 a-d	82.63 a-c
LG 4	145.25 o-q	147.75 g-j	146.5 g	72.0 m-r	81.5 a-f	76.75 d-f
LG 5	146.5 k-n	148.5 d-g	147.5 de	80.75 b-h	80.25 c-ı	80.50 b-d
LG 6	147.5 g-k	152.0 a	149.75 a	68.0 qr	81.75 a-f	74.88 f-h
LG 7	138.25 v	143.0 r	140.63 k	71.5 m-r	73.5 k-q	72.50 g-ı
LG 8	141.5 s	144.5 q	143.0 ij	68.25 p-r	71.75 m-r	70.00 ı
LG 9	147.0 ı-m	151.5 a	149.25 ab	68.0 qr	74.75 ı-o	71.38 hı
LG 10	144.75 pq	150.0 bc	147.38 d-f	87.0 a	86.00 ab	86.50 a
LG 11	147.0 ı-m	149.0 c-f	148.0 cd	73.0 l-q	77.0 f-m	75.00 e-h
LG 12	140.0 tu	145.75 n-p	142.88 ij	73.75 j-p	77.75 e-l	75.75 e-g
LG 13	147.0 ı-m	148.0 f-ı	147.5 de	66.75 r	70.75 n-r	68.75 ı
LG 14	147.5 g-k	148.5 d-g	148.0 cd	77.0 f-m	81.0 b-h	79.00 c-e
LG 15	146.75 j-n	148.0 fi	147.38 d-f	74.25 j-o	75.5 h-o	74.88 f-h
LG 16	147,25 h-l	150.25 b	148.75 bc	72.25 l-r	82.0 a-f	77.13 d-f
LG 17	146.25 l-o	149.5 b-d	147.88 de	70.0 o-r	85.0 a-c	77.50 d-f
LGWF14-10057	145.75 n-p	150.0 bc	147.88 de	84.5 a-d	84.5 a-d	84.50 ab
LG MONJE	145.25 o-q	148.0 f-ı	146.63 fg	74.75 ı-o	79.0 d-k	76.88 d-f
LG ALBUFERA	139.25 uv	145.25 o-q	142.25 j	76.75 f-m	71.5 m-r	74.13 f-h
LG ARNOVA	145.75 n-p	148.5 d-g	147.13 e-g	75.75 g-n	79.25 d-j	77.50 d-f
LG 59(st)	140.5 st	146.0 m-o	143.25 ı	70.75 n-r	80.0 c-ı	75.38 e-h
ANDINO(st)	146.0 m-o	148.5 d-g	147.25 d-g	76.75 f-m	76.5 f-m	76.63 d-f
QUALITY(st)	143.25 r	146.5 k-n	144.88 h	66.75 r	70.25 n-r	68.50 ı
ADELAIDE(st)	140.5 st	145.25 o-q	142.88 ij	74.0 j-o	76.5 f-m	75.25 e-h
Ortalama	144.68 b	148.15 a	146.42	74.29 b	78.66 a	76.48
LSD _(%5) Genotip: 0.87 LSD _(%5) Lokasyon:0.24 LSD _(%5) GenotipxLokasyon: 1.19			LSD _(%5) Genotip: 4.00 LSD _(%5) Lokasyon: 1.13 LSD _(%5) GenotipxLokasyon:5.66			

Daha önce ekmeçlik buğday çeşitlerinde yapılan çalışmalarda, ortalama başakta tane sayısının Tayyar ve Gül (2008) 35.7-43.,3 adet, Turan (2008) 39.8-49.3 adet, Kara ve ark. (2016) 38.4-46.1 adet, Usta (2016) 20.03-32.0 adet, Özen ve Akman (2015) 22-46 adet, Tunca (2012) 12.53-31.67 adet arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Çalışmada kullandığımız genotipler genel olarak bu çalışmalara göre daha yüksek değerler vermişlerdir. Bu durumun çalışmalarda kullanılan genetik özellikleri farklı buğday çeşit ve hatlarının değişen ekolojik koşullara tepkilerinin de farklı olabileceği şeklinde açıklayabiliriz. Farklı çeşitler, değişik çevre koşullarında adaptasyon, verim ve verim komponentleri yönünden varyasyon gösterebilmektedirler (Atak 1997).

Bin Tane Ağırlığı (g)

Her parselden alınan materyallerden 4 defa 100 buğday tanesi sayılıp, 0.01 g duyarlılığa sahip terazide ölçülmesi sonucunda çıkan değerlerin ortalaması alınmış ve 10 ile çarpılarak 1000 tane ağırlığı hesaplanmıştır. Denemede kullanılan çeşitlere ait ortalama değerler Çizelge 6'da verilmiştir. Lokasyonlara göre bin dane ağırlığı İnegöl lokasyonunda 32.78 g, Karacabey lokasyonunda 32.41 g olarak belirlenmiştir. Genotipler üzerinden yapılan birleşik varyans analiz sonuçlarına göre en yüksek bin dane ağırlığı LG 4 hattında 36.25 gr ile elde edilirken LG 16 hattından ise 26.96 gr ile en düşük 1000 tane ağırlığı değeri saptanmıştır. Genotip x lokasyon interkasyonu bakımından ortalamalar incelendiğinde en yüksek 1000 tane ağırlığı değerine İnegöl lokasyonunda 36.93 g. ve 36.90 g ile LG 4 ve LG 3 hatlarının sahip olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 6. Başakta tane sayısı ve 1000 tane ağırlığı özelliklerine ait ortalama değerler

Genotip (G)	Başakta tane sayısı (adet)			1000 tane Ağırlığı (g)		
	İnegöl	Karacabey	Ortalama	İnegöl	Karacabey	Ortalama
LG 1	57.75 f-h	59.25 d-f	58.50 c	33.00 f-j	34.40 b-h	33.70 c-f
LG 2	43.5 rs	55.5 h-j	49.5 i-k	29.200 n-q	30.38 l-p	29.79 hı
LG 3	54.0 i-k	50.25 m-o	52.13 e-g	36.90 a	34.15 c-ı	35.53 ab
LG 4	47.25 pq	53.25 j-l	50.25 h-j	36.93 a	35.58 a-e	36.25 a
LG 5	52.5 k-m	48.0 o-q	50.25 h-j	34.58 a-h	33.85 d-ı	34.21 b-e
LG 6	51.75 k-n	46.5 q	49.13 j-l	35.60 a-e	34.90 a-f	35.25 a-c
LG 7	54.0 i-k	54.0 i-k	54.00 d	29.65 m-q	28.45 o-r	29.05 ı
LG 8	48.0 o-q	46.5 q	47.25 m	36.15 a-d	32.28 h-l	34.21 b-e
LG 9	42.0 s	57.75 f-h	49.88 ij	31.05 j-n	28.88 n-q	29.96 hı
LG 10	72.0 a	51.0 l-n	61.50 b	35.00 a-f	33.28 e-j	34.14 b-f
LG 11	49.5 n-p	45.75 qr	47.63 lm	29.33 n-q	30.55 k-o	29.94 hı
LG 12	45.75 qr	50.25 m-o	48.00 k-m	35.35 a-f	35.03 a-f	35.19 a-c
LG 13	53.25 j-l	50.25 m-o	51.75 f-h	28.33 o-r	28.18 o-r	28.25 ij
LG 14	64.5 c	61.5 d	63.00 ab	31.95 i-m	32.93 f-k	32.44 fg
LG 15	60.75 de	67.5 b	64.13 a	28.55 o-q	33.23 e-j	30.89 gh
LG 16	54.0 i-k	53.25 j-l	53.63 de	26.10 r	27.83 qr	26.96 j
LG 17	48.0 o-q	53.25 j-l	50.63 g-j	28.83 n-q	28.38 o-r	28.60 ij
LGWF14-10057	48.0 o-q	58.5 e-g	53.25 d-f	35.88 a-d	34.05 c-ı	34.96 a-d
LG MONJE	48.0 o-q	48.0 o-q	48.00 k-m	30.03 l-q	28.10 p-r	29.06 ı
LG ALBUFERA	54.0 i-k	52.5 k-m	53.25 d-f	33.35 e-j	33.28 e-j	33.31 d-f
LG ARNOVA	48.0 o-q	56.25 g-ı	52.13 e-g	32.95 f-k	32.35 g-l	32.65 ef
LG 59(st)	48.0 o-q	50.25 m-o	49.13 j-l	36.68 ab	34.78 a-g	35.73 ab
ANDINO(st)	46.5 q	55.5 h-j	51.00 g-ı	36.60 ab	34.93 a-f	35.76 ab
QUALITY(st)	46.5 q	59.25 d-f	52.88 d-f	31.25 j-n	36.3 a-c	33.78 c-f
ADELAIDE(st)	60.0 d-f	42.0 s	51.00 g-ı	36.35 a-c	34.25 b-ı	35.30 a-c
Ortalama	51.90 b	53.04 a	52.47	32.78	32.41	32.60
LSD _(%5) Genotip: 1.68 LSD _(%5) Lokasyon: 0.47 LSD _(%5) GenotipxLokasyon: 2.37			LSD _(%5) Genotip:1.72 LSD _(%5) Lokasyon: öd LSD _(%5) GenotipxLokasyon: 2.43			

öd: Önemli değil

1000 tane ağırlığı özelliği ile ilgili olarak yaptıkları çalışmalarda Akman ve ark. (1999) ile Aydın ve ark. (1999) buğdayda bin tane ağırlığının genotiplere ve çevre şartlarına göre önemli varyasyonlar gösterdiğini belirlemişlerdir. Metin (2019) yürüttüğü çalışmasında çeşitler arasında 1000 tane ağırlığı ortalama değerlerinin 37.28 – 37.29 g arasında olduğunu ve yıllar arasında fazla bir değişiklik olmadığını belirtmiştir. Bin tane ağırlığı

ile ilgili çalışmalar araştırıldığında Yılmaz ve Dokuyucu (1994), 41.4 g, Genç ve ark. (1997), 36.2 – 39.7 g, Şener ve ark. (1999), 33.8 – 49 g olarak belirleyerek araştırmamıza paralel sonuçlar elde etmişlerdir. Yağdı (2004), 42.9 – 51.2 g, Aydın ve ark. (2007), 32.4- 43.2 g arasındaki sonuçlarıyla yapılan çalışmadan daha yüksek bin tane ağırlığı elde etmişlerdir.

Hektolitre Ağırlığı (kg)

Denemede kullanılan çeşitler arasında hektolitre ağırlığı özelliği açısından ortalama değerler Çizelge 7’de verilmiştir. Lokasyonlar üzerinden yapılan birleşik analiz sonuçlarına göre hektolitre ağırlığı İnegöl lokasyonunda 73.09 kg, Karacabey lokasyonunda 74.77 kg ve genel ortalama olarak ise 73.93 kg olarak belirlenmiştir. Genotiplerden elde edilen ortalama sonuçlara göre en yüksek hektolitre ağırlığı 78.0 kg ile LG 8 genotipinden elde edilirken en düşük hektolitre ağırlığı ise 68.18 kg ile LG 17 genotipinden elde edilmiştir. Genç ve ark.(1993) hektolitre ağırlığının çeşitlerin genetik yapılarındaki değişikliklere, Atlı ve ark. (1993)ise iklim şartlarına göre değiştiği belirtmektedirler.

Hektolitre ağırlığı parametresi üzerinde yapılan diğer çalışmalarda; Kahraman (2007), 80,1-86,3 kg arasında, Kahraman ve ark. (2008), 79,33-84,89 kg arasında, Öztürk ve ark. (2009), 80,3 kg, değişen değerler bulmuşlardır bu değerler bizim ortalamamızın üstünde çıkan değerlerdir. Bu farklılığın denemede kullanılan çeşitlerin ve hatların genetik yapılarındaki değişikliklerden ve çalışmanın yürütüldüğü ekolojik faktörlerin aynı olmamasından kaynaklandığı düşünülebilir. Hektolitre ağırlığını, Mut ve ark. (2005), 68.4 kg ile 74.9 kg arasında saptamışlardır ve bu ortalama değerler çalışmamızda elde ettiğimiz ortalama değerler ile paralel sonuçlar vermiştir.

Tane Verimi (kg da⁻¹)

Her bir parseldeki bitkiler harman edildikten sonra elde edilen tane ürünü temizlenmiş ve tartılarak elde edilen değerler kg da⁻¹’a çevrilerek hesaplanmıştır. Tane verimi açısından elde edilen ortalama değerler Çizelge 7’de verilmiştir. Lokasyonlar bakımından tane verimi incelendiğinde İnegöl lokasyonunda 620.87 kg da⁻¹, Karacabey lokasyonunda ise 636.91 kg da⁻¹ tane verimi elde edilmiştir. Genotipler üzerinden yapılan birleşik analiz sonuçlarına göre en yüksek tane verimi sırasıyla 780.1 kg da⁻¹ ile LGWF14-10057 çeşidinden ve 759.1 kg da⁻¹ ile LG MONJE çeşidinden elde edilirken en düşük tane verimi ise 417.0 kg da⁻¹ ile LG 17 genotipinden elde edilmiştir. Lokasyon x çeşit interaksiyonunda ise en yüksek tane verimi Karacabey lokasyonunda 848.0 kg da⁻¹ ile LGWF14-10057 çeşidinden elde edilmiştir. İnteraksiyonda en düşük tane verimini ise her iki lokasyonda da 414.0 kg da⁻¹ (İnegöl) ve 420.0 kg da⁻¹ (Karacabey) ile LG 17 hattı vermiştir.

Tane verimi özelliğiyle ilgili yapılan diğer çalışmalarda Doğan ve Ayçiçek (2001), 547 kg da⁻¹, Yağdı (2002), 572,2 kg da⁻¹, Altınbaş ve ark. (2004), 690,7 kg da⁻¹, Kahraman ve ark. (2008), 537-812.8 kg da⁻¹ arasında, Öztürk ve ark. (2009), 592.9-752.2 kg da⁻¹ arasında, Bayram ve Demir (2009), çalışmalarının

sonucunda Sakarya lokasyonu için verim ortalamasını 713,4 kg da⁻¹, Pamukova lokasyonu için 637,2 kg da⁻¹ olarak bulmuşlardır.

Yatma Dayanımı (%)

Genotiplere ait yatma dayanımı ortalama değerleri Çizelge 8’de verilmiştir. Çizelgenin incelenmesinden de görüleceği gibi çalışmada ele alınan genotiplerin hemen hemen hepsinin her iki lokasyonda da yatma dayanımının yüksek olduğu görülmektedir.

Demir ve Topal (2020) yatmanın dünyanın pek çok bölgesinde kültür bitkilerinde önemli verim kayıplarına neden olduğunu ve kültür bitkileri içerisinde yatmanın yoğun olarak görüldüğü grubun ise tahılların olduğunu bildirmiştir. Reitz ve Salmon (1959), yatmaya dayanıklılığın tek başına sapın sağlamlığı ile değil, aynı zamanda elastikiyetiyle de ilgili olduğunu ve boyun kısa olmasının yatmayı azalttığını bildirmişlerdir. Kısa boylu bitkilerin uzun boylulara nazaran yatmaya daha dayanıklı oldukları yaygın bir görüştür. Ancak, yüksek verimli ve daha uzun boylu bazı çeşitlerin de yatmaya dayanıklı oldukları bir gerçektir.

Çizelge 7. Hektolitre ağırlığı ve tane verimi özelliklerine ait ortalama değerler

Genotip (G)	Hektolitre Ağırlığı (kg/l)			Tane verimi (kg/da)		
	İnegöl	Karacabey	Ortalama	İnegöl	Karacabey	Ortalama
LG 1	70.95	73.1	72.02	661.5	787.0	724.3 ab
LG 2	71.50	75.5	73.50	674.7	772.7	723.8 ab
LG 3	73.13	75.35	74.24	634.0	692.0	663.0 b-d
LG 4	76.83	78.0	77.41	684.0	622.7	653,3 b-e
LG 5	72.95	73.95	73.45	581.0	695.8	638.4 c-g
LG 6	75.13	74.08	74.60	581.8	664.3	623.0 c-f
LG 7	73.08	74.43	73.75	582.5	614.5	598.5 c-f
LG 8	78.13	77.88	78.00	569.8	620.8	595.3 c-f
LG 9	70.00	73.08	71.54	582.5	593.8	588.1 c-f
LG 10	75.72	74.83	75.28	661.0	508.8	584.9 c-f
LG 11	71.75	70.88	71.31	620.3	538.0	579.1 c-f
LG 12	68.55	73.4	70.98	601.2	555.3	578.2 c-f
LG 13	66.48	71.90	69.19	543.5	604.5	574.0 d-f
LG 14	74.65	79.45	77.05	584.7	544.8	564,7 ef
LG 15	70.15	70.0	70.08	618.2	450.5	534.3 f
LG 16	71.40	79.9	76.65	581.5	485.5	533.5 f
LG 17	74.63	61.73	68.18	414.0	420.0	417.0 g
LGWF14-10057	74.25	78.55	76.40	712.0	848.0	780.0 a
LG MONJE	74.50	76.65	75.58	715.5	802.8	759.1 a
LG ALBUFERA	75.05	75.08	75.06	688.5	764.3	726.4 ab
LG ARNOVA	71.88	71.75	71.81	664.0	778.7	721.3 ab
LG 59(st)	72.53	77.3	74.91	626.3	703.2	664.8 bc
ANDINO(st)	71.48	76.73	74.10	639.3	675.	657.5 b-d
QUALITY(st)	75.48	78.5	76.99	625.0	617.5	621.3 c-f
ADELAIDE(st)	77.25	77.18	77.21	675.0	561.8	618.3 c-f
Ortalama	73.09	74.77	73.93	620.87	636,91	628.89
LSD _(%5) Genotip: öd LSD _(%5) Lokasyon: öd LSD _(%5) GenotipxLokasyon:öd			LSD _(%5) Genotip: 89.36 LSD _(%5) Lokasyon:öd LSD _(%5) GenotipxLokasyon: öd			

öd: Önemli değil

Denemede kullanılan genotiplerin bu bağlamda incelendiğinde serin iklim tahıllarında 80-100 cm'lik istenilen bitki boyu değerlerine sahip olduğu görülmektedir. Ayrıca uygun olmayan çeşit seçimi, ekim zamanı ve sıklığı, gereğinden fazla gübre kullanımı ve sulama imkanlarının artması, yabancı ot, hastalık ve zararlıların yoğunlaşması yanında, ekolojik faktörlere ve tarla şartlarına bağlı olarak bitkilerde yatma görülebilmektedir. Uygun olmayan çeşit, ekim zamanı ve sıklığı yanında gübreleme ve diğer faktörlere bağlı olarak meydana gelebilecek yatmanın tahıllarda %80'e yakın verim düşüşüne neden olabileceği görülmüştür (Ceylan, 1974).

Çizelge 8. Yatma dayanımı ve soğuk zararı özelliklerine at ortalama değerler

Genotip (G)	Yatma Dayanımı (%)			Soğuk zararı		
	İnegöl	Karacabey	Ortalama	İnegöl	Karacabey	Ortalama
LG 1	100.0	100.0	100.0	3.75	3.5	3.63 bc
LG 2	100.0	100.0	100.0	3.25	3.0	3.13 d-f
LG 3	100.0	100.0	100.0	2.50	2.5	2.50 g-ı
LG 4	100.0	100.0	100.0	2.50	1.5	2.00 jk
LG 5	100.0	100.0	100.0	1.00	1.0	1.00 m
LG 6	100.0	98.75	99.38	4.25	5.0	4.63 a
LG 7	100.0	98.75	99.38	2.0	1.5	1.75 kl
LG 8	100.0	100.0	100.0	2.25	2.25	2.25 ij
LG 9	84.0	100.0	92.0	2.75	3.75	3.25 c-e
LG 10	100.0	100.0	100.0	3.50	3.5	3.50 b-d
LG 11	100.0	81.25	90.63	2.50	2.0	2.25 ij
LG 12	100.0	98.75	99.38	3.50	3.0	3.25 c-e
LG 13	100.0	98.75	99.38	2.50	2.25	2.38 h-j
LG 14	100.0	100.0	100.0	3.00	3.0	3.00 ef
LG 15	100.0	100.0	100.0	3.00	2.5	2.75 f-h
LG 16	100.0	98.75	99.38	3.00	2.75	2.88 e-g
LG 17	100.0	100.0	100.0	4.0	3.75	3.88 b
LGWF14-10057	100.0	100.0	100.0	1.00	1.0	1.00 m
LG MONJE	100.0	96.25	98.13	1.00	1.0	1.00 m
LG ALBUFERA	100.0	100.0	100.0	1.00	1.0	1.00 m
LG ARNOVA	100.0	100.0	100.0	1.00	1.0	1.00 m
LG 59(st)	100.0	96.25	98.13	1.75	1.0	1.38 lm
ANDINO(st)	100.0	100.0	100.0	1.25	1.0	1.13 m
QUALITY(st)	100.0	87.5	93.75	1.25	1.0	1.13 m
ADELAIDE(st)	100.0	96.25	98.13	2.0	1.25	1.63 kl
Ortalama	99.36	98.05	98.71	2.38 a	2.20 b	2.29
LSD _(%5) Genotip: öd LSD _(%5) Lokasyon: öd LSD _(%5) GenotipxLokasyon:öd				LSD _(%5) Genotip: 89.36 LSD _(%5) Lokasyon:öd LSD _(%5) GenotipxLokasyon: öd		

öd:Önemli değil

Soğuk Zararı

Soğuk zararı 1-9 skalası (1=az, 9=fazla) kullanılarak belirlenmiştir. Genotiplere ait soğuk zararı ortalama değerleri Çizelge 8'de verilmiştir. Denemede incelenen genotiplerin ortalama soğuk zararı değerleri 1.00 ile 4.63

arasında değişim göstermiştir. Lokasyonlar bakımından soğuk zararı ortalamaları incelendiğinde İnegöl lokasyonu için ortalama değer 2.38, Karacabey lokasyonu için ise 2.20 olarak bulunmuştur. Her iki lokasyonda incelenen genotipler bakımından soğuğa hassas olan genotipin ortalama 4.63 değeri ile LG 6 hattının olduğu görölmüştür. Bu hattı 3.88 ortalama değeri ile LG 17 hattı takip etmiştir.

Soğuğa dayanım üzerine ölkemizde yapılan çalışmalar incelendiğinde, Pecetti ve ark. (1993) aralarında Türkiye'nin de bulunduğu dokuz Akdeniz ölkesinden 90 yerel makarnalık buğday çeşidinin bayrak yaprak özellikleri ile kuraklık ve soğuk stresleri arasındaki ilişkiyi test etmek için yürüttükleri araştırma sonucunda Türkiye yerel makarnalık buğday materyallerinin en yüksek düzeyde soğuğa tolerans gösterdiğini, soğuğa tolerans ile bayrak yaprağının küçüklüğü arasında pozitif korelasyon olduğunu belirlemişlerdir. Tahir ve Vakoun, (1994) Türkiye'nin de içinde bulunduğu farklı ölkelerden toplanan 2806 buğday hat ve çeşidinin, soğuğa dayanım yönünden test edildiği bir çalışmada Türkiye ve İran'dan gelen materyallerde -11 °C'de hayatta kalma oranlarının diğer ölkelerden daha yüksek olduğu bildirmişlerdir.

Sonuç ve Öneriler

25 ekmeklik buğday genotipinin bitki materyali olarak kullanıldığı bu çalışmada Bursa ekolojik koşullarında bazı tarım özelliklerinin değerlendirilmesi ve yöreye önerilebilecek yeni çeşitlerin tescili ve tespit edilmesi amaçlanmıştır. İncelenen özellikler yönünden oldukça geniş varyasyonların belirlenmesi üreticilerin istekleri doğrultusunda çok sayıda alternatifin bölge için söz konusu olabileceğini göstermiştir. Bursa ili İnegöl ve Karacabey ekolojik koşullarında 2019-2020 vejetasyon döneminde yürütölen çalışma sonucunda nihai kriter olarak değerlendirilebilecek olan tane verimi açısından elde edilen bulgulara göre, tane verimi bakımından ortalama değerler incelendiğinde genel ortalamanın 628.89 kg/da olduğu ve genotiplerin tane verimi değerlerinin 416.9 kg da⁻¹ ile 780.1 kg da⁻¹ arasında değiştiği gözlemlenmiştir. Özellikle çalışmada ele alınan genotipler bakımından hemen hepsinin 500 kg da⁻¹'in üzerinde bulunması, her iki lokasyon bakımından Bursa ili buğday verimi ortalaması olan 364 kg da⁻¹'in (Anonim 2020) üstünde tane verimine sahip genotiplerin mevcudiyetini göstermiştir. Her iki lokasyon bakımından LGWF14-10057 ve LG Monje genotiplerinin ümitvar genotipler olduğu gözlemlenmiştir. Bu iki genotipin yanısıra LG Albufera (726.4 kg da⁻¹), LG1(724.3 kg da⁻¹), LG2 (723.8 kg da⁻¹a) ve LG Arnova (721.3 kg da⁻¹) hatları da denemenin yürütöldüğü lokasyonlarda yüksek tane verimi ile dikkat çeken genotipler olarak saptanmıştır.

Teşekkür Bilgi Notu

Bu çalışma Limagrain Tohum Islah ve Üretim San.Tic.A.ř tarafından desteklenmiştir. Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir. Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır. Yayında 1. yazar % 80 oranında ve 2. yazar % 20 oranında katkı sağlamıştır ve yazarlar arasında her hangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynakça

- Abbas, B. 2017. Bazı yerli ve yabancı ekmeklik buğday genotiplerinin verim ve kalite özellikleri yönünde değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya. 58 s.
- Akman, Z., Yılmaz, F., Karadoğan, T. ve Çarkçı, K. 1999. Isparta ekolojik koşullarına uygun yüksek verimli buğday çeşit ve hatlarının belirlenmesi. Türkiye III. Tarla Bitkileri Kongresi, 15- 18 Kasım 1999, Adana, Cilt: 1, Genel ve Tahıllar, 366-371.
- Aktaş, B. 2010. Kuru koşullar için ıslah edilmiş bazı ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşitlerinin karakterizasyonu. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara 126 s
- Altınbaş, M., Tosun, M., Yüce, S., Konak, C., Köse, E. A. ve Can, R., 2004. Ekmeklik buğdayda (*T.aestivum* L.) tane verimi ve bazı kalite özellikleri üzerinde genotip ve lokasyon etkileri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 41 (1): 65-74
- Anonim, 2020. Bursa İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü. <https://bursa.tarimorman.gov.tr/Link/37/Faaliyet-Raporlari> (Erişim Tarihi: 10.07.2020)
- Atak, M. 1997. Photoperiod, vernalization, and seeding rate effects on anthesis date and agronomic performance of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) Master Thesis University Of Nebraska Lincoln 61 p.
- Atlı, A., Koçak, N. ve Aktan, M. 1993. Ülkemiz çevre koşullarının kaliteli makarnalık buğday yetiştirmeye uygunluk yönünden değerlendirilmesi. Hububat Sempozyumu, 8-11 Haziran 1993, s. 345-351. Konya.
- Aydın, N., Bayramoğlu, H.O., Özcan, H., 2007. Bazı ekmeklik buğday genotiplerinin verim ve başlıca kalite özelliklerinin belirlenmesi. *OMÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22 (2): 193- 201.
- Aydın, N., Tugay, E., Sakin, M.A. ve Gökmen, S. 1999. Tokat Kazova koşullarında makarnalık buğday çeşitlerinin verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Hububat Sempozyumu, 8-11 Haziran 1999, s. 621-625. Konya.
- Aydoğan, R. 2018. Bursa ekolojik koşullarında bazı ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşitlerinin tarımsal özelliklerinin değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa,49 s.
- Baenziger, P. S., Clements, R. L., MacIntosh, M. S., Yamazaki, W. T., Starling, T. M., Sammons, D. J. and Johnson, J. W. 1985. Effect of cultivar, environment, and their interaction and stability analyses on milling and baking quality of soft red winter wheat. *Crop Science*, 25: 5-8.
- Bayram, M.E.ve Demir, L. 2009. Yazlık dilimde tarımı yapılan bazı ekmeklik buğday (*triticum aestivum* l.) çeşitlerinin Marmara ekolojisindeki verim stabilitesi. *Bursa Uludag Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 23(1): 1-12
- Ceylan, A. 1974. Chlorocholinchlorid (CCC)'in Menemen ekolojik koşullarında buğdayın çeşitli özelliklerine etkileri üzerinde araştırma. *Bitki Dergisi*, 1(2):154-162, İzmir

- Çekiç, C. 2007. Kurağa dayanıklı buğday (*Triticum aestivum* L.) ıslahında seleksiyon kriteri olabilecek fizyolojik parametrelerin araştırılması. Doktora tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Ens., Ankara,. 114 s.
- Çifci, E. A. ve Doğan, R. 2013. Azotlu Gübre Dozlarının Gediz-75 Ve Flamura-85 Buğday Çeşitlerinde Verim ve Kaliteye Etkisi. *Tarım Bilimleri Dergisi - Journal of Agricultural Sciences* 19(1): 1-11.
- Demir, F. ve Topal, A.2020. Konya Koşullarında Buğday Genotiplerinde Yatmanın Verim ve Kaliteye Etkisi. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi*.9 (2): 113-121.
- Doğan, R. ve Ayçiçek, M. 2001. Bazı ekmeklik buğday çeşitlerinin Bursa koşullarındaki adaptasyon ve stabilite yeteneklerinin belirlenmesi üzerinde bir araştırma. *Uludağ Üniv. Zir. Fak. Derg.*, 15: 59-67
- Genç, İ., Özer, S., Özkan, H., Yağbasanlar, T., Kola, O., Toklu, F. ve Altan, A., 1997. Bazı ekmeklik buğday triticales hatlarının bazı fiziksel, kimyasal, teknolojik özelliklerinin saptanması üzerine bir araştırma. Türkiye 2. Tarla Bitkileri Kongresi, 22- 25 Eylül, 550-552, Samsun.
- Genç, İ., Yağbasanlar, T., Özkan, H. ve Kılınc, M. 1993. Seçilmiş bazı makarnalık buğday hatlarının Güneydogu Anadolu bölgesi sulu koşullarına adaptasyonu üzerinde araştırmalar. Makarnalık Buğday ve Mamulleri Sempozyumu. Kitabı, Sayfa: 261-272, Ankara
- Gençtan, T. ve Balkan, A. 2006. Bazı ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L. em Thell) çeşitlerinde ana sap ve fertil kardeşlerin bitki tane verimi ve verim öğeleri yönünden karşılaştırılması. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 13 (1) :17-2.
- Kahraman, F. 2007. Bazı ekmeklik buğday çeşitlerinin verim ve kalite değerlerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla bitkileri Anabilim Dalı. Çanakkale.
- Kahraman, T., Avcı, R. ve Öztürk, İ. 2008. Islah çalışmaları sonucu geliştirilen bazı ekmeklik buğday hatlarının tane verimi ve bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi. Ülkesel Tahıl Sempozyumu, 2-5 Haziran 2008, KONYA
- Kara, R., Dalkılıç, A.Y., Gezginç, H. ve Yılmaz, M.F. 2016. Kahramanmaraş koşullarında bazı ekmeklik buğday çeşitlerinin verim ve verim unsurları yönünden değerlendirilmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 3(2): 172–183
- Kaydan, D. ve Yağmur, M. 2008. Van ekolojik koşullarında bazı ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşitlerinin verim ve verim öğeleri üzerine bir araştırma. *Tarım Bilimleri Dergisi* 14 (4): 350-358.
- Kendal, E., Tekdal, S., Aktaş, H., ve Karaman, M. 2012. Bazı makarnalık buğday çeşitlerinin Diyarbakır ve Adıyaman sulu koşullarında verim ve kalite parametreleri yönünden karşılaştırılması. *Uludağ Üniveristesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 26,(2): 1-14
- Metin, G. 2019. Bursa koşullarında bazı ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşitlerinin verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa, 51 s.

- Mut, Z., Aydın, N., Özcan, H. ve Bayramoğlu, O., 2005. Orta Karadeniz Bölgesinde Ekmeklik Buğday Genotiplerinin Verim ve Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi, *GOÜ. Ziraat Fak. Derg.* 22 (2), 85-93.
- Özen S.ve Akman, Z. 2015. Yozgat ekolojik koşullarında bazı ekmeklik buğday çeşitlerinin verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10(1): 35-43.
- Öztürk, İ., Avcı, R., Kahraman, T. ve Beşer, N. 2009. Trakya Bölgesi'nde üretilen bazı ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşitlerinin verim ve verim unsurları ile bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Bitkisel Araştırma Dergisi* 2: 19-26.
- Pecetti, L., Annicchiarico, P. and Kashour, G. 1993. Flag Leaf Variation in Mediterranean Durum Wheat Landraces and Its Relationship to Frost Drought Tolerance and Yield Response in Moderately Favorable Conditions, *Plant Genetic Resources Newsletter*, 93: 25-28
- Polat Kurt, P.Ö, Çifci Aydoğan, E .and Yağdı, K. 2016. Stability Performance of Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) Lines. *J. Agr. Sci. Tech.*Vol. 18: 553-560
- Reitz, L. P. and Salmon, S. C. 1959. Hard red winter wheat improvement in the plains, A 20- Year Summary. USDA Technical Bulltens, 1192.
- Sakin, M. A., Naneli, İ., GÖY, A.G. ve Özdemir, K. 2015. Bazı Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Çeşitlerinin Tokat-Zile Koşullarında Verim ve Verim Komponentlerinin Belirlenmesi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 32 (3): 119-132.
- Şener, O., Kılınç, M., Yağbasanlar, T., Gözübenli, H. ve Karadavut, U., 1999. Hatay koşullarında bazı ekmeklik (*Triticum aestivum* L. Em Thell) ve makarnalık buğday (*Triticum Durum Desf*) çeşit ve hatların saptanması. Türkiye 2. Tarla Bitkileri Kongresi 1999. 1-10, 25-27 Eylül, Samsun.
- Tahir, M. ve Vakoun, J. 1994. Genetic Diversity in Wheat an International Approach in Its Evaluation and Utilization. *Wheat Information Service*, 78:1-12.
- Tayyar, Ş.ve Gül, M.K. 2008. Evaluation of 12 bread wheat varieties for seed yield and some chemical properties grown in Northwestern Turkey. *Asian J. of Chemistry*, 20(5): 3715-3725.
- Tunca, Z.Ş. 2012. Bazı buğday çeşitlerinin adaptasyon kabiliyeti, agronomik ve fizyolojik özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, OÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Eskişehir. 114 s.
- Turan, İ. 2008. Kahramanmaraş koşullarında bazı buğday, arpa ve tritikale çeşitlerinin verim ve verim özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, KSİÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Kahramanmaraş 50 s.
- Usta, T. 2016. Kırşehir ekolojik koşullarında bazı ekmeklik buğday çeşitlerinin (*Triticum aestivum* L.) verim ve verim öğelerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, AEÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Kırşehir. 96 s.
- Yağdı, K. 2004. Bursa koşullarında yetiştirilen ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) hatlarının bazı kalite özelliklerinin araştırılması. *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.*18(1): 11-23.

- Yağdı, K., 2002. Bursa koşullarında yetiştirilen ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşit ve hatlarının stabilite parametrelerinin saptanması üzerine bir araştırma. *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.* 16: 51-57.
- Yılmaz, A. H., ve Dokuyucu, H. 1994. Kahramanmaraş koşullarında yüksek verimli ekmeklik buğday çeşitlerinin saptanması. Türkiye 2. Tarla Bitkileri Kongresi. 1: 303- 306, 25-29 Nisan, İzmir.
- Yürür, N., 1998. *Serin İklim Tahılları (Tahıllar-I)*. Uludağ Üniversitesi Yayınları Yayın No: 7-030-0256, Bursa.



Effects of Different Nitrogen Doses on Forage Yield of Some Sweet Sorghum [*Sorghum bicolor* var. *saccharatum* (L.) Mohlenb.] Varieties^A

Fikret YÖNTER^{1*}, Sinem ZERE TAŞKIN², Uğur BİLGİLİ³

Abstract: This study was carried out to determine the forage production potentials of different sweet sorghum genotypes under Mediterranean-type climate conditions as the second crop in 2020. Three different sweet sorghum genotypes (Erdurmuş, Uzun varieties, and M81-E line) and four nitrogen doses (0.0, 7.5, 12.5, 17.5 kg da⁻¹) were used in this research. The experimental design was a randomized complete block with three replications. Some parameters such as plant height, stem diameter, plant number per m², leaf number, leaf and stem ratio, forage yield, and dry matter yield of sweet sorghum genotypes were investigated in the experiment. According to the results, M81-E gave the highest values in terms of stem diameter, leaf number, forage yield, and dry matter yield parameter compared to other genotypes. Forage yield values of the genotypes were between 2969.9 and 5815.0 kg da⁻¹ and dry matter yield values were 1105.7 and 2837.8 kg da⁻¹. Forage yield values vary between 2920.1 and 4674.6 kg da⁻¹ for the nitrogen doses. The highest forage yield was obtained at 12.5 and 17.5 kg da⁻¹ nitrogen doses, which were in the same statistical group. Fertilization can be made with a 12.5 kg da⁻¹ nitrogen dose in sweet sorghum due to the negative environmental effects of chemical fertilizers.

Keywords: Forage yield, nitrogen, sweet sorghum.

^A No ethics commission permission is required in this manuscript. The article has been prepared in accordance with research and publication ethics.

* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** ¹ Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Bursa Uludag University, Bursa, TURKEY, fikreyonter@gmail.com, [OrcID 0000-0002-4813-1611](https://orcid.org/0000-0002-4813-1611)

² Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Bursa Uludag University, Bursa, TURKEY, zeresinem@gmail.com, [OrcID 0000-0002-2243-2993](https://orcid.org/0000-0002-2243-2993)

³ Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Bursa Uludag University, Bursa, TURKEY, ubilgili@uludag.edu.tr, [OrcID 0000-0003-0801-7678](https://orcid.org/0000-0003-0801-7678)

Farklı Azot Dozlarının Bazı Şeker Darısı [*Sorghum bicolor* var. *saccharatum* (L.) Mohlenb.] Genotiplerinin Yem Bitkisi Verimi Üzerine Etkileri

Öz: Bu çalışma farklı şeker darısı genotiplerinin, Akdeniz iklim koşullarında ikinci ürün olarak yem bitkisi potansiyellerinin belirlenmesi amacıyla 2020 yılında yürütülmüştür. Bitki materyali olarak üç farklı şeker darısı genotipi (Erdurmuş, Uzun ve M81-E hattı) ve dört farklı azot dozu (0, 7.5, 12.5, 17.5 kg da⁻¹) kullanılmıştır. Tesadüf bloklarında 3 tekerrürlü olarak kurulan araştırmada; bitki boyu, sap çapı, m² deki bitki sayısı, yaprak sayısı, yaprak ve sap oranı, yeşil ot verimi ve kuru madde verimi gibi bazı parametreler incelenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre; sap çapı, yaprak sayısı, yeşil ot verimi ve kuru madde verimi parametreleri açısından en yüksek değerler M81-E çeşidinden alınmıştır. Çeşitlerin yeşil ot verim değerleri 2969.9 ve 5815.0 kg da⁻¹ arasında; kuru madde verim değerleri ise 1105.7 ve 2837.8 kg da⁻¹ arasında değişmektedir. Azot dozları açısından ise yeşil ot verim değerleri 2920.1 ve 4674.6 kg da⁻¹ arasındadır. En yüksek yeşil ot verimleri aynı istatistiki gruba giren 12.5 ve 17.5 kg da⁻¹ azot dozlarından elde edilmiştir. Aşırı kimyasal gübre kullanımının olumsuz çevresel etkileri olduğundan dolayı, şeker darısında 12.5 kg da⁻¹ azot dozu ile gübreleme önerilebilir.

Anahtar Kelimeler: Yeşil ot verimi, azot, şeker darısı.

Introduction

The roughage requirement to feed Turkey's livestock potential is inadequate and getting also increased over the years. Therefore, to compensate for roughage needs, expanding the cultivation area and increasing yields per unit area of various forage crops is essential. Sweet sorghum (*Sorghum bicolor* var. *saccharatum* (L.) Mohlenb.) is an important plant as an alternative forage crop and energy crop grown around the world. (Dolciotti et al., 1998; Legwaila et al., 2003; Berenji and Dahlberg, 2004; Gnansounou et al., 2005; Almodares and Mostafafi, 2006). Sweet sorghums are tall-height, thick-stemmed, have a high dry matter yield, and are generally produced for abundant fresh forage yield (Berenji and Dahlberg, 2004). In recent years, sweet sorghum has gained importance due to biomass yield and high bioethanol content. The use of bioethanol reduces both the usage of gasoline fuel and air pollution. Also, sweet sorghum is a biomass plant used in human food and animal feed and adapted to extreme soil and climatic conditions (Guiying et al., 2003; Köppen et al., 2009). In regions with irrigation facilities, it can be easily produced as a summer second crop forage plant.

Nitrogen is the most common fertilizer to increase crop yields, but excessive nitrogen use harms the environment and reduces the extra cost and income of farmers (Rashid and Voroney, 2005). When nitrogen is applied to crops, a significant proportion is lost in the atmosphere in the form of nitrogen oxides, which unfortunately damage the ozone layer, leading to global warming (Crutzen and Ehhalt, 1977; Ruser et al., 1998; Crutzen et al., 2007). It is estimated that the amount of nitrogen used as fertilizer in agriculture will triple by

2050, and its negative impact on the environment is expected to increase as a result (Subbarao et al., 2009). Therefore, the high cost of nitrogen to attain maximum yields, its negative environmental impact, and the amount of biofuel needed to meet future energy demands make it very important to study ways to properly manage N fertilization. Efficient and optimal use of nitrogen is important for the proper production of crops for biofuel production also important to explore ways of applying nitrogen fertilization appropriately to meet future energy demands (Bock, 1984; Schepers et al., 1991; Vitousek et al., 1997). Bring about not to cause environmental pollution, and for the production to be economical, optimum plant density and nitrogen rates should be determined for various ecologies in the agriculture of sweet sorghum, as in all cultivated crops. Many researchers have stated that various nitrogen doses and plant density significantly affect yield and yield traits in sweet sorghum. Besides using less water and N than corn (*Zea mays* L.) for similar ethanol yields so excessive nitrogen application is not recommended in sweet Sorghum (Geng, 1989; Keeney, 1992).

Sweet sorghum can give a moderate yield with a small amount of nitrogen fertilization. However, it can be grown in various conditions without applying nitrogen fertilizers, and relatively high ethanol yields can be achieved even in poor soil conditions. It can also be used to prevent erosion in soils with various erosion risks. Due to the features mentioned above, it has an extensive cultivation area (Akdoğan, 2004).

Researchers conducted to date on the impact of N fertilization on the biomass production of sweet sorghum has still not adequate in Turkey. It is a necessity to determine the effects of nitrogen in all suitable ecological regions where sweet sorghum can be grown in Turkey. This research aimed to evaluate the optimum nitrogen doses and effects of nitrogen fertilization on yield in sweet sorghum as a second summer crop.

Materials and Methods

The research was conducted in Bursa Uludag University, Faculty of Agriculture, Agricultural Application and Research Center in 2020. The research field has a Mediterranean-type climate. This climatic zone's long-term (1928- 2020) annual total rainfall was 719.1 mm year⁻¹, and the annual mean temperature was 14.9 °C. Climate data for the vegetation period in 2020, when the study was conducted, are given in Table 1. When the climate data are examined, it is seen that the average temperature data and total precipitations were compatible with the long-term data. The experimental design was a randomized complete block with three replications. Three different sweet sorghum genotypes (Erdurmuş, Uzun varieties, and M81-E line) and four nitrogen doses (0, 7.5, 12.5, 17.5 kg da⁻¹) were used in this research. Each plot consisted of 5 rows with 5 m long and 0.7 m apart, 20 cm intervals from the row. The total research area was 1288 m² (40 m x 32.2 m). The sowing date was 7 June 2020.

Table 1. Meteorological data of the research area

Months	Temperature (°C)		Precipitation (mm)		Relative Humidity (%)	
	2020	LT*	2020	LT	2020	LT
June	21.7	22.6	40.5	42.8	67.9	57.8
July	24.8	25.1	1.5	14.3	64.1	56.2
August	24.7	25.2	1.8	17.5	62.0	57.3
September	23.0	20.8	6.5	50.1	67.3	63.8
October	18.4	15.9	59.6	84.4	71.8	68.7
November	10.4	10.7	14.3	67.3	75.7	69.3
December	9.9	22.6	13.0	42.8	77.6	68.7
Total	-	-	137.2	276.4	-	-
Average	18.9	20.1	-	-	69.4	63.1

* LT: Long term (1991-2020)

The soils of the Agricultural Application and Research Center, where the experiment was carried out, are clay and marl layered, 50-200 cm thick and heavy textured depending on the slope; the primary materials are light gray or close to white and are rich in clay and lime (Katkat et al., 1983). The soil analysis results are given in Table 2.

Table 2. The soil analysis results of the experiment area.

Texture	Clay	pH	7.76
Depth (cm)	0-20	CaCO ₃ (%)	4.30
Sand (%)	25.95	Phosphorus	9.16
Clay (%)	58.60	Potassium (kg da ⁻¹)	100.67
Silt (%)	15.45	Organic matter	2.04

The plots were seeded by hand at a triple rate and then thinned by hand after emergence to the required intra-row spacings. After seeding, good germination was performed due to sufficient rainfall in 2020. However, it was observed that starting with the period after seeding and in August and September, the daily temperatures generally exceeded the monthly average temperatures. In this process, sprinkler irrigation was applied as needed. 2,4-D was used in the research area for weed control. Half of the nitrogen doses used in this study were applied before seeding, and the rest as urea (46%) when the plants reached 40-50 cm height.

Ten plants were randomly selected from each plot for measurements and observations just before cutting for forage production. At the soft dough-hard dough stage, two rows from center plots were harvested. Forage yields and growth parameters were measured individually in the experiment, such as plant height, stem diameter, plant number per m², leaf number, leaf and stem ratio, forage yield, and dry matter yield. Half of the interior three rows in each plot were harvested for forage yield at the soft dough-hard dough stage. One plant was selected from each plot and the selected plant dried at 70°C for 48 h to calculate dry matter yield. ANOVA results statistically were assessed all data for split split-plots of a randomized complete block design. The differences between treatment means were evaluated by the least significant difference (LSD) at P= 0.05 probability level.

Results and Discussions

The variance analysis results of the year 2020 traits are given in Table 3. The average values of the morphological measurements of genotypes and nitrogen doses are given in Table 4 and Table 5, respectively.

Generally, genotypes were statistically significant, but genotype x nitrogen dose interactions were not significant in most measurements and observations. While nitrogen doses were statistically significant in some traits, they were not significant in others.

Table 3. Plant height, Stem Diameter, Plant Number per m², Leaf Number, Leaf and Stem Ratio, Forage Yield, and Dry Matter Yield of Variance Analysis Results for Genotypes, Nitrogen Doses, and Genotypes x Nitrogen Doses Interaction in 2020 Period.

Sources of Variation	Plant Height (cm)	Stem Diameter (mm)	Plant Number per m ²	Leaf Number	Leaf Ratio (%)	Stem Ratio (%)	Forage Yield (kg da ⁻¹)	Dry Matter Yield (kg da ⁻¹)
Genotypes (G)	ns	**	ns	**	**	**	**	**
Nitrogen Doses (ND)	ns	**	ns	*	ns	ns	**	**
G x ND	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**

*, **: F-test significant at p ≤ 0.05 and p ≤ 0.01, respectively. ns: not significant.

Plant height, stem diameter, leaf number are essential traits that affect the yield of forage crops grown for forage and silage. According to the average measurements and observation ratings of genotypes, M81-E has the highest values for stem diameter, leaf number, leaf ratio, forage yield, and dry matter yield. Erdurmuş genotype has only a high value for the stem ratio parameter. M81-E and Uzun genotypes gave together with the highest value for the leaf ratio parameter (Table 4).

Table 4. Plant Height, Stem Diameter, Plant Number per m², Leaf Number, Leaf Ratio, Stem Ratio, Forage Yield and Dry Matter Yield Average Values of the Genotypes in 2020 Period.

Genotypes	Plant Height (cm)	Stem Diameter (mm)	Plant Number per m ²	Leaf Number	Leaf Ratio (%)	Stem Ratio (%)	Forage Yield (kg da ⁻¹)	Dry Matter Yield (kg da ⁻¹)
Erdurmuş	282	18.6 c	13.9	9.9 c	13.5 b	86.5 a	2969.9 b	1105.7 c
Uzun	269	21.0 b	14.1	11.0 b	16.4 a	83.5 b	3206.7 b	1326.9 b
M81-E	283	22.9 a	12.8	12.8 a	16.5 a	83.5 b	5815.0 a	2837.8 a
LSD (0.05)	ns	1.72	ns	1.02	0.02	0.02	574.0	215.4

The same column measurements followed by the same letter were not significantly different at the 0.05 level using the LSD test.

According to our trial results forage yield values of the genotypes were between 2969.9 kg da⁻¹ and 5815.0 kg da⁻¹ and dry matter yield values were 1105.7 kg da⁻¹ and 2837.8 kg da⁻¹. Chavan et al. (2009) reported that

biomass yields in 14 sweet sorghum genotypes ranged from 3646 - 7488 kg da⁻¹. Almodares et al. (2008) were found that the forage yield ranged from 7400-7800 kg da⁻¹. Since our research was carried out under second crop conditions, the results of forage and dry matter yield were found to be lower than the results of other researchers (Turgut et al., 2005; Akgün and Acar, 2008). Geren et al. (2011) reported that sweet sorghum was well adapted to local conditions in the second crop conditions. According to the researcher; the average plant height is 204 cm, the number of siblings is 3.2 plants, the total fresh forage yield is 5600 kg da⁻¹, the dry matter rate of the whole plant is 28.4%, the stem yield is 1300 l da⁻¹, the sugar rate is 11.9%, the sugar yield is 156 kg da⁻¹ and theoretical ethanol yield are in 83.1 l da⁻¹.

In research conducted in the USA using Dale, Theis, and M81-E genotypes, it was stated that the plant heights ranged between 230-281 cm, stem diameters were 17-22 mm, and sugar ratios were recorded as 9.4-14.9% (Ekefre et al., 2017). In the present study, we obtained 283 cm and 282 cm plant height which is higher than 281 cm with M81-E and Erdurmuş genotypes. No difference was found between plant numbers and plant heights among sweet sorghum genotypes.

The present study results clearly showed that sweet sorghum genotypes treated with high nitrogen resulted in higher stem diameter, leaf number, forage yield and dry matter yield. Martin et al. (1976) stated that the leaf number of sweet sorghum can vary between 6 and 17 under optimum conditions. In a study conducted in Bursa conditions, it was reported that the leaf number in sugar sorghum was not affected by cultural practices (Turgut et al., 2005). Contrary to the researcher, the number of leaves was found to be statistically significant and it was determined that the highest leaf number was given by 17.5 kg da⁻¹ nitrogen doses in our research (Table 5).

Akdoğan (2004) stated that the average stem diameter ranged between 17.52 - 21.10 mm, and the largest stem diameter was obtained from the application of 18 kg N da⁻¹. In our study, stem diameter averages showed values ranging from 15 to 21 and the highest nitrogen dose of 17.5 kg da⁻¹ gave the highest stem diameter values (Table 5).

In our study, sweet sorghum genotypes respond positively to nitrogen fertilization for forage yield and dry matter yield. Turgut et al. (2005) reported that 5 or 10 cm intra-row spacings and 100 or 150 kg ha⁻¹ nitrogen rates are provided maximum forage, dry matter, and seed yield in sweet sorghum in Bursa. In a study conducted in Konya-Turkey conditions to determine the effects of four different doses of nitrogen (7.5, 12, 15, and 18 kg da⁻¹) on a sweet sorghum genotype obtained from the Deliorman Region of Bulgaria; nitrogen doses significantly affected grain yield and yield characteristics at other doses except for 18 kg N da⁻¹ (Akgün and Acar, 2008). Similarly, the fact that the 12.5 kg da⁻¹ and 17.5 kg da⁻¹ nitrogen doses were in the same statistical group in our study shows that the increased nitrogen dose does not increase the forage yield and dry matter yield value and confirms the other researchers.

Table 5. Plant Height, Stem Diameter, Plant Number per m², Leaf Number, Leaf Ratio, Stem Ratio, Forage Yield and Dry Matter Yield Average Values of the Nitrogen Doses in 2020 Period.

Nitrogen Doses (kg da ⁻¹)	Plant Height (cm)	Stem Diameter (mm)	Plant Number per m ²	Leaf Number	Leaf Ratio (%)	Stem Ratio (%)	Forage Yield (kg da ⁻¹)	Dry Matter Yield (kg da ⁻¹)
0.0	262	15.1 c	14.2	10.3 c	15.5	84.4	2920.1 c	1050.6 c
7.5	280	22.4 b	14.1	11.6 ab	14.8	85.1	3996.7 b	1403.2 b
12.5	279	21.0 b	13.4	10.8 bc	15.2	84.7	4397.3 ab	1786.1 a
17.5	290	24.8 a	12.7	12.1 a	16.2	83.7	4674.6 a	1929.2 a
LSD (0.05)	ns	1.98	ns	1.18	ns	ns	662.8	248.7

Table 6. Plant Height, Stem Diameter, Plant Number per m², Leaf Number, Leaf Ratio, Stem Ratio, Forage Yield, and Dry Matter Yield Average Values the Genotypes x Nitrogen Doses Interaction in 2020 Period.

Nitrogen Doses								
Genotypes	Plant Height				Stem Diameter			
	1**	2	3	4	1	2	3	4
1*	270	271	280	309	13,6	20,0	19,0	22,0
2	252	286	278	259	15,3	22,3	21,0	25,3
3	266	283	280	303	16,3	25,0	23,0	27,3
Genotypes	Plant Number per m ²				Leaf Number			
	1	2	3	4	1	2	3	4
1	13,3	15,2	14,7	12,4	9,3	10,3	9,6	10,3
2	15,7	13,8	13,3	13,5	10,3	11,0	11,0	11,6
3	13,6	13,3	12,1	12,1	11,3	13,6	12,0	14,3
Genotypes	Leaf Ratio				Stem Ratio			
	1	2	3	4	1	2	3	4
1	14,0	12,0	11,6	16,3	86,0	88,0	88,3	83,6
2	16,0	16,3	16,6	16,6	84,0	83,6	83,3	83,3
3	16,6	16,3	17,3	15,6	83,3	83,6	82,6	84,3
Genotypes	Forage Yield				Dry Matter Yield			
	1	2	3	4	1	2	3	4
1	1746,5	3023,6	3514,1	3595,3	620,5 g	842,3 fg	1125,0 ef	1835,0 d
2	2561,2	3107,1	3295,4	3863,4	979,0 efg	1854,0 d	1182,0 ef	1292,6 e
3	4452,8	5859,5	6382,6	6565,0	2476,5 c	3163,5 a	3051,5ab	2660,0bc

*1.Erdurmuş, 2.Uzun, 3. M82-E; **1. 0.0 kg da⁻¹, 2. 7.5 kg da⁻¹, 3. 12.5 kg da⁻¹, 4. 17.5 kg da⁻¹

Nitrogen doses did not affect plant number, plant height, leaf ratio, and stem ratio values. Only genotypes and dry matter yield values were found to be statistically significant. 7.5 and 12.5 nitrogen dose interactions of the M81-E genotype were in the same statistical group and gave the highest values (Table 6).

Conclusion

As a result of the yearly experiment carried out to investigate the effects of nitrogen dose in sweet sorghum genotypes with high biomass nitrogen fertilization significantly affected stem diameter, leaf number, forage yield, and dry matter yield. According to the results, M81-E gave the highest values in terms of stem diameter, leaf number, forage yield, and dry matter yield parameter. The highest forage yield was obtained at 12.5 and 17.5 kg da⁻¹ nitrogen doses. In this respect, considering the negative environmental effects caused by chemical fertilizers, fertilization can be made with a 12.5 kg da⁻¹ nitrogen dose in sweet sorghum.

Sweet sorghum, which has very few cultivation areas in Turkey, has an essential potential both as an energy and forage crop. Sweet Sorghum was found to be able to grow as a second crop in crop design in Bursa (Mediterranean-type climate). With these possibilities, the sweet sorghum offers a wide use potential both in closing the roughage deficit and as biomass. These data indicated that the study needs to be repeated for one more year to give healthier results.

Acknowledgment

No ethics commission permission is required in this article. The article has been prepared in accordance with research and publication ethics. The authors who prepared this article contributed equally to the research. The authors declare that there is no conflict of interest regarding the publication of this article.

References

- Akdoğan, G. 2004. Şeker Darısında (*Sorghum bicolor* L. Moench var. *saccharatum*) Sıra Aralığının ve Azot Dozlarının Verim Öğelerine Etkisi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı (Yüksek Lisans Tezi).
- Akgün, N. and Acar, R. 2008. Şeker Koca Darısı (*Sorghum bicolor* L. Moench var. *saccharatum*)'nın Dane Verim ve Verim Öğelerine Farklı Azot Dozlarının Etkisi. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 22 (46): 36–42.
- Almodares, A., Taheri, R. and Adeli, S. 2008. Stalk Yield Carbohydrate Composition of Sweet Sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) Cultivars and Lines at Different Growth Stages. *Malaysia Applied Biology*, 37 (1): 31-36.
- Bock, B.R. 1984. Efficient Use of Nitrogen in Cropping Systems. *Nitrogen in crop production*, c18, 273-294.273–294, American Society of Agronomy.
- Chavan, U.D, Patil J.V. and Shinde, M.S. 2009. An Assessment of Sweet Sorghum Cultivars for Ethanol Production. *Sugar Technology*, 11(4), 319-323.

- Crutzen, P.J. and Ehhalt, D. 1977. Effects of Nitrogen Fertilizers and Combustion on The Stratospheric Ozone Layer, *Ambio*, 6, 112–116.
- Crutzen, P.J., Mosier, A.R., Smith, K.A. and Winiwarer, W. 2007. N₂O Release From Agro–Biofuel Production Negates Global Warming Reduction By Replacing Fossil Fuels, *Atmospheric Chemistry and Physics Discussions*, 7(4),11191–11205.
- Ekefre, D.E. Mahapatra, A.K., Latimore, J.R., Bellmer, D.D., Jena, U., Whitehead, G.J. and Williams, A.L. 2017. Evaluation of Three Cultivars of Sweet Sorghum as Feedstocks for Ethanol Production in the Southeast United States. *Heliyon*. 3(12), e00490.
- Geren, H., Avcıoğlu, R., Kavut, Y.T., Sakinoğlu Oruç, Ç. and Öztarhan, H. 2011. İkinci Ürün Olarak Yetiştirilen Şeker Darısının (Sorghum bicolor (L.) Moench var. Saccharatum) Verim ve Verimle İlgili Diğer Bazı Özellikleri Üzerinde Bir Ön Araştırma. Türkiye IV. Tohumculuk Kongresi. Samsun. 2: 525-530. 14-17.
- Geng, S., Hills, F.J., Johanson, S.S. and Sah, R.N. 1989. Potential Yields and on-Farm Ethanol Cost of Corn, Sweet Sorghum, Fodder Beet and Sugarbeet, *J. Agron. Crop. Sci.* 162:21–29
- Guiying, L., Weibin, G., Hicks, A. and Chapman, K.R. 2003. A Training Manual for Sweet Sorghum. FAO-TCP/CPR/0066, 1-73. <http://ecoport.org/ep?SearchType=articleView&articleId=172&page=-2> (Erişim: 31.10.2020).
- Katkat, A.V., Ayla, F. and Güzel, İ. 1985. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Uygulama ve Araştırma Çiftliği Arazisinin Toprak Etüdü ve Verimlilik Durumu. U.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 3:71-78.
- Keeney, D.R. and Deluca, T.H. 1992. Biomass as an Energy Source for The Midwestern U.S., *Am. J. Altern. Agric.*, 7, 137–144
- Köppen, S., Reinhard, G. and Gartner, S. 2009. Assessment of Energy and Greenhouse Gas Inventories of Sweet Sorghum for First and Second Generation Bioethanol. Environment and Natural Resources Management series, 30. FAO. pp. 1-86. Rome.
- Martin, J., Leonard, W. and Stamp, D. 1976. Principles of Field Crop Production, Collier McMillan Publishers: 383-404.
- Rashid, M. and Voroney, R. 2005. Nitrogen Fertilizer Recommendations for Corn Grown on Soils Amended with Oily Food Waste, *Journal of Environmental Quality*, 34, 2045–2051.
- Ruser, R., Schilling, R. Steindl, Flessa, H. and Beese, F. 1998. Soil Compaction and Fertilization Effects on Nitrous Oxide and Methane Fluxes in Potato Fields, *Soil Science Society of America Journal*, 62, 1587–95.
- Schepers, J.S., Moravek, M.G., Alberts, E.E. and Frank, K.D. 1991. Maize Production Impacts on Groundwater Quality, *Journal of Environmental Quality*, 20, 12–16.
- Subbarao, G., Kishii, M., Nakahara, K., Ishikawa, T., Ban, T., Tsujimoto, H., George, T., Berry, W., Hash, C. and Ito, O. 2009. Biological Nitrification Inhibition (BNI)—Is There Potential for Genetic Interventions In The Triticeae? *Breeding Science*, 59, 529–545.

- Turgut, I., Bilgili, U., Duman, A. and Acikgoz, E. 2005. Production of Sweet Sorghum (*Sorghum Bicolor* L. Moench) Increases with Increased Plant Densities and Nitrogen Fertilizer Levels. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B: Soil and Plant Science*, 55(3), 236–240.
- Vitousek, P., Aber, J., Howarth, R., Likens, G., Matson, P., Schindler, D., Schlesinger, W. and Tilman, G. 1997. Human alteration of the global nitrogen cycle: Causes and consequences. *Ecological Applications* 7:737–750.



Farklı Amerikan Asma Anaçlarında Kurşun Stresi Üzerine Salisilik Asit Uygulamalarının Etkileri^A

Selda DALER^{1*}, Emine Sema ÇETİN², Salih SEREN³

Öz: Salisilik asit (SA), bitkilerde biyotik ve abiyotik stres kaynaklı birçok fizyolojik tepkiye aracılık eden önemli bir sinyal molekülüdür. Bu çalışmada, farklı konsantrasyonlarda kurşun [Pb(NO₃)₂] stresine maruz bırakılan 5 BB, 41 B ve 1103 P Amerikan asma anaçlarında değişen dozlardaki SA uygulamalarının morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal özellikler üzerine etkileri incelenmiştir. Dikimden 6 hafta sonra 0, 1.0, 2.5 ve 5.0 mM dozlardaki SA, bitkilerin tüm yeşil aksamına pülverizasyon yöntemiyle; 0, 10, 25 ve 50 ppm konsantrasyonlardaki Pb(NO₃)₂, bitki kök bölgesine enjeksiyon yöntemiyle uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar, farklı konsantrasyonlarda Pb(NO₃)₂ ve SA uygulamalarına yanıt olarak her üç anaçta da incelenen özellikler bakımından farklılıklar olduğunu göstermektedir. Köklenme oranı bakımından en etkili uygulamanın 5.0 mM SA konsantrasyonu olduğu belirlenirken, fiziksel zararlanma derecesi ve membran zararlanma derecesinin azaltılmasında tüm SA konsantrasyonlarının etkili olduğu tespit edilmiştir. Klorofil miktarının, 5 BB ve 1103 P anaçlarında artan SA konsantrasyonlarına paralel olarak artış gösterdiği; fenolik madde içeriğinin 5 BB ve 41 B anaçlarında 2.5 mM SA konsantrasyonunda en yüksek değere ulaştığı, prolin miktarının 5 BB anaçında, 1.0 mM; 41 B anaçında, 2.5 ve 5.0 mM; 1103 P anaçında ise 1.0, 2.5 ve 5.0 mM SA konsantrasyonlarında azalma

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

* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** ¹ Selda DALER, Bahçe Bitkileri Bölümü, Ziraat Fakültesi, Yozgat Bozok Üniversitesi, 66900, Erdoğan Akdağ Kampüsü, Yozgat-TÜRKİYE, selda.daler@yobu.edu.tr, [OrcID 0000-0003-0422-1444](https://orcid.org/0000-0003-0422-1444)

² Emine Sema ÇETİN, Bahçe Bitkileri Bölümü, Ziraat Fakültesi, Yozgat Bozok Üniversitesi, 66900, Erdoğan Akdağ Kampüsü, Yozgat-TÜRKİYE, esema.cetin@yobu.edu.tr, [OrcID 0000-0001-7601-8491](https://orcid.org/0000-0001-7601-8491)

³ Salih SEREN, Bahçe Bitkileri Bölümü, Ziraat Fakültesi, Yozgat Bozok Üniversitesi, 66900, Erdoğan Akdağ Kampüsü, Yozgat-TÜRKİYE, salihseren10@gmail.com, [OrcID 0000-0001-9295-8619](https://orcid.org/0000-0001-9295-8619)

gösterdiği ve sürgün uzunluğunun ise 5 BB anacında, 5.0 mM SA konsantrasyonuyla en yüksek değeri aldığı belirlenmiştir. Aynı zamanda köklenme oranı ile toplam fenolik madde miktarı; fiziksel zararlanma derecesi ile klorofil miktarı ve membran zararlanma derecesi ile klorofil miktarı arasında önemli düzeyde ancak negatif yönde bir ilişki olduğu saptanmıştır. Çalışmada ekzojen SA uygulamalarının, bitkilerde $Pb(NO_3)_2$ varlığından kaynaklanan oksidatif stresi hafifletme bakımından etkili bir uygulama olduğu ve SA aktivitesinin, Amerikan asma anaçlarının türlerine bağlı olarak değişiklik gösterdiği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Anaç, ağır metal, asma, kurşun stresi, salisilik asit.

Effects of Salicylic Acid Application on Lead Stress in Different American Grapevine Rootstocks

Abstract: Salicylic acid (SA) is an important signalling molecule that mediates many physiological responses from biotic and abiotic stress-induced in plants. In this study, the effects on morphological, physiological and biochemical properties of varying doses of SA applications in 5 BB, 41 B and 1103 P American grapevine rootstocks exposed to different concentrations of lead [$Pb(NO_3)_2$] stress were investigated. Six weeks after planting, 0, 1.0, 2.5 and 5.0 mM doses of SA were applied onto the entire green surface of the plant by the pulverisation method; 0, 10, 25 and 50 ppm concentrations of $Pb(NO_3)_2$ were applied by the injection method to the plant root zone. The results show that there were differences in the examined properties in all three rootstocks in response to $Pb(NO_3)_2$ and SA applications at different concentrations. It was determined that the most effective application in terms of rooting rate 5.0 mM SA concentration, determined that all SA concentrations effective in reducing the degree of physical damage and the degree of membrane damage. It was found that the amount of chlorophyll increased in parallel with the rising SA concentrations in 5 BB and 1103 P rootstocks; It determined that phenolic content reached the highest value at 2.5 mM SA concentration in 5 BB and 41 B rootstocks, the amount of proline decreased in SA concentrations of 1.0 mM in 5 BB rootstocks, 2.5 and 5.0 mM in 41 B rootstocks, and 1.0, 2.5 and 5.0 mM in 1103 P rootstocks. It was determined that 5.0 mM SA concentration increased shoot length in 5 BB rootstocks. Simultaneously, it was determined that there a significant but negative correlation between rooting rate with total phenolic substance content, the degree of physical damage with the amount of chlorophyll and the degree of membrane damage with the amount of chlorophyll. In the study, it was concluded that exogenous SA applications an effective application in terms of alleviating the oxidative stress caused by the presence of $Pb(NO_3)_2$ in plants, and the activity of SA varies depending on the species of American grapevine rootstocks.

Keywords: Grapevine, heavy metal, lead stress, salicylic acid, rootstock.

Giriş

Topraklarda ağır metal kirliliği en önemli çevresel sorunlardan biridir. Ağır metallerin toprakta birikmesinin sadece toprak verimliliği ve ekosistem fonksiyonları üzerinde değil aynı zamanda besin zinciri yoluyla insan ve hayvan sağlığı üzerine de olumsuz etkileri bulunmaktadır (Özay ve Mammadov, 2013). Ağır metallerin yayılım kaynakları arasında; endüstriyel faaliyetler, kentsel atıklar, egzoz gazları, madencilik, volkanik olaylar, gübre ve pestisitlerin kullanımı da dahil olmak üzere pek çok faktör yer almaktadır (Shrivastav, 2001; Sharma ve Dubey, 2005; Seven ve ark., 2018).

Atomik yoğunluğu 6 g/cm³'ten büyük olan metal ve metaloitler grubu olarak tanımlanan ağır metallere; bakır (Cu), çinko (Zn), demir (Fe), mangan (Mn), molibden (Mo), nikel (Ni) ve kobalt (Co), bitkilerin gelişmesi için mutlak gerekli olan mikro besin elementleri arasında yer aldıkları halde, yüksek konsantrasyonlarda fitotoksik etki göstermektedirler. Arsenik (As), cıva (Hg), kadmiyum (Cd) ve kurşun (Pb) gibi ağır metaller ise bitki gelişimi için gerekli olmayıp, aksine toksik etki gösteren elementler olarak bilinmektedir (Raskin ve ark., 1994; Rascio ve Navari-Izzo, 2011).

Ağır metallerin bitki dokularındaki birikimi; mineral besin maddelerinin alımı, transpirasyon, fotosentez, enzim aktivitesi, nükleik asit yapısı, klorofil biyosentezi ve çimlenme gibi çok sayıda fizyolojik olayı olumsuz yönde etkilemektedir (Kıran ve ark., 2015). Hücresel metabolizma sırasında oluşan hidrojen peroksit, hidroksil ve süperoksit radikalleri gibi reaktif oksijen türlerinin (ROS) artışıyla birlikte, serbest radikal üretimi ve antioksidan sistem arasındaki oksidatif denge bozulmakta; bunun sonucunda oksidatif stres meydana gelmektedir (Cai ve ark., 2015). Ağır metal toksisitesine karşı bitkilerin göstermiş oldukları tolerans derecesi, bitkinin ve elementin türüne, strese maruz kalma süresine ve şiddetine, strese maruz kalan doku veya organın yapısına bağlı olarak değişmektedir (Yerli ve ark., 2020).

Toksik madde içeren ve çevresel kirlilik yaratan ağır metaller arasında ilk sırada yer alan kurşun, bitkiler tarafından bulunduğu ortamlardan absorbe edilerek, doku ve organlarda biriktirilmektedir (Nriagu, 1992). Özellikle hassas bitki türlerinin gösterdikleri birikim derecesi, kurşun yönünden zengin ortamlarda çok daha fazla olmaktadır (Singh ve ark., 1997). Kurşun toksisitesinin şiddeti; metalin absorpsiyonuna, hareketliliğine ve hücredeki bölgesel birikimine bağlı olarak değişmektedir. Kurşun toksisitesine toleransı olmayan bitkilerde, hücre turgoru ve hücre duvarı stabilitesi olumsuz yönde etkilenmekte, bitki su rejimi bozulmakta, stoma hareketleri yavaşlamakta ve yaprak alanı azalmaktadır (Miranda ve Ilangovan, 1996). Ayrıca yapılan çalışmalar kurşun stresinin bitkilerde; mitoz hasarı (Kıran ve Şahin, 2005), çekirdek hasarı (Liu ve ark., 1994), kök büyümesinin inhibisyonu (Maestri ve ark., 2010), enzim aktivitelerinin inhibisyonu (Van Assche ve Cliisters, 1990), kloroz (Şafak, 2011) ve fotosentezin azalmasına (Dere, 2019) yol açabileceğini bildirmektedir. Günümüzde ise kurşundan kaynaklanan toksik etki, toksisitenin nedenleri, toksisiteye karşı oluşturulan fizyolojik ve moleküler cevaplar ve genel tolerans mekanizmalarının aydınlatılmasına yönelik araştırmalar halen sürdürülmektedir (Koç ve ark., 2013).

Çevresel stres koşulları altındaki bitkilere dışsal olarak uygulanan bitki büyüme düzenleyicilerinin, içsel hormonların konsantrasyonundaki eksikliği ortadan kaldırarak stresin inhibe edici etkilerini azaltabildiği bilinmektedir (Ashraf ve Foolad, 2007; Ashraf ve ark., 2008). Bitki büyüme ve gelişmesinin düzenlenmesinde önemli bir fitohormon olarak görev yapan salisilik asit (SA), bir dizi savunma proteininin sentezlenmesi de dahil olmak üzere, bitki fizyolojisini ve metabolizmasını etkileyerek çeşitli çevresel stres faktörlerinden kaçınma ve kısmen de olsa üstesinden gelme konusunda bitkilere destek sağlamaktadır (Vicente ve Plasencia, 2011; Cai ve ark., 2015). Stres koşulları altındaki bitkilerde endojen SA seviyesi artarken; ekzojen SA uygulamalarının bitkilerde antioksidan sistem de dahil olmak üzere çeşitli fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler süreçleri doğrudan veya dolaylı olarak etkilediği bildirilmiştir (Horváth ve ark., 2007; Saruhan ve ark., 2012; Janda ve ark., 2014). Yapılan araştırmalar büyüme ve gelişmeye katkılarının yanı sıra SA uygulamalarının bitkilerde lokal ve sistemik direnci teşvik ederek, patojen enfeksiyonu gibi biyotik faktörler (Mandal ve ark., 2009) ile asma da dahil birçok farklı türde tuz stresi (El-Tayeb, 2005; Dong ve ark., 2011; Kök, 2012; Yenilmez, 2016; Çiğlerli, 2018); herbisit, ozon, UV, kuraklık, düşük ve yüksek sıcaklık stresi (Senaratna ve ark., 2000; Borsani ve ark., 2001; Ananieva ve ark., 2004; Wang ve ark., 2010; Aydın ve Nalbantoğlu, 2011; Kadioğlu ve ark., 2011); kadmiyum, kurşun ve diğer ağır metallere kaynaklı abiyotik stres faktörleri (Choudhury ve Panda, 2004; Hayat ve Ahmad, 2007; Krantev ve ark., 2007; Guo ve ark., 2008; Ivanova ve ark., 2008; Koç ve ark., 2013) üzerine olumlu etkilerinin bulunduğunu göstermektedir. Araştırmacılar aynı zamanda SA uygulamalarının; bitkinin türü, SA konsantrasyonu ve çevresel koşullara bağlı olarak bitki toleransını farklı derecelerde etkileyebildiklerini bildirmişlerdir (Hakimi ve Hamada, 2011; Sahar ve ark., 2011; Ghasemzadeh ve Jaafar, 2012; Agamy ve ark., 2013; Janda ve ark., 2014).

Stres kaynaklı zararlanma, geniş üretim alanına sahip ve ekonomik getirisi yüksek bitki türlerinde önemli ekonomik kayıplara yol açabilmektedir. 6.9 milyon ha bağ alanı ve 77.1 milyon ton üretim miktarı ile üzüm, dünya üzerinde ekonomik açıdan en değerli bitki türleri arasında yer almaktadır (Anonymous, 2019). Asma yetiştiriciliğinde yaygın olarak kullanılan 5 BB, 41 B ve 1103 P Amerikan asma anaçlarında farklı konsantrasyonlardaki kurşun stresine karşı SA uygulamalarının etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüş bu çalışmada, bazı morfolojik (sürgün ağırlığı, sürgün uzunluğu, sürgün başına ortalama yaprak sayısı, fiziksel zararlanma derecesi ve köklenme oranı), fizyolojik (membran zararlanma derecesi ve klorofil miktarı) ve biyokimyasal (prolin miktarı ve toplam fenolik madde miktarı) özellikler incelenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Salisilik asit uygulamalarının farklı Amerikan asma anaçlarında kurşun stresi üzerine etkilerinin incelendiği bu araştırma, Yozgat Bozok Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'ne ait araştırma serası ve laboratuvarlarında yürütülmüştür. Bitkisel materyal olarak filoksera zararlısı nedeniyle bağcılıkta kullanımı zorunlu olan ve asma bitkisinin toprak altı aksamını oluşturan 5 BB, 41 B ve 1103 P Amerikan asma anaçlarına

ait çelikler kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan bitkisel materyaller, Bursa Fidancılık Süs Bitkileri San. Tic. Ltd. Şti.'nden temin edilmiş olup, anaçlara ait özellikler aşağıda kısaca açıklanmıştır (Çelik, 1996).

-Kober 5 BB: *V. berlandieri* × *V. riparia* melezidir. Kuvvetli gelişen, vejetasyon süresi kısa, kök-ur nematodlarına ve kirece dayanımı orta derece, nemli ve kumlu topraklara iyi uyum sağlayabilen, kurak koşullara hassas bir anaçtır. Çelikleri kolay köklenir, bağda aşılama kaleminden kök oluşturma eğilimi yüksektir.

-41 B Millardet et de Grasset (41 B MGT): *V. vinifera* × *V. berlandieri* melezidir. Vejetasyon periyodu kısa, erkencilik ve yüksek verim sağlayan anaç kirece karşı çok yüksek bir dayanım gösterirken, filokseraya orta derecede toleranslı; ilkbahar yağışlarına, nematodlara, mildiyöye ve toprak tuzluluğuna karşı hassastır. Çelikleri zor köklenir, masa başı aşılama başarı oranı düşük olup, bağda aşılama daha yüksektir.

-1103 Paulsen: *V. berlandieri* × *V. rupestris* melezidir. Kuvvetli gelişen, alt katmanı killi-kireçli ve nemli topraklara iyi uyum sağlayabilen, kök-ur nematodlarına, toprak tuzluluğuna ve kirece orta derece dayanıklı bir anaçtır. Çelikleri kolay köklenir, aşı randımanı yüksektir.

Yöntem

5 BB, 41 B ve 1103 P Amerikan asma anaçlarına ait çelikler, 2000 ppm konsantrasyonda IBA (Indol Butirik Asit) ile hızlı daldırma uygulamasına tabi tutulduktan sonra, 15×15×18 cm ebatlarındaki siyah PE potlar içerisine, eşit hacimde steril torf: perlit (1:1) içeren ortamlara dikilmişlerdir. Dikimi tamamlanan çelikler, 25 ± 2°C sıcaklık ve uzun fotoperiyoda (16 saat aydınlık/8 saat karanlık) sahip sera koşullarında yetiştirilmişlerdir. Bitkilerde köklenme süresince düzenli sulama yapılmış, köklenmeyi takiben analizlerin yapılacağı zamana kadar sulama ve gübreleme (Hoagland besin çözeltisi) fertigasyon şeklinde uygulanmıştır. Bu amaçla kullanılan standart Hoagland besin çözeltisinin (mM) içeriği 12 N-NO₃, 3.8 N-NH₄, 2.8 P, 8.4 K, 3.5 Ca, 1.4 Mg, 9.5 Na, 8.0 Cl, 2.7 S, 0.04 Fe kimyasal kaynaklarının birleşiminden oluşturulmuştur (Alberici ve ark., 2007). Dikimden 6 hafta sonra çeliklerde yeterli sürgün gelişiminin sağlanmasıyla 0, 1.0, 2.5 ve 5.0 mM dozlarındaki SA (Merck; CAS No:69-72-7) solüsyonları bitkilerin tüm yeşil yüzeyine püskürtülmüştür. SA uygulamalarından 4 hafta sonra ise 0, 10, 25 ve 50 ppm konsantrasyonlardaki Pb(NO₃)₂ (CARLO ERBA; CAS No:10099-74-8), kök bölgesine enjeksiyon yöntemiyle uygulanmıştır. Bitkiler, Pb(NO₃)₂ uygulamasını takiben 2 hafta sonra hasat edilerek morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal analizler gerçekleştirilmiştir.

Morfolojik Analizler

Sürgün ağırlığı: Her bir sürgünün ağırlığı 0,0001 g hassasiyetindeki analitik terazi yardımıyla tartılarak ortalamaları g cinsinden ifade edilmiştir.

Sürgün uzunluğu: Her bir sürgünün uç kısmından dip noktasına kadar olan mesafe bir cetvel yardımıyla ölçülerek ortalamaları cm olarak kaydedilmiştir.

Sürgün başına ortalama yaprak sayısı: Sürgünün uç kısmında bulunan tam açılmış ilk yaprak, birinci yaprak kabul edilerek dip kısma doğru tüm yapraklar sayılmış ve ortalamaları adet olarak belirlenmiştir.

Fiziksel zararlanma derecesi: Fiziksel zararlanma derecesi, Materne (1989) tarafından oluşturulan skorlama sistemi modifiye edilerek belirlenmiştir. Kurşun stresinden kaynaklanan klorotik dokulara sahip olmayan bitkiler “0 derece”, yaprak kenarlarındaki hafif saramalar “1. derece”, yaprağın %50’sinden fazlasında sararma “2. derece”, bitkinin ölümüne neden olan klorozlar ise “3. derece” olarak skorlanmıştır.

Köklenme oranı: Fidanların sökülmesini takiben farklı uygulamalardan elde edilen köklü anaç sayısının, toplam anaç sayısına oranlanması ile belirlenmiş ve % olarak ifade edilmiştir.

Fizyolojik Analizler

Membran zararlanma derecesi: Yaprak hücrelerinde membran zararlanması, stres koşulları altındaki bitki hücrelerinden dışarıya verilen elektrolitin ölçülmesi şeklinde belirlenmiştir (Fan ve Blake, 1994). Her bir uygulama grubunda bulunan yapraklardan alınan 17 mm çapındaki diskler, deiyonize su içerisinde 4 saat süreyle bekletildikten sonra EC değerleri belirlenmiş, aynı diskler 100°C’de 10 dakika bekletildikten sonra çözeltinin EC değeri tekrar ölçülerek membran zararlanma derecesi (MZD) aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır. Elde edilen değerlerin ortalamaları % olarak ifade edilmiştir.

$$\%MZD=(Lt-Lc/1-Lc)\times 100$$

Lt: Stres uygulanan yaprağın otoklav öncesi EC değeri/otoklav sonrası EC değeri

Lc: Kontrol yaprağının otoklav öncesi EC değeri /otoklav sonrası EC değeri

Klorofil miktarı: Her bir sürgündeki 5 yaprağın ana damara yakın iki bölgesi portatif klorofilmetre cihazı (Konica Minolta SPAD-502) kullanılarak ölçülmüştür. Elde edilen değerlerin ortalamaları SPAD cinsinden ifade edilmiştir (Geravandi ve ark., 2011).

Biyokimyasal Analizler

Prolin miktarı: Örneklerde prolin miktarının belirlenmesinde Bates ve ark. (1973)’nin metodundan yararlanılmıştır. Yaklaşık 0.5 g taze yaprak örneği %3’lük sülfosalisilik asit ile homojenize edilerek santrifüjlenmiş, ardından üst fazda oluşan sıvı kısım alınarak üzerine asit ninhidrin reaktifi (2 ml 6 M ortofosforik asit içinde 0.125 g ninhidrin ve 3 ml asetik asit) eklenmiş ve 100°C’de 1 saat süre ile inkübe edilmiştir. İnkübasyonun hemen sonrasında buz banyosuna alınan örneklerin, toluen ile ekstrakte edilmesiyle oluşan sıvı fazdan aspire edilen toluen fraksiyonu, spektrofotometre aracılığıyla 520 nm absorbansta okunmuştur. Prolin konsantrasyonu kalibrasyon eğrisi yardımıyla hesaplanarak, mmol/g taze ağırlık olarak kaydedilmiştir.

Toplam fenolik madde miktarı: Toplam fenolik bileşiklerin belirlenmesi amacıyla ekstraksiyon işlemi Kiselev ve ark. (2007)’nin yöntemine göre yapılmıştır. Taze asma yaprakları (~2 g) sıvı azot kullanılarak, havan ve havaneli yardımıyla iyice ezilmiş ve üzerine 10 ml etanol ilave edilerek homojenize edilmiştir. 50 °C’de 30 dk süreyle ultrasonik su banyosunda inkübasyona bırakılmış ve ardından 9000 ×g’de 5 dk süreyle santrifüj edilmiştir. Oluşan süpernatant yeni bir tüpe aktararak evaporatör yardımıyla etanolün uçması sağlanmış ve

kalan kısım 1 ml metanol ile çözülmüştür. Asma yapraklarının toplam fenolik içerikleri Folin Ciocalteu kolorimetrik metodu kullanılarak Singleton ve Rossi (1965)'ye göre belirlenmiştir. Absorbanslar, UV-Vis Spektrofotometre (Perkin Elmer Lambda 25) kullanılarak 765 nm dalga boyunda okunmuş ve elde edilen sonuçlar, standart gallik asit çözeltisinden hazırlanan eğri yardımıyla gallik asit eşdeğeri (GAE) cinsinden mg/g olarak hesaplanmıştır

Deneme Deseni ve Verilerin Değerlendirilmesi

Deneme, Tesadüf Parselleri Deneme Desenine göre 3 tekerrürlü olarak, her tekerrürde 10 bitki bulunacak şekilde dizayn edilmiştir. Elde edilen sayısal veriler; IBM SPSS 20.0 paket programı kullanılarak varyans analizine (ANOVA) tabi tutulmuş, ortalamalar arasındaki farklılıkların belirlenmesinde Duncan çoklu karşılaştırma testi ($p \leq 0.05$) kullanılmıştır. Aynı zamanda incelenen özellikler arasındaki ilişkinin belirlenmesi amacıyla korelasyon analizi yapılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Bu araştırmada, kurşun stresine karşı farklı konsantrasyonlarda salisilik asit uygulamalarının 5 BB, 41 B ve 1103 P Amerikan asma anaçları üzerindeki etkileri incelenmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre, köklenme oranı ve membran zararlanma derecesi bakımından 'anaç x SA x Pb' interaksyonu, fiziksel zararlanma derecesi ve sürgün ağırlığı bakımından 'anaç x SA' interaksyonu, prolin miktarı bakımından 'SA x Pb' interaksyonu, klorofil miktarı bakımından 'anaç x Pb' interaksyonu ve toplam fenolik madde miktarı bakımından 'anaç x SA', 'anaç x Pb' ve 'SA x Pb' interaksyonları istatistiki açıdan önemliyken; sürgün uzunluğu bakımından 'anaç', 'SA' ve 'Pb'; sürgün başına ortalama yaprak sayısı bakımından ise 'anaç' ve 'Pb' faktörleri önemli bulunmuştur.

5 BB, 41 B ve 1103 P Amerikan asma anaçlarının köklenme oranlarına ilişkin bulgular Çizelge 1'de sunulmuştur. Buna göre, en yüksek köklenme oranları; 5 BB anacında 0 ppm $Pb(NO_3)_2$ ile 0, 1.0, 2.5 ve 5.0 mM SA; 10 ppm $Pb(NO_3)_2$ ile 0 mM SA; 25 ppm $Pb(NO_3)_2$ ile 5.0 mM SA; 50 ppm $Pb(NO_3)_2$ ile 1.0 ve 5.0 mM SA uygulamalarından elde edilirken, 41 B anacında 0 ppm $Pb(NO_3)_2$ ile 0, 1.0, 2.5 ve 5.0 mM SA; 10 ppm $Pb(NO_3)_2$ ile 2.5 ve 5.0 mM SA; 25 ppm $Pb(NO_3)_2$ ile 1.0 ve 5.0 mM SA; 50 ppm $Pb(NO_3)_2$ ile 1.0 ve 5.0 mM SA uygulamalarında belirlenmiştir. 1103 P anacında ise 0 ppm $Pb(NO_3)_2$ ile 0, 1.0, 2.5 ve 5.0 mM SA; 10 ppm $Pb(NO_3)_2$ ile 0, 1.0, 2.5 ve 5.0 mM SA; 25 ppm $Pb(NO_3)_2$ ile 1.0 mM SA; 50 ppm $Pb(NO_3)_2$ ile 5.0 mM SA uygulamalarından elde edilmiştir (Şekil 1). Çalışma sonuçlarına benzer olarak, Verma ve Dubey (2003), çeltik bitkisinde 500 ve 1000 μM $Pb(NO_3)_2$ uygulanması sonucunda kök büyümesinin %22-42 ve sürgün büyümesinin %25 oranında azaldığını ifade etmişlerdir. Zengin ve Munzuroğlu (2004), benzer şekilde ortamda kurşun varlığının bitki kök gelişimini olumsuz yönde etkilediğini bildirirken; Choudhury ve Panda (2004) ise çeltikte Cd stresine karşı SA uygulamalarının kök büyümesi ve kök kuru ağırlığında artış sağladığını kaydetmiştir. Yenilmez (2016), tuz stresi uygulanan asma anaçlarında 3-6 mM konsantrasyonlardaki SA uygulamalarının

köklenme oranı bakımından kontrol gruplara benzer sonuç verdiğini, 9 mM konsantrasyonundaki uygulamaların ise en düşük köklenme oranıyla sonuçlandığını tespit etmiştir.

5 BB, 41 B ve 1103 P Amerikan asma anaçlarının fiziksel zararlanma derecelerine ilişkin bulgular Çizelge 2’de verilmiştir. Buna göre, en yüksek fiziksel zararlanma derecesi ortalamaları; her 3 anaç için de 0 mM salisilik asit uygulamasında tespit edilmiştir (5 BB: 1.00; 41 B: 1.45; 1103 P: 1.65). Bununla birlikte her 3 anaç için de artan salisilik asit konsantrasyonlarının fiziksel zararlanma derecesini azalttığı belirlenmiştir. En yüksek fiziksel zararlanma derecesi ortalamaları 1103 P anacında, 0 mM ve 1.0 mM salisilik asit konsantrasyonları için sırasıyla 1.65 ve 1.20 iken; 41 B anacında, 0 ve 1.0 mM salisilik asit konsantrasyonlarında sırasıyla 1.45 ve 1.00 ve 5 BB anacında, 0 mM konsantrasyonda 1.00 olarak belirlenmiştir (Şekil 2). Salisilik asit konsantrasyonlarının aksine, her üç anaç için de artan $Pb(NO_3)_2$ konsantrasyonlarının fiziksel zararlanma derecesini arttırdığı belirlenmiştir. 5BB anacında 0, 10, 25 ve 50 ppm $Pb(NO_3)_2$ konsantrasyonunda fiziksel zararlanma derecesi ortalamaları sırasıyla 0.55, 0.50, 0.70 ve 0.60, 41 B anacında 0.85, 0.65, 0.85 ve 1.25, 1103 P anacında 0.65, 0.85, 0.80 ve 0.90 olarak saptanmıştır. Çalışma sonuçlarına benzer olarak; Pal ve ark. (2002), Cd stresi altındaki mısır bitkisinde 0.5 mM SA uygulamasının bitkilerdeki fiziksel zararlanmayı kontrol gruplara göre azalttığını bildirirken; Kök (2012), tuz stresi altındaki 5 BB, SO_4 ve 140 Ru asma anaçlarında SA uygulanan anaçların sürgün ve yapraklarında tuz zararının daha düşük oranlarda ortaya çıktığını tespit etmiştir. Yenilmez (2016), tuz stresine karşı artan SA dozlarıyla birlikte asma yapraklarındaki fiziksel zararlanma derecesinin azaldığını belirlemiş, Ciğerli (2018) ise tuz stresi altındaki 41 B ve 1103 P anaçlarında en yüksek düzeyde zararlanmanın SA uygulaması yapılmayan kontrol bitkilerde gözlemlendiğini bildirmiştir.

5 BB, 41 B ve 1103 P Amerikan asma anaçlarının sürgün ağırlıklarına ilişkin bulgular Çizelge 3’te yer almaktadır. Buna göre, 5 BB’nin sürgün ağırlığı ortalamaları bakımından en yüksek değere (5.60 g) sahip anaç olduğu belirlenirken, 41 B’nin sürgün ağırlığı bakımından en düşük ortalama değeri (4.43 g) taşıdığı ve 1103 P ile (4.78 g) aynı istatistik grup içerisinde yer aldığı tespit edilmiştir. Farklı $Pb(NO_3)_2$ konsantrasyonlarına karşı SA uygulamalarının ise 5 BB, 41 B ve 1103 P anaçlarında sürgün ağırlığı yönünden önemli farklılıklara neden olmadığı belirlenmiştir (Şekil 3). Bulgularımıza benzer şekilde Yenilmez (2016) de, farklı SA konsantrasyonlarının tuz stresi altındaki 41 B, 110 R ve 1103 P Amerikan asma anaçlarında sürgün yaş ağırlıkları bakımından etkili olmadığını saptamıştır. Ayrıca, Ciğerli (2018) tarafından da, SA uygulamalarının in vitro koşullarda tuz stresine maruz bırakılan 41 B ve 1103 P anaçlarının sürgün yaş ağırlıklarını arttırması bakımından istatistiki olarak önemli bir farklılığa neden olmadığı tespit edilmiştir. Sonuçlarımıza paralel olarak Akpınar ve ark. (2021), Cd stresi uygulanan ıspanakta yaş ve kuru ağırlık bakımından herhangi bir değişikliğin tespit edilmediğini bildirmişlerdir. Yapılan bazı araştırmalarda da çeşitli bitkilerde kurşun stresi altında büyüme inhibisyonunun meydana geldiği ve bu semptomların kurşun maruziyeti altında makro elementlerin (özellikle K, P, Ca ve Mg) alım kabiliyetlerinin azalmasına atfedilebileceği bildirilmektedir (Mesmar ve Jaber, 1991; Kosobrukhov ve ark., 2004; Akıncı ve ark., 2010; Lamhamdi ve ark., 2013; Kıran ve ark., 2015).

5 BB, 41 B ve 1103 P Amerikan asma anaçlarının sürgün uzunluklarına ilişkin bulgular Çizelge 4’te sunulmuştur. Buna göre, 5 BB anacı hariç diğer anaçların farklı konsantrasyonlardaki SA ortalamaları arasında istatistiki açıdan bir farklılık bulunmamıştır. 5 BB anacında sürgün uzunluklarına ait en yüksek ortalama

değerlerin 5.0 mM salisilik asit konsantrasyonundan elde edildiği (28.08 cm) belirlenmiştir (Şekil 4). Sürgün uzunluklarına ilişkin en düşük ortalama değerlerin elde edildiği 0 mM salisilik asit uygulaması (21.90 cm), 1.0 ve 2.5 mM salisilik asit konsantrasyonları ile aynı istatistik grup içerisinde yer almıştır. Çalışmada aynı zamanda artan $Pb(NO_3)_2$ konsantrasyonlarının 5BB anacında sürgün uzunluğunu ortalamalarını azalttığı belirlenmiştir. 0 ppm $Pb(NO_3)_2$ konsantrasyonunda 28.18 cm; 10 ppm $Pb(NO_3)_2$ 'de 25.00 cm, 25 ppm $Pb(NO_3)_2$ 'de 24.05 cm ve 50 ppm $Pb(NO_3)_2$ 'de 24.13 cm olarak saptanmıştır. Bulgularımızla uyumlu olarak Ciğerli (2018), 41 B ve 1103 P anaçlarında tuz stresine karşı farklı SA dozlarının mikro çeliklerin sürgün uzunlukları üzerinde önemli bir etkisinin bulunmadığını ifade etmiştir. Yenilmez (2016), tuz stresi uygulanan asma anaçlarında; Metwally ve ark. (2003) ise kadmiyum stresi altındaki arpa bitkisinde SA uygulamalarının sürgün uzunluğunu arttırdığını bildirmişlerdir. Guo ve ark. (2008), çeltik bitkisinde sürgünlerin büyümesi üzerine kadmiyumun neden olduğu olumsuz etkilerin SA ön muamelesi ile hafifletilebileceğini tespit etmişlerdir.

5 BB, 41 B ve 1103 P Amerikan asma anaçlarının sürgün başına ortalama yaprak sayılarına ilişkin bulgular Çizelge 5'te verilmiştir. Buna göre, 41 B'nin ortalama yaprak sayısı bakımından en düşük ortalama değere (4.70 adet) sahip olduğu belirlenirken, 1103 P'in en yüksek ortalama değeri (8.21 adet) taşıdığı ve 5 BB ile (5.70 adet) aynı istatistik grup içerisinde yer aldığı tespit edilmiştir. Farklı konsantrasyonlardaki salisilik asit uygulamalarının ise istatistiki açıdan önemli bir farklılık oluşturmadığı belirlenmiştir (Şekil 5). Bulgularımıza benzer şekilde Ciğerli (2018), tuzluluk stresine karşı farklı dozlardaki SA uygulamalarının 41 B ve 1103 P anaçlarına ait mikro çeliklerdeki yaprak sayısı üzerine uygulamalar arasında istatistiki olarak farklılık göstermediğini bildirirken, Yenilmez (2016) ise 41 B, 110 R ve 1103 P asma anaçlarında tuz stresine karşı SA uygulamalarının sürgünlerdeki ortalama yaprak sayısını arttırdığını belirlemiştir.

5 BB, 41 B ve 1103 P Amerikan asma anaçlarının membran zararlanmalarına ilişkin bulgular Çizelge 6'da yer almaktadır. Buna göre, en fazla membran zararlanması; her 3 anaç için de 50 ppm $Pb(NO_3)_2$ ile 0 mM SA uygulamasından elde edilmiştir. 41 B anacında, 10 ve 25 ppm $Pb(NO_3)_2$ ile 0 mM SA uygulamaları da en fazla membran zararlanmasının gözlemlendiği istatistik grup içerisinde yer almıştır. En az membran zararlanması ise 5 BB anacında 0 ppm $Pb(NO_3)_2$ ile 1.0, 2.5 ve 5.0 mM SA; 10 ppm $Pb(NO_3)_2$ ile 1.0, 2.5 ve 5.0 mM SA; 25 ppm $Pb(NO_3)_2$ ile 1.0, 2.5 ve 5.0 mM SA; 50 ppm $Pb(NO_3)_2$ ile 1.0 mM SA uygulamalarında tespit edilirken, 41 B anacında 25 ppm $Pb(NO_3)_2$ ile 1.0 ve 5.0 mM SA uygulamalarında belirlenmiş, 1103 P anacında ise 0 ppm $Pb(NO_3)_2$ ile 0, 1.0 ve 5.0 mM SA; 10 ppm $Pb(NO_3)_2$ ile 1.0 ve 5.0 mM SA; 25 ppm $Pb(NO_3)_2$ ile 1.0 mM SA; 50 ppm $Pb(NO_3)_2$ ile 1.0, 2.5 ve 5.0 mM SA uygulamalarından elde edilmiştir (Şekil 6). Bulgularımıza benzer olarak yapılan farklı araştırmalar, SA ön uygulamasının çeltikte kurşun ve cıvadan kaynaklanan; mısır ve arpada kadmiyum toksisitesinin neden olduğu membran zararlanmasını azaltıcı etki gösterdiğini bildirmektedir (Janda ve ark., 1999; Pal ve ark., 2002; Metwally ve ark., 2003). Krantev ve ark. (2007) mısırdaki Cd stresine karşı SA uygulamasının membran zararlanma derecesini önemli oranda düşürdüğünü; El-Tayeb (2005) ise NaCl stresi altındaki arpa bitkisinde SA uygulamalarının elektrolit sızıntısını önemli derecede azaltarak membran bütünlüğünü koruyucu etki gösterdiğini tespit etmişlerdir.

5 BB, 41 B ve 1103 P Amerikan asma anaçlarının klorofil miktarlarına ilişkin bulgular Çizelge 7'de sunulmuştur. Buna göre, klorofil miktarı bakımından her 3 anaç da farklı dozlardaki salisilik asit

uygulamalarına ve değişen kurşun konsantrasyonlarına göre farklı tepkiler gösterdikleri belirlenmiştir. 5 BB, 41 B ve 1103 P anaçlarında en düşük klorofil miktarı ortalamaları 0 mM salisilik asit uygulamalarından, sırasıyla; 17.62, 16.37 ve 13.69 olarak elde edilmiştir (Şekil 7). Salisilik asit konsantrasyonları dikkate alınmaksızın her 3 anaçta da değişen $Pb(NO_3)_2$ konsantrasyonları ile birlikte klorofil miktarlarının anaçlara göre farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. 5BB anacında 0, 10, 25 ve 50 ppm $Pb(NO_3)_2$ konsantrasyonunda klorofil miktarı ortalamaları sırasıyla 20.15, 20.27, 21.05 ve 17.09; 41 B anacında 21.25, 21.39, 21.32 ve 19.83; 1103 P anacında 17.30, 18.27, 21.18 ve 19.63 olarak saptanmıştır. Bulgularımıza benzer olarak, önceki çalışmalar da, kurşunun bitki doku ve organlarında aşırı birikiminin çeşitli bitkilerde klorofil biyosentezinin engellenmesine yol açtığını göstermiştir (Sengar ve Pandey, 1996; Zengin ve Munzuroğlu, 2005; Haider ve ark., 2006; Akıncı ve ark., 2010; Lamhamdi ve ark., 2013; Kıran ve ark., 2015). Bununla birlikte Metwally ve ark. (2003), salisilik asit uygulamasının Cd stresine maruz bırakılan arpa yapraklarında klorofil miktarını arttırdığını bildirirken, Krantev ve ark. (2007) mısır bitkisinde Cd stresine karşı SA uygulamasının oksidatif stresi azaltarak fotosentezi arttırdığını ifade etmişlerdir. Koç ve ark. (2013), domateste kadmiyum stresine karşı SA uygulamalarının klorofil a ve b içeriği bakımından artış sağladığını gözlemlerken; Yenilmez (2016) ise SA'nın tuz stresi uygulanan Amerikan asma anaçlarında toplam klorofil miktarını arttırdığını tespit etmiştir.

5 BB, 41 B ve 1103 P Amerikan asma anaçlarının prolin miktarlarına ilişkin bulgular Çizelge 8'de verilmiştir. Buna göre, kurşun stresine maruz bırakılan her 3 anaç da değişen konsantrasyonlardaki salisilik asit uygulamalarına karşı prolin miktarı bakımından farklı tepkiler göstermiştir. En düşük prolin miktarı ortalamaları, 5 BB anacında 1.0 mM salisilik asit uygulamasında (0.026 $\mu\text{mol/g}$) tespit edilirken; 41 B'de 2.5 ve 5.0 mM salisilik asit uygulamalarından (sırasıyla 0.025 ve 0.026 $\mu\text{mol/g}$) ve 1103 P anacında ise 1.0, 2.5 ve 5.0 mM salisilik asit uygulamalarından (sırasıyla 0.024, 0.023 ve 0.023 $\mu\text{mol/g}$) elde edilmiştir (Şekil 8). Yapılan çalışmalar, bitkilerde ağır metal gibi stres durumlarında prolin birikiminin genellikle arttığını (Verbruggen ve Hermans, 2008; Vernay ve ark., 2008; Demirevska ve ark., 2010; Lamhamdi ve ark., 2011) ve prolinin reaktif oksijen türlerinin detoksifikasyonunda görev alarak bitkisel stresi azalttığını göstermektedir (Siripornadulsil ve ark., 2002). Lamhamdi ve ark. (2013), buğday ve ıspanak yapraklarında prolin içeriğinin artan kurşun konsantrasyonlarına bağlı olarak arttığını bildirirken, Krantev ve ark. (2007), mısırdaki kadmiyum stresinin prolin artışına neden olduğunu bildirerek, SA uygulamalarının prolin sentezini azalttığını kaydetmişlerdir. Koç ve ark. (2013), $CdCl_2$ stresine karşı SA uygulamalarının domateste prolin artışına neden olarak bitki savunma mekanizmasını devreye soktuğunu ifade etmiştir. Bulgularımızla uyumlu olarak Zanganeh ve ark. (2019) mısırdaki Pb stresine ve Mostafa ve ark. (2015) çeltikte tuz stresine karşı SA uygulamalarının bitkilerdeki prolin birikimini azalttığını gözlemlenmişlerdir. Prolin, kurşun toksisitesine karşı spesifik olmayan savunma sistemlerinin bir bileşeni olup stres koşulları altında metal şelatör ve protein stabilizatörü olarak hareket ederek metal toksisitesini azaltmaktadır (Sharma ve Dubey, 2005; Lamhamdi ve ark., 2013).

5 BB, 41 B ve 1103 P Amerikan asma anaçlarının toplam fenolik madde miktarlarına ilişkin bulgular Çizelge 9'da yer almaktadır. Buna göre, toplam fenolik madde miktarları bakımından her 3 anaç da farklı dozlardaki salisilik asit uygulamalarına ve değişen kurşun konsantrasyonlarına karşı farklı tepkiler gösterdikleri belirlenmiştir. 5 BB ve 41 B anaçlarında en yüksek fenolik madde miktarı ortalamaları 2.5 mM salisilik asit

uygulamalarından, sırasıyla; 22.11 ve 10.50 mg/g olarak elde edilirken; 1103 P anacında ise en yüksek ortalamalar 0 ve 2.5 mM salisilik asit uygulamalarında, sırasıyla; 12.43 ve 12.41 mg/g olarak belirlenmiştir (Şekil 9). Kısa ve ark. (2019), 50 ppm Pb stresine maruz bırakılan domates yapraklarında toplam fenolik madde içeriğinin 10 ve 20 ppm gruplarına kıyasla önemli ölçüde artış gösterdiğini bildirmişler; Alamer ve Fayed (2020), 1.0 ve 2.0 mM Pb stresine maruz bırakılan maydanoz yapraklarında toplam fenolik bileşiklerin kontrole kıyasla tüm uygulamalarda önemli ölçüde arttığını, SA uygulamalarınınsa bulgularımızla paralel olarak Pb stresine yanıt olarak toplam fenolik içeriği önemli ölçüde azalttığını bildirmişlerdir. Ağır metal stresine karşı bitki savunma sistemlerinin birincil tepkileri, serbest radikallerin üstesinden gelmek için antioksidan sistemleri devreye sokarak fenolik asitler, flavonoidler, kumarinler ve linyinler dahil olmak üzere çeşitli sekonder metabolitleri sentezlemeleridir (Gratão ve ark., 2005; Sanchez-Rodriguez ve ark., 2011). Fenolik bileşikler, bitkilerde oldukça yaygın olarak bulunan ve çevresel stres altında bitkilerde hücrel redoks dengesini sağlamak için serbest radikal süpürücüler olarak görev yapan ve hücreleri oksidatif stresten koruyan metabolik değişikliklerin ürünleri ve sekonder metabolitlerin ana gruplarından biri olarak kabul edilmektedir (Mustafa ve Verpoorte, 2007; Król ve ark., 2014; Mittler, 2017; Soares ve ark., 2019). Bitkilerin fenolik madde içerikleri genotipe, bitkinin yaşına, dokuya, mevsime ve strese maruz kalma süresine bağlı olarak değişmektedir (Amarowicz ve ark., 2010; Yuan ve ark., 2010; Petridis ve ark., 2012; Sartor ve ark., 2013; Waśkiewicz ve ark., 2013; Król ve ark., 2015). Bununla birlikte ağır metal stresi altındaki bitkilerin tepki olarak fenolik bileşiklerini değiştirdiği yapılan araştırmalarla ortaya konulmuştur (Bhattacharya ve ark., 2010; Cheynier, 2012; Elguera ve ark., 2013; Król ve ark., 2014; Bautista ve ark., 2016; Kisa ve ark., 2019).

Çizelge 1. Farklı konsantrasyonlarda kurşun nitrat ile SA uygulamalarının 5 BB, 41 B, 1103 P anaçlarında köklenme oranı (%) üzerine etkileri

Anaç	Salisilik Asit (mM)																		Ort.						
	0						1.0						2.5							5.0					
	0	10	25	50	Ort.	0	10	25	50	Ort.	0	10	25	50	Ort.	0	10	25		50	Ort.				
	Pb(NO ₃) ₂ (ppm)																								
5 BB	96,67 a	70,00 af	60,00 bf	60,00 bf	71,67 A	80,00 ad	46,67 df	40,00 ef	73,33 ae	60,00 B	90,00 ab	40,00 ef	36,67 f	40,00 ef	51,67 C	63,33 af	50,00 cf	80,00 ad	83,33 ac	69,67 A	63,13 B				
41 B	90,00 ac	60,00 ce	56,67 de	43,33 e	62,50 C	80,00 ad	66,67 be	96,67 ab	86,67 ac	82,50 B	90,00 ac	90,00 ac	40,00 e	36,67 e	64,17 C	90,00 ac	76,67 ad	100,0 a	86,67 ac	88,34 A	74,38 A				
1103 P	96,67 ab	93,33 ab	73,33 b	33,33 d	74,17 BC	96,67 ab	100,0 a	80,00 ab	50,00 bd	81,67 B	86,67 ab	90,00 ab	43,33 cd	40,00 d	65,00 C	100,0 a	96,67 ab	50,00 bd	96,67 ab	85,84 A	76,67 A				

Pb(NO₃)₂: Kurşun Nitrat

* Aynı satırda küçük harf ile gösterilen ortalamalar aynı anaçta farklı uygulamaları, büyük harf ile gösterilen ortalamalar ise farklı konsantrasyonlardaki salisilik asit uygulamaları arasındaki farklılıkları göstermektedir (p≤0.05).

Çizelge 2. Farklı konsantrasyonlarda kurşun nitrat ile SA uygulamalarının 5 BB, 41 B, 1103 P anaçlarında fiziksel zararlanma derecesi (0-3 skalası) üzerine etkileri

Anaç	Salisilik Asit (mM)																		Ort.						
	0						1.0						2.5							5.0					
	0	10	25	50	Ort.	0	10	25	50	Ort.	0	10	25	50	Ort.	0	10	25		50	Ort.				
	Pb(NO ₃) ₂ (ppm)																								
5 BB	0,80 ac	0,80 ac	1,00 ab	1,40 a	1,00 A	0,60 ac	0,60 ac	1,40 a	0,40 bc	0,75 B	0,20 bc	0,20 bc	0,00 c	0,40 bc	0,20 C	0,60 ac	0,40 bc	0,40 bc	0,20 bc	0,40 C	0,59 C				
41 B	1,00 bd	1,20 bc	1,40 b	2,20 a	1,45 A	1,20 bc	0,80 bd	1,00 bd	1,00 bd	1,00 AB	0,40 cd	0,40 cd	0,80 bd	1,20 bc	0,70 B	0,80 bd	0,20 d	0,60 bd	0,45 C	0,90 A	0,90 A				
1103 P	1,00 bc	1,80 ab	1,80 ab	2,00 a	1,65 A	1,00 bc	1,00 bc	1,40 ab	1,40 ab	1,20 A	0,40 cd	0,20 cd	0,00 d	0,00 d	0,15 B	0,20 cd	0,40 cd	0,00 d	0,20 B	0,80 B	0,80 B				

Pb(NO₃)₂: Kurşun Nitrat

* Aynı satırda küçük harf ile gösterilen ortalamalar aynı anaçta farklı uygulamaları, büyük harf ile gösterilen ortalamalar ise farklı konsantrasyonlardaki salisilik asit uygulamaları arasındaki farklılıkları göstermektedir (p≤0.05).

Çizelge 3. Farklı konsantrasyonlarda kurşun nitrat ile SA uygulamalarının 5 BB, 41 B, 1103 P anaçlarında sürgün ağırlığı (g) üzerine etkileri

Anaç	Salisilik Asit (mM)																		Ort.						
	0						1.0						2.5							5.0					
	0	10	25	50	Ort.	0	10	25	50	Ort.	0	10	25	50	Ort.	0	10	25		50	Ort.				
5 BB	5,11 ab	4,97 b	4,50 b	4,24 b	4,71 A	6,27 ab	5,46 ab	5,59 ab	6,20 ab	5,88 A	7,48 a	4,51 b	4,94 b	5,33 ab	5,57 A	6,34 ab	5,74 ab	6,46 ab	6,38 ab	6,23 A					
41 B	5,38 a	5,24 a	5,16 ab	4,99 ab	5,19 A	4,44 ab	2,98 bc	5,16 ab	5,26 a	4,46 A	2,07 c	4,32 ab	3,75 ac	4,97 ab	3,78 A	4,18 ab	4,67 ab	3,62 ac	4,62 ab	4,43 B					
1103 P	5,09 ac	5,04 ac	4,82 ac	3,76 bc	4,68 A	4,39 ac	4,95 ac	5,43 ac	6,53 a	5,33 A	4,10 ac	4,80 ac	6,42 a	6,04 a	5,34 A	3,31 c	4,18 ac	4,08 ac	3,58 bc	3,79 A					

Pb(NO₃)₂: Kurşun Nitrat

* Aynı satırda küçük harf ile gösterilen ortalamalar aynı anaçta farklı uygulamaları, büyük harf ile gösterilen ortalamalar ise farklı konsantrasyonlardaki salisilik asit uygulamaları arasındaki farklılıkları göstermektedir (p≤0.05).

Çizelge 4. Farklı konsantrasyonlarda kurşun nitrat ile SA uygulamalarının 5 BB, 41 B, 1103 P anaçlarında sürgün uzunluğu (cm) üzerine etkileri

Anaç	Salisilik Asit (mM)																		Ort.						
	0						1.0						2.5							5.0					
	0	10	25	50	Ort.	0	10	25	50	Ort.	0	10	25	50	Ort.	0	10	25		50	Ort.				
5 BB	25,70 a	23,00 a	18,70 a	20,20 a	21,90 B	25,80 a	26,30 a	28,20 a	23,20 a	25,88 B	30,60 a	21,80 a	23,10 a	26,50 a	25,50 B	30,60 a	28,90 a	26,20 a	26,60 a	28,08 A					
41 B	18,80 a	16,60 ab	16,40 ab	11,25 ac	15,76 A	10,20 bc	7,80 c	15,80 ac	14,80 ac	12,15 A	10,70 ac	9,90 bc	13,50 ac	12,60 ac	11,68 A	14,10 ac	14,98 ac	11,10 ac	14,10 ac	13,29 C					
1103 P	34,70 a	26,60 a	27,84 a	26,00 a	28,79 A	27,60 a	32,70 a	34,60 a	35,90 a	32,70 A	27,30 a	32,10 a	32,70 a	33,40 a	31,38 A	24,80 a	28,20 a	29,90 a	24,90 a	26,95 A					

Pb(NO₃)₂: Kurşun Nitrat

* Aynı satırda küçük harf ile gösterilen ortalamalar aynı anaçta farklı uygulamaları, büyük harf ile gösterilen ortalamalar ise farklı konsantrasyonlardaki salisilik asit uygulamaları arasındaki farklılıkları göstermektedir (p≤0.05).

Çizelge 5. Farklı konsantrasyonlarda kurşun nitrat ile SA uygulamalarının 5 BB, 41 B, 1103 P anaçlarında sürgün başına ortalama yaprak sayısı (adet) üzerine etkileri

Anaç	Salisilik Asit (mM)																		Ort.						
	0						1.0						2.5							5.0					
	0	10	25	50	Ort.	0	10	25	50	Ort.	0	10	25	50	Ort.	0	10	25		50	Ort.	0	10	25	50
5 BB	6,00 ab	5,60 ab	5,40 ab	5,60 ab	5,65 A	5,60 ab	6,40 a	5,60 ab	5,60 ab	5,80 A	6,20 a	4,60 b	5,40 ab	5,80 ab	5,50 A	5,80 ab	5,80 ab	6,00 ab	5,80 ab	5,80 ab	5,80 ab	5,80 ab	6,00 ab	5,80 ab	5,70 AB
41 B	5,20 ab	5,00 ac	5,20 ab	4,60 ac	5,00 A	5,20 ab	4,20 bc	5,00 ac	5,60 a	5,00 A	3,80 c	4,00 bc	4,40 ac	4,80 ac	4,25 A	4,20 bc	4,60 ac	4,80 ac	4,60 ac	4,55 A	4,70 B	4,60 ac	4,60 ac	4,70 B	
1103 P	9,40 ab	9,20 ac	6,80 bc	6,60 c	8,00 A	8,00 ac	9,60 a	8,80 ac	8,80 ac	8,80 A	7,40 ac	8,40 ac	7,80 ac	7,20 ac	7,70 A	7,80 ac	8,40 ac	8,40 ac	8,40 ac	8,35 A	8,21 A	8,40 ac	8,40 ac	8,21 A	

Pb(NO₃)₂: Kurşun Nitrat

* Aynı satırda küçük harf ile gösterilen ortalamalar aynı anaçta farklı uygulamaları, büyük harf ile gösterilen ortalamalar ise farklı konsantrasyonlardaki salisilik asit uygulamaları arasındaki farklılıkları göstermektedir (p≤0.05).

Çizelge 6. Farklı konsantrasyonlarda kurşun nitrat ile SA uygulamalarının 5 BB, 41 B, 1103 P anaçlarında membran zararlanma derecesi (%) üzerine etkileri

Anaç	Salisilik Asit (mM)																		Ort.						
	0						1.0						2.5							5.0					
	0	10	25	50	Ort.	0	10	25	50	Ort.	0	10	25	50	Ort.	0	10	25		50	Ort.	0	10	25	50
5 BB	14,95 b	15,14 b	16,27 b	20,18 a	16,64 A	10,73 cd	9,54 d	8,51 d	9,10 d	9,47 B	10,46 d	11,03 cd	11,28 cd	16,08 b	12,21 AB	9,53 d	10,97 cd	8,79 d	10,77 B	12,27 A	10,77 B	13,79 bc	10,77 B	12,27 A	
41 B	14,78 b	16,57 ab	16,67 ab	17,16 a	16,30 A	14,93 b	11,55 d	9,96 ef	13,66 bc	12,53 B	11,45 d	11,79 d	11,91 d	11,18 de	11,58 B	10,75 de	11,77 d	8,97 f	13,21 c	12,89 A	11,18 B	13,21 c	11,18 B	12,89 A	
1103 P	11,04 cf	13,00 bc	14,72 b	18,79 a	14,39 A	10,30 df	11,31 cf	10,04 df	9,52 ef	10,29 B	11,85 ce	12,43 bd	11,87 ce	9,49 ef	11,41 B	9,28 f	11,66 cf	14,29 b	9,74 ef	11,83 B	11,24 B	9,74 ef	11,24 B	11,83 B	

Pb(NO₃)₂: Kurşun Nitrat

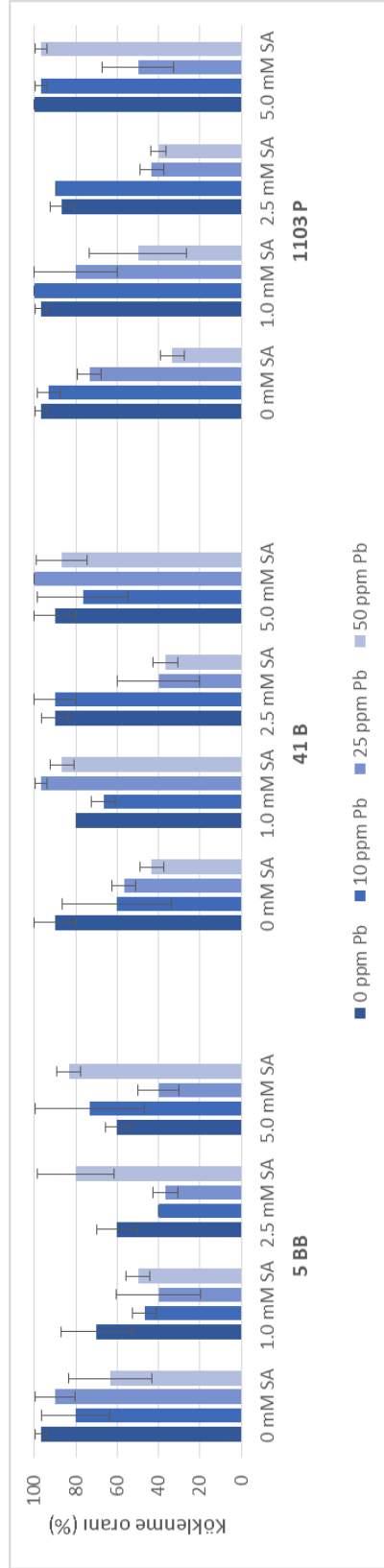
* Aynı satırda küçük harf ile gösterilen ortalamalar aynı anaçta farklı uygulamaları, büyük harf ile gösterilen ortalamalar ise farklı konsantrasyonlardaki salisilik asit uygulamaları arasındaki farklılıkları göstermektedir (p≤0.05).

Çizelge 9. Farklı konsantrasyonlarda kurşun nitrat ile SA uygulamalarının 5 BB, 41 B, 1103 P anaçlarında toplam fenolik madde miktarı (mg/g) üzerine etkileri

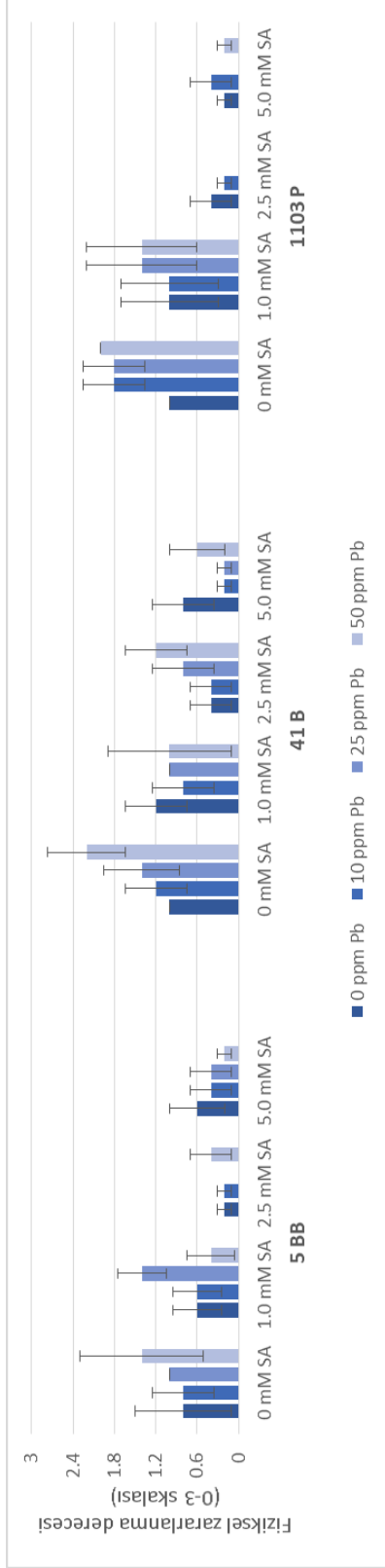
Anaç	Salisilik Asit (mM)																		Ort.																								
	0						1.0						2.5							5.0																							
	0	10	25	50	Ort.		0	10	25	50	Ort.		0	10	25	50	Ort.			0	10	25	50	Ort.																			
	Pb(NO ₃) ₂ (ppm)																																										
5 BB	4,64 h	7,59 g	12,58 ef	20,62 bc	11,36 B	17,55 d	12,48 ef	7,55 g	6,99 g	11,14 B	23,83 a	19,16 cd	21,40 b	24,06 a	22,11 A	14,57 e	13,95 e	11,39 f	10,89 f	12,70 B	14,33 A	8,80 gi	11,98 ce	14,21 ab	14,73 a	12,43 A	9,52 fh	10,42 eg	9,38 fh	7,91 hi	6,06 B	7,07 bc	11,22 a	11,15 a	12,54 a	10,50 A	7,57 bc	7,65 bc	6,69 bc	2,42 d	6,08 B	7,65 C	
41 B	4,44 cd	9,45 ab	6,92 bc	11,04 a	7,96 B	4,13 cd	5,58 cd	7,47 bc	7,07 bc	6,06 B	7,07 bc	11,22 a	12,60 bd	13,11 ac	9,72 fh	12,41 A	12,57 bd	10,96 df	7,03 i	8,57 gi	9,78 B	10,98 B	8,80 gi	11,98 ce	14,21 ab	14,73 a	12,43 A	9,52 fh	10,42 eg	9,38 fh	7,91 hi	6,06 B	7,07 bc	11,22 a	11,15 a	12,54 a	10,50 A	7,57 bc	7,65 bc	6,69 bc	2,42 d	6,08 B	7,65 C
1103 P	8,80 gi	11,98 ce	14,21 ab	14,73 a	12,43 A	9,52 fh	10,42 eg	9,38 fh	7,91 hi	6,06 B	7,07 bc	11,22 a	12,60 bd	13,11 ac	9,72 fh	12,41 A	12,57 bd	10,96 df	7,03 i	8,57 gi	9,78 B	10,98 B	8,80 gi	11,98 ce	14,21 ab	14,73 a	12,43 A	9,52 fh	10,42 eg	9,38 fh	7,91 hi	6,06 B	7,07 bc	11,22 a	11,15 a	12,54 a	10,50 A	7,57 bc	7,65 bc	6,69 bc	2,42 d	6,08 B	7,65 C

Pb(NO₃)₂: Kurşun Nitrat

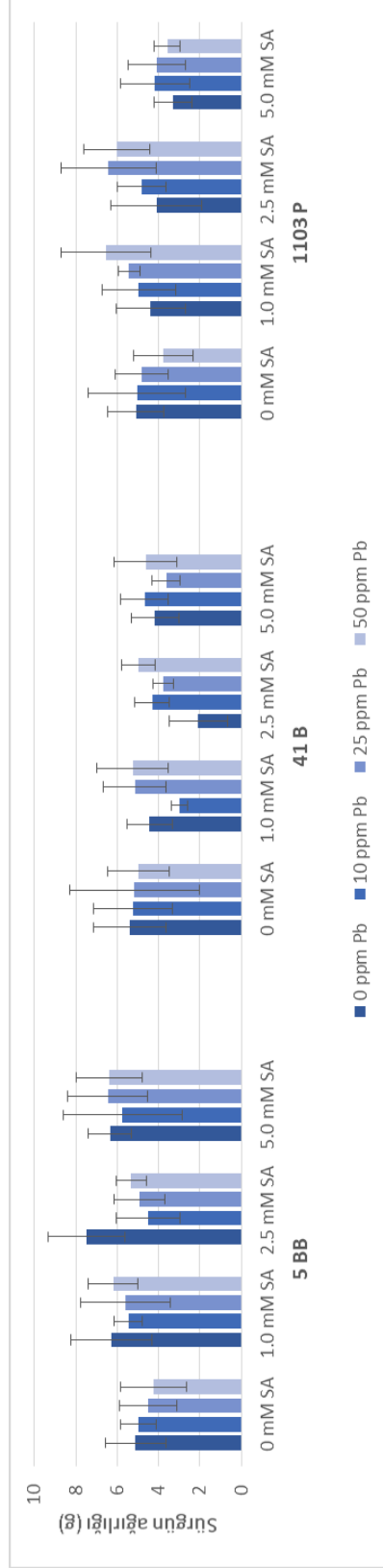
* Aynı satırda küçük harf ile gösterilen ortalamalar aynı anaçta farklı uygulamalar, büyük harf ile gösterilen ortalamalar ise farklı konsantrasyonlardaki salisilik asit uygulamaları arasındaki farklılıklar göstermektedir (p≤0.05).



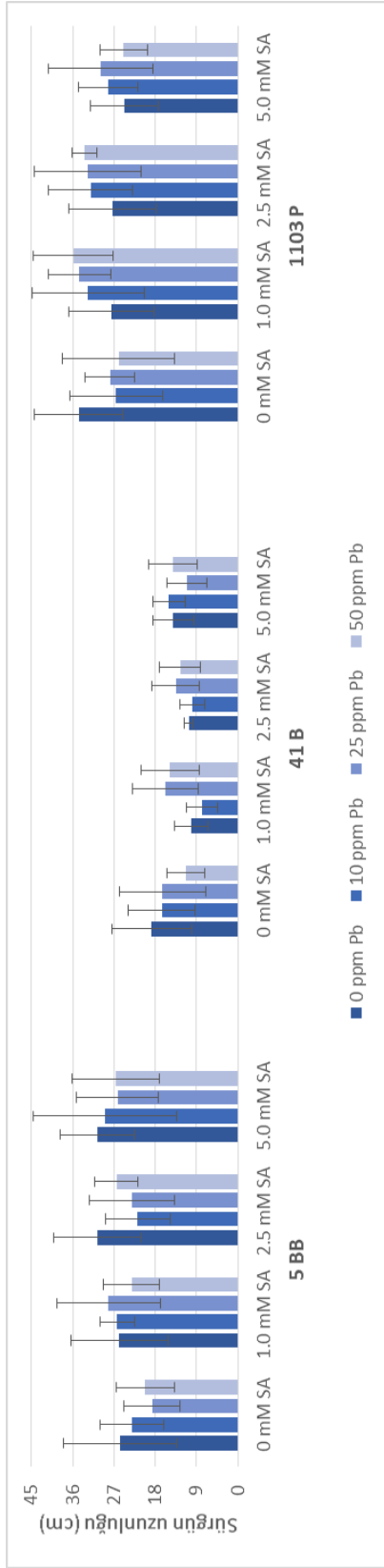
Şekil 1. Pb(NO₃)₂ stresine karşı farklı konsantrasyonlarda SA uygulamalarının Amerikan asma anaçlarında köklenme oranı üzerine etkileri



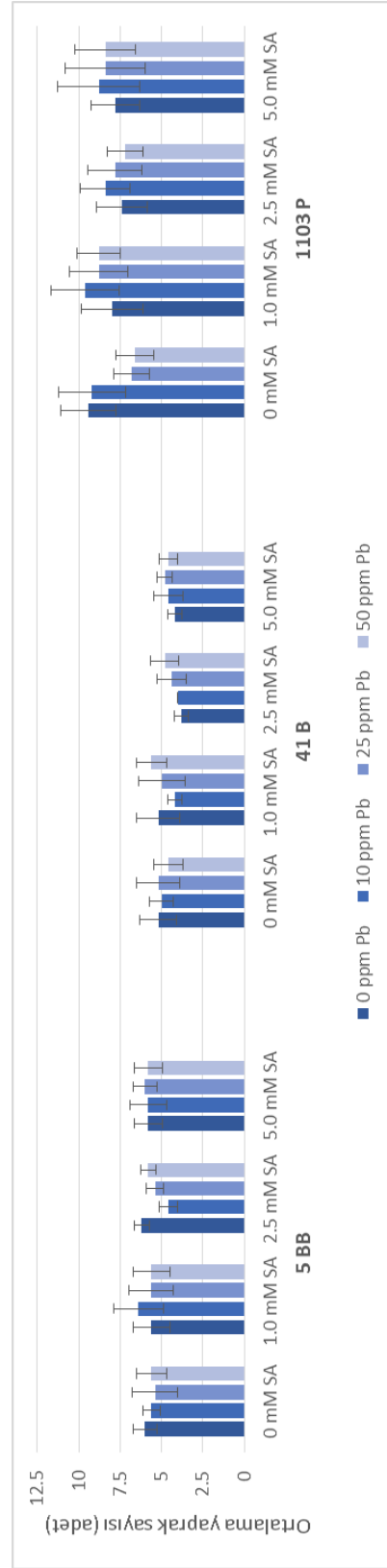
Şekil 2. $Pb(NO_3)_2$ stresine karşı farklı konsantrasyonlarda SA uygulamalarının Amerikan asma anaçlarında fiziksel zararlanma derecesi üzerine etkileri



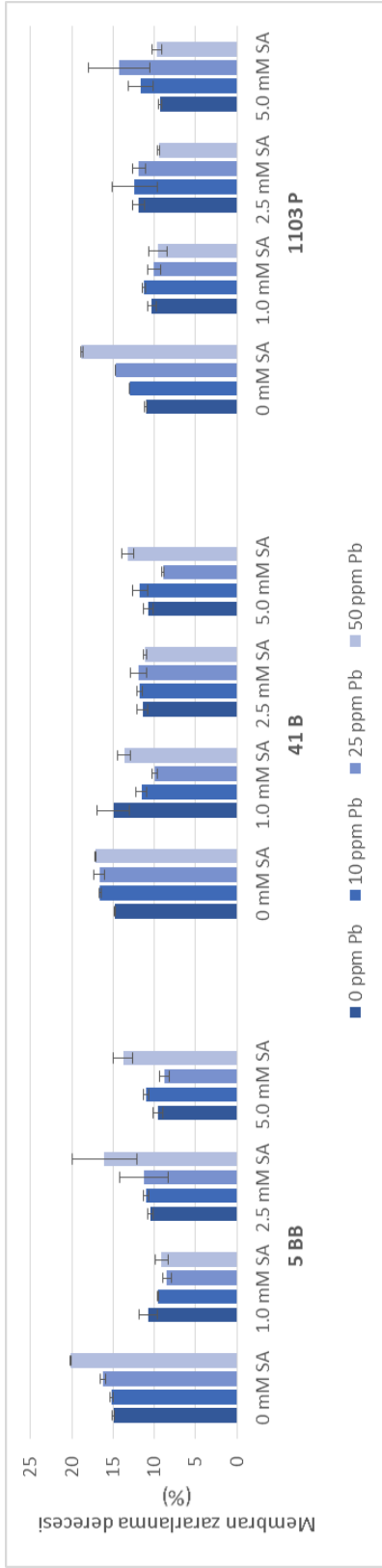
Şekil 3. $Pb(NO_3)_2$ stresine karşı farklı konsantrasyonlarda SA uygulamalarının Amerikan asma anaçlarında sürgün ağırlığı üzerine etkileri



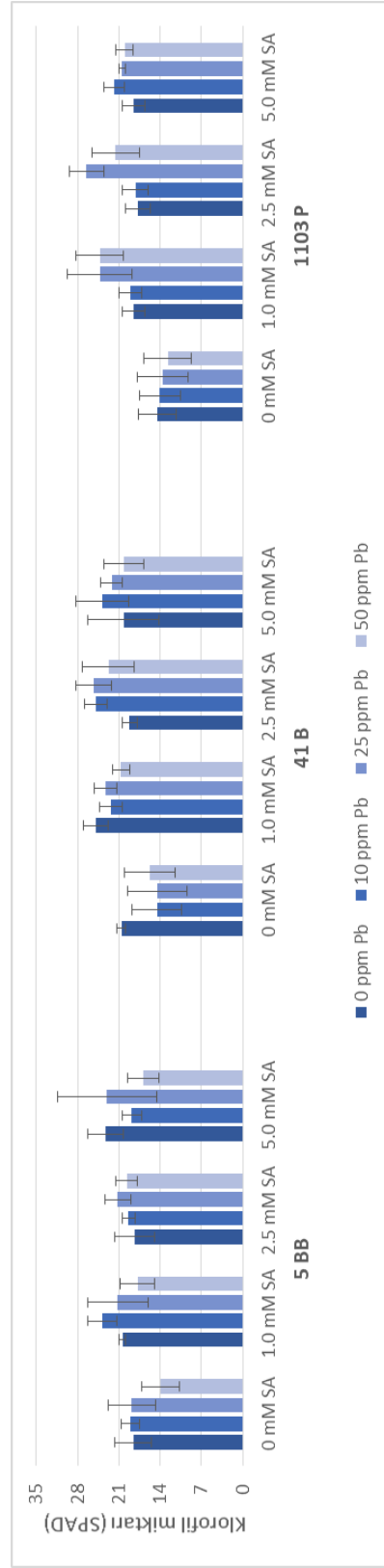
Şekil 4. $Pb(NO_3)_2$ stresine karşı farklı konsantrasyonlarda SA uygulamalarının Amerikan asma anaçlarında sürün uzunluğu üzerine etkileri



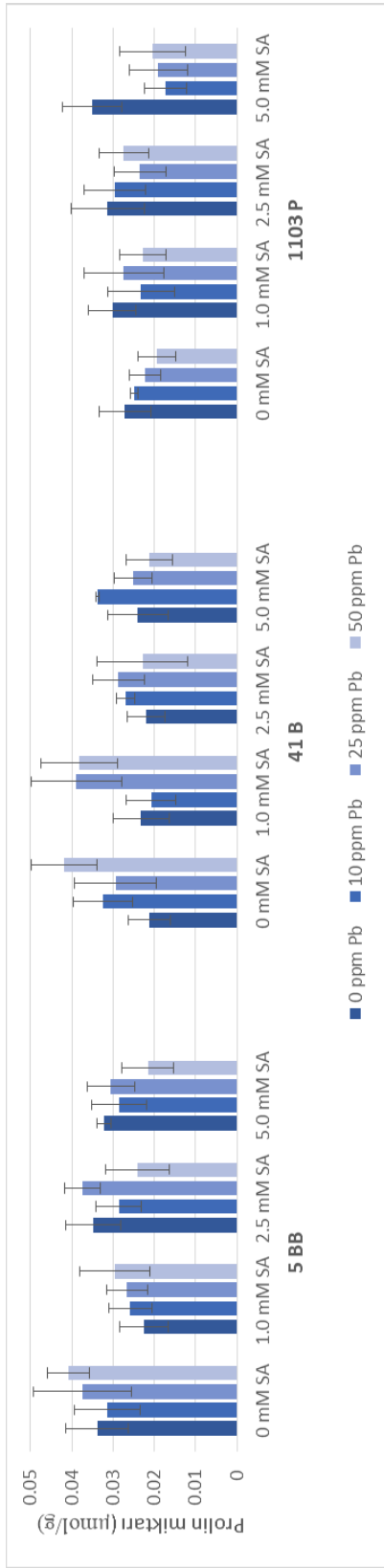
Şekil 5. $Pb(NO_3)_2$ stresine karşı farklı konsantrasyonlarda SA uygulamalarının Amerikan asma anaçlarında ortalama yaprak sayısı üzerine etkileri



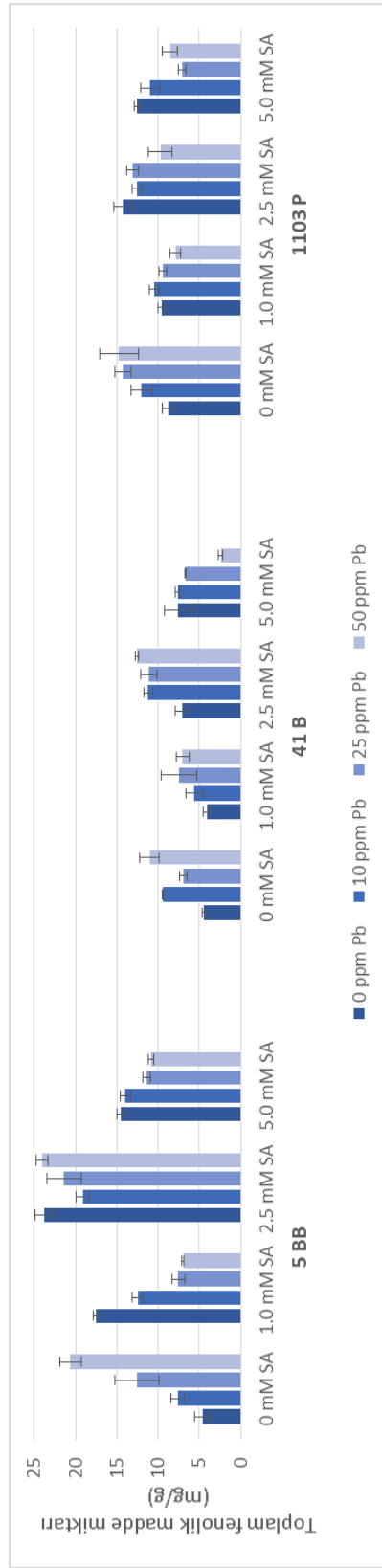
Şekil 6. $Pb(NO_3)_2$ stresine karşı farklı konsantrasyonlarda SA uygulamalarının Amerikan asma anaçlarında membran zararlanma derecesi üzerine etkileri



Şekil 7. $Pb(NO_3)_2$ stresine karşı farklı konsantrasyonlarda SA uygulamalarının Amerikan asma anaçlarında klorofil miktarı üzerine etkileri



Şekil 8. $Pb(NO_3)_2$ stresine karşı farklı konsantrasyonlarda SA uygulamalarının Amerikan asma anaçlarında prolin miktarı üzerine etkileri



Şekil 9. $Pb(NO_3)_2$ stresine karşı farklı konsantrasyonlarda SA uygulamalarının Amerikan asma anaçlarında toplam fenolik madde miktarı üzerine etkileri

Çalışmada incelenen morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal özellikler arasındaki ilişkilerin istatistiksel açıdan incelenmesinde korelasyon analizinden yararlanılmış olup, korelasyon analizine ilişkin veriler Çizelge 10'da yer almaktadır. Çizelge 10'a göre; köklenme oranı ile toplam fenolik madde miktarı; fiziksel zararlanma derecesi ile klorofil miktarı; membran zararlanma derecesi ile klorofil miktarı arasında önemli düzeyde ancak negatif yönde bir ilişki görülürken (korelasyon katsayıları sırasıyla; 0,229**, 0,236**, 0,295**) köklenme oranı ile sürgün ağırlığı, sürgün uzunluğu, ortalama yaprak sayısı ve klorofil miktarı; fiziksel zararlanma derecesi ile membran zararlanma derecesi; sürgün ağırlığı ile sürgün uzunluğu, ortalama yaprak sayısı, klorofil miktarı, prolin miktarı ve toplam fenolik madde miktarı; sürgün uzunluğu ile ortalama yaprak sayısı, klorofil miktarı, prolin miktarı ve toplam fenolik madde miktarı; ortalama yaprak sayısı ile klorofil miktarı ve prolin miktarı; membran zararlanma derecesi ile prolin miktarı; klorofil miktarı ile prolin miktarı; prolin miktarı ile toplam fenolik madde miktarı ise önemli düzeyde ve pozitif yönde bir korelasyon oluşturmuştur (0,192*, 0,198*, 0,332**, 0,171*, 0,369**, 0,719**, 0,440**, 0,469**, 0,503**, 0,269**, 0,830**, 0,267**, 0,293**, 0,324**, 0,164*, 0,168*, 0,419**, 0,200* ve 0,283**). Sürgün uzunluğu ile ortalama yaprak sayısı (0,830**) ve sürgün ağırlığı (0,719**) ile yüksek oranda korelasyon göstermiştir. Sürgün ağırlığının prolin miktarı (0,889**) ile olan istatistiksel ilişkisi orta seviyelerde kalırken, köklenme oranı ile ortalama yaprak sayısı ve toplam fenolik madde miktarı; fiziksel zararlanma derecesi ile membran zararlanma derecesi ve klorofil miktarı; sürgün ağırlığı ile ortalama yaprak sayısı, klorofil miktarı, toplam fenolik madde miktarı; sürgün uzunluğu ile klorofil miktarı, prolin miktarı ve toplam fenolik madde miktarı; membran zararlanma derecesi ile klorofil miktarı ve prolin miktarı; prolin miktarı ile toplam fenolik madde miktarı “zayıf” ve köklenme oranı ile sürgün ağırlığı, sürgün uzunluğu ve klorofil miktarı; ortalama yaprak sayısı ile klorofil miktarı ve prolin miktarı; klorofil miktarı ile prolin miktarı ise çok zayıf korelasyon göstermiştir.

Çizelge 10. Amerikan asma anaçlarında incelenen morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal özellikler arasındaki korelasyon değerleri

	<i>KO</i>	<i>FZD</i>	<i>SA</i>	<i>SU</i>	<i>OYS</i>	<i>MZD</i>	<i>KM</i>	<i>PM</i>	<i>TFMM</i>
<i>KO</i>	1								
<i>FZD</i>	-	1							
<i>SA</i>	,192*	-	1						
<i>SU</i>	,198*	-	,719**	1					
<i>OYS</i>	,332**	-	,440**	,830**	1				
<i>MZD</i>	-	,369**	-	-	-	1			
<i>KM</i>	,171*	-,236**	,469**	,267**	,164*	-,295**	1		
<i>PM</i>	-	-	,503**	,293**	,168*	,419**	,200*	1	
<i>TFMM</i>	-,229**	-	,269**	,324**	-	-	-	,283**	1

KO: Köklenme oranı (%), FZD: Fiziksel zararlanma derecesi (0-3 skalası), SA: Sürgün ağırlığı (g), SU: Sürgün uzunluğu (cm), OYS: Ortalama yaprak sayısı (adet), MZD: Membran zararlanma derecesi (%), KM: Klorofil miktarı (SPAD), PM: Prolin miktarı (mMol/g), TFMM: Toplam fenolik madde miktarı (mg/g),

*Korelasyon %5 anlamlı, **Korelasyon %1 anlamlı.

Sonuç

Bu çalışmada farklı konsantrasyonlardaki kurşun stresine maruz bırakılan 5 BB, 41 B ve 1103 P Amerikan asma anaçlarında stresle ilişkili bazı morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal özellikler incelenerek, değişen dozlardaki SA uygulamalarının $Pb(NO_3)_2$ stresine karşı etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Farklı konsantrasyonlarda $Pb(NO_3)_2$ ve salisilik asit uygulamalarına yanıt olarak her üç anaçta da incelenen özellikler bakımından farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Köklenme oranı bakımından en etkili uygulama 5.0 mM SA konsantrasyonu iken, fiziksel zararlanma derecesi ile membran zararlanma derecesinin azaltılmasında tüm SA konsantrasyonlarının etkili olduğu tespit edilmiştir. Klorofil miktarının 5 BB ve 1103 P anaçlarında artan SA konsantrasyonları ile artış gösterdiği; fenolik madde içeriğinin 5 BB ve 41 B anaçlarında 2.5 mM SA konsantrasyonunda en yüksek değere ulaştığı, prolin miktarının 5 BB anacında, 1.0 mM; 41 B anacında, 2.5 ve 5.0 mM; 1103 P anacında ise 1.0, 2.5 ve 5.0 mM SA konsantrasyonlarında azalma gösterdiği ve sürgün uzunluğunun ise 5 BB anacında, 5.0 mM SA konsantrasyonu ile en yüksek değeri aldığı belirlenmiştir. Aynı zamanda köklenme oranı ile toplam fenolik madde miktarı; fiziksel zararlanma derecesi ile klorofil miktarı; membran zararlanma derecesi ile klorofil miktarı arasında önemli düzeyde ancak negatif yönde bir ilişki olduğu saptanmıştır. Çalışmada ekzojen SA uygulamalarının, bitkilerde $Pb(NO_3)_2$ varlığından kaynaklanan oksidatif stresi hafifletme bakımından etkili bir uygulama olduğu ve SA aktivitesinin Amerikan asma anaçlarının türlerine bağlı olarak değişiklik gösterdiği sonucuna varılmıştır.

Teşekkür Bilgi Notu

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

Kaynaklar

- Agamy, R.A., Hafez, E.E. and Tarek, H. 2013. Acquired resistant motivated by salicylic acid application on salt stressed tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *American-Eurasian Journal Agriculture and Environment Science*, 13: 50-57.
- Akinci, İ.E., Akinci, S. and Yılmaz, K. 2010. Response of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) to lead toxicity: Growth, element uptake, chlorophyll and water content. *African Journal of Agricultural Research*, 5(6): 416-423.
- Akpınar, A., Cansev, A. and Altınşeker Acun, D.Z. 2021. Responses of *Spinacia oleracea* L. cv. Matador plants to various abiotic stresses such as cadmium metal toxicity, drought and salinity. *Journal of Agricultural Faculty of Bursa Uludag University*, 35(1): 103-117.

- Alamer, K.H. and Fayez, K.A. 2020. Impact of salicylic acid on the growth and physiological activities of parsley plants under lead toxicity. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, 26: 1361-1373.
- Alberici, A., Quattrini, E., Penati, M., Martinetti, L., Gallina, P.M., Ferrante, A. and Schiavi, M. 2007. Effect of the reduction of nutrient solution concentration on leafy vegetables quality grown in floating system. *International Symposium on High Technology for Greenhouse System Management: Greensys 2007*. De Pascale S ve ark. (eds). *Acta Horticulturae*, 801: 1167-1176.
- Amarowicz, R., Estrella, I., Hernandez, T., Robredo, S., Troszynska, A., Kosinska, A. and Pegg, R.B. 2010. Free radical-scavenging capacity, antioxidant activity, and phenolic composition of green lentil (*Lens culinaris*). *Food Chemistry*, 121(3): 705-711.
- Ananieva, E.A., Christov, K.N. and Popova, L.P. 2004. Exogenous treatment with salicylic acid leads to increased antioxidant capacity in leaves of barley plants exposed to paraquat. *Journal of Plant Physiology*, 161(3): 319-328.
- Anonymous 2019. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. (Erişim tarihi: 15.05.2021).
- Ashraf, M. and Foolad, M.R. 2007. Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. *Environmental and Experimental Botany*, 59: 206-216.
- Ashraf, M., Athar, H.R., Harris, P.J.C. and Kwon, T.R. 2008: Some prospective strategies for improving crop salt tolerance. *Advances in Agronomy*, 97: 45-110.
- Aydın, B. and Nalbantoğlu, B. 2011. Effects of cold and salicylic acid treatments on nitrate reductase activity in spinach leaves. *Turkish Journal of Biology*, 35: 443-448.
- Bates, L.S., Waldren, R.P. and Teare, I.D. 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant and Soil*, 39: 205-207.
- Bautista, I., Boscaiu, M., Lidón, A., Llinares, J.V., Lull, C., Donat, M.P., Mayoral, O. and Vicente, O. 2016. Environmentally induced changes in antioxidant phenolic compounds levels in wild plants. *Acta Physiologiae Plantarum*, 38: 1-15.
- Bhattacharya, A., Sood, P. and Citovsky, V. 2010. The roles of plant phenolics in defence and communication during *Agrobacterium* and *Rhizobium* infection. *Molecular Plant Pathology*, 11: 705-719.
- Borsani, O., Valpuesta, V. and Botella, M.A. 2001. Evidence for a role of salicylic acid in the oxidative damage generated by NaCl and osmotic stress in *Arabidopsis* seedlings. *Plant Physiology*, 126: 1024-1030.
- Cai, H., He, M., Ma, K., Huang, Y. and Wang, Y. 2015. Salicylic acid alleviates cold-induced photosynthesis inhibition and oxidative stress in *Jasminum sambac*. *Turkish Journal of Biology*, 39: 241-247.
- Cheyrier, V. 2012. Phenolic compounds: From plants to foods. *Phytochemistry Reviews*, 11: 153-177.
- Choudhury, S. and Panda, S.K. 2004. Role of salicylic acid in regulating cadmium induced oxidative in *Oryza sativa* L. roots. *Bulgarian Journal of Plant Physiology*, 30(3-4): 95-110.

- Ciğerli, S. 2018. Farklı Salisilik Asit Dozlarının Bazı Amerikan Asma Anaçlarının Tuzluluğa Olan Dayanımları Üzerine Etkilerinin In Vitro Koşullarda Belirlenmesi. Yüksek lisans tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı.
- Çelik, H. 1996. Bağcılıkta anaç kullanımı ve yetiştiricilikteki önemi. *Anadolu Dergisi*, 6(2): 127-48.
- Demirevska, K., Simova-Stoilova, L., Fedina, I., Georgieva, K. and Kunert, K. 2010. Response of oryzacystatin I transformed tobacco plants to drought, heat and light stress. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 196: 90-99.
- Dong, C.J., Wang, X.L. and Shang, Q.M. 2011. Salicylic acid regulates sugar metabolism that confers tolerance to salinity stress in cucumber seedlings. *Scientia Horticulturae*, 129: 629-636.
- Dere, S. 2019. Kurşun kirliliğinin tarımsal üretime etkileri. *International Journal on Mathematic, Engineering and Natural Sciences*, 12: 108-118.
- Elguera, J.C.T., Barrientos, E.Y., Wrobel, K. and Wrobel, K. 2013. Effect of cadmium (Cd(II)), selenium (Se(IV)) and their mixtures on phenolic compounds and antioxidant capacity in *Lepidium sativum*. *Acta Physiologiae Plantarum*, 35: 431-441.
- El-Tayeb, M.A. 2005. Response of barley grains to the interactive effect of salinity and salicylic acid. *Plant Growth Regulation*, 45: 215-224.
- Fan, S. and Blake, T.J. 1994. Abscisic acid induced electrolyte leakage in woody species with contrasting ecological requirements. *Physiologia Plantarum*, 90(2): 414-419.
- Geravandi, M., Farshadfar, E. and Kahrizi, D. 2011. Evaluation of some physiological traits as indicators of drought tolerance in bread wheat genotypes. *Russian Journal of Plant Physiology*, 58(1): 69-75.
- Ghasemzadeh, A. and Jaafar, H.Z.E. 2012. Effect of salicylic acid application on biochemical changes in Ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). *Journal of Medicinal Plants Research*, 6: 790-795.
- Gratão, P.L., Polle, A., Lea, P.J. and Azevedo, R.A. 2005. Making the life of heavy metal-stressed plants a little easier. *Functional Plant Biology*, 32: 481-494.
- Guo, B., Liang, Y. and Zhu, Y. 2009. Does salicylic acid regulate antioxidant defense system, cell death, cadmium uptake and partitioning to acquire cadmium tolerance in rice?. *Journal of Plant Physiology*, 166(1): 20-31.
- Haider, S., Kanwal, S., Uddin, F. and Azmat, R. 2006. Phytotoxicity of Pb II: changes in chlorophyll absorption spectrum due to toxic metal Pb stress on *Phaseolus mungo* and *Lens culinaris*. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 9: 2062-2068.
- Hakimi, A.B.M. and Hamada, A.M. 2011. Ascorbic acid, thiamine or salicylic acid induced changes in some physiological parameters in wheat grown under copper stress. *Plant Protection Science*, 47: 92-108.
- Hayat, S. and Ahmad, A. 2007. *Salicylic acid: A plant hormone*. Springer, United Kingdom. 400p.
- Horváth, E., Szalai, G. and Janda, T. 2007. Induction of abiotic stress tolerance by salicylic acid signaling. *Journal of Plant Growth Regulation*, 26: 290-300.

- Ivanova, A., Krantev, A., Stoyanova, Z. and Popova, L. 2008. Cadmium induced changes in maize leaves and the protective role of salicylic acid. *General and Applied Plant Physiology*, 34(3-4): 149-159.
- Janda, T., Szalai, G., Tari, I. and Paldi, E. 1999. Hydroponic treatment with salicylic acid decreases the effects of chilling injury in maize (*Zea mays L.*) plants. *Planta*, 208: 175-180.
- Janda, T., Gondor, O.K., Yordanova, R., Szalai, G. and Pál, M. 2014. Salicylic acid and photosynthesis: signalling and effects. *Acta Physiologiae Plantarum*, 36(10): 2537-2546.
- Kadioglu, A., Saruhan, N., Saglam, A., Terzi, R. and Acet, T. 2011. Exogenous salicylic acid alleviates effects of long term drought stress and delays leaf rolling by inducing antioxidant system. *Plant Growth Regulation*, 63: 27-37.
- Kıran, Y. and Şahin, A. 2005. The effects of the lead on the seed germination, root growth and root tip cell mitotic divisions of *lens culinaris medik*. *Gazi University Journal of Science*, 18(1): 17-25
- Kıran, S., Özkay, F., Kavuşturan, Ş. ve Ellialtıoğlu, Ş. 2015. Kurşunun kıvrıkcık salata (*lactuca sativa var. Crispa*) bitkisinin bazı morfolojik ve biyokimyasal özelliklerine etkisi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 5(1): 83-88.
- Kisa, D., Kayir, O., Saglam, N. and Sahin, S. 2019. Changes of phenolic compounds in tomato associated with the heavy metal stress. *Bartın University International Journal of Natural and Applied Sciences*, 2(1): 35-43.
- Kiselev, K.V., Dubrovina, A.S., Veselova, M.V., Bulgakov, V.P., Fedoreyev, S.A. and Zhuravlev, Y.N. 2007. The rol-B gene-induced over production of resveratrol in *Vitis amurensis* transformed cells. *Journal of Biotechnology*, 128(3): 681-692.
- Koç, E., Üstün, A.S., Öncel, I. ve Kaptanbaş, Y. 2013. Salisilik asitin domateste (*Lycopersicon esculentum* Mill.) kadmiyum stresini iyileştirici etkinliğinin bazı fizyolojik parametrelerde incelenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 17(1): 22-28.
- Kosobrukhov, A., Knyazeva, I. and Mudrik, V. 2004. *Plantago major* plants responses to increase content of lead in soil: growth and photosynthesis. *Journal of Plant Growth Regulation*, 42: 145–151.
- Kök, D. 2012. Farklı salisilik asit dozlarının asma anaçlarının tuzluluğa dayanımı üzerine etkileri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9(2): 32-40.
- Krantev, A., Yordonova, R., Janda, T., Szalar, G. and Popova, L. 2008. Treatment with salicylic acid decreases the effect of cadmium on photosynthesis in maize plants. *Journal of Plant Physiology*, 165: 920-931.
- Król, A., Amarowicz, R. and Weidner, S. 2014. Changes in the composition of phenolic compounds and antioxidant properties of grapevine roots and leaves (*Vitis vinifera L.*) under continuous of long-term drought stress. *Acta Physiologiae Plantarum*, 36: 1491-1499.
- Król, A., Amarowicz, R. and Weidner, S. 2015. The effects of cold stress on the phenolic compounds and antioxidant capacity of grapevine (*Vitis vinifera L.*) leaves. *Journal of Plant Physiology*, 189: 97-104.
- Lamhamdi, M., Bakrim, A., Aarab, A., Lafont, R. and Sayah, F., 2011. Effects of lead phytotoxicity on wheat (*Triticum aestivum L.*) seed germination and seedling growth. *Comptes Rendus Biologies*, 334(2): 118-126.

- Lamhamdi, M., El Galiou, Q., Bakrim, A., Nóvoa-Muñoz, J.C., Arias-Estévez, M., Aarab, A. and Lafont, R. 2013. Effect of lead stress on mineral content and growth of wheat (*Triticum aestivum*) and spinach (*Spinacia oleracea*) seedlings. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 20(1): 29-36.
- Liu, D.H., Jiang, W.S., Wang, W., Zhao, F.M. and Lu, C. 1994. Effects of lead on root growth cell division and nucleolus of *Allium cepa*. *Environmental Pollution*, 86: 1-4.
- Maestri, E., Marmiroli, M., Visioli, G. and Marmiroli, N. 2010. Metal tolerance and hyperaccumulation: costs and trade-offs between traits and environment. *Environmental and Experimental Botany*, 68(1): 1-13.
- Mandal, S., Mallick, N. and Mitra, A. 2009. Salicylic acid-induced resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* in tomato. *Plant Physiology and Biochemistry*, 47: 642-649.
- Materne, M.A. 1989. Genetic variability in the response of field pea varieties to soil boron. Honours thesis, University of Adelaide, Faculty of Agriculture.
- Mesmar, M.N. and Jaber, K. 1991. The toxic effect of lead on seed germination, growth, chlorophyll and protein contents of wheat and lens. *Acta Biologica Hungarica*, 42: 331-344.
- Metwally, A., Finkemeier, I., Georgi, M. and Dietz, K.J. 2003. Salicylic acid alleviates the cadmium toxicity in barley seedlings. *Plant Physiology*, 132: 272-281.
- Miranda, M.G. and Ilangovan, K., 1996. Uptake of lead by *Lemna gibba* L. influence on specific growth rate and basic biochemical changes. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 56: 1000-1007.
- Mittler, R. 2017. ROS are good. *Trends in Plant Science*, 22: 11-19.
- Mostofa, M.G., Fujita, M. and Tran, L.S.P. 2015. Nitric oxide mediates hydrogen peroxide-and salicylic acid-induced salt tolerance in rice (*Oryza sativa* L.) seedlings. *Plant Growth Regulation*, 77: 265–277.
- Mustafa, N.R. and Verpoorte, R. 2007. Phenolic compounds in *Catharanthus roseus*. *Phytochemistry Reviews*, 6: 243-258.
- Nriagu, J.O. 1992. Toxic Metal Pollution in Africa. *Science of the Total Environment*, 121: 1-37.
- Özay, C. ve Mammadov, R. 2013. Ağır Metaller ve süs bitkilerinin fitoremediasyonda kullanılabilirliği. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 15(1) 67-76.
- Pal, M., Szalai, G., Horvath, E., Janda, T. and Paldi, E., 2002. Effect of salicylic acid during heavy metal stress. *Acta Biologica Szegediensis*, 46(3-4):119-120.
- Petridis, A., Therios, I., Samouris, G., Koundouras, S. and Giannakoula, A. 2012. Effect of water deficit on leaf phenolic composition, gas exchange, oxidative damage and antioxidant activity of four Greek olive (*Olea europaea* L.) cultivars. *Plant Physiology and Biochemistry*, 60: 1-11.
- Rascio, N. and Navari-Izzo, F. 2011. Heavy metal hyperaccumulating plants: How and why do they do it? And what makes them so interesting? *Plant Science*, 180: 169-181.
- Raskin, I., Kumar, P.B.A.N., Dushenkov, S. and Salt, D.E. 1994. Bioconcentration of Heavy Metals by Plants. *Current Opinion in Biotechnology*, 5: 285-290.

- Sahar, K., Baghizadeh, A. and Taher, N.M. 2011. The Salicylic acid effect on the *Salvia officianlis* L. sugar, protein and proline contents under salinity (NaCl) stress. *Journal of Stress Physiology and Biochemistry*, 7: 80-87.
- Sannchez-Rodriguez, E., Moreno, D.A., Ferreres, F., Rubio-Wilhelmi, M.D.M. and Ruiz, J.M. 2011. Differential responses of five cherry tomato varieties to water stress: changes on phenolic metabolites and related enzymes. *Phytochemistry*, 72: 723-729.
- Sartor, T., Xavier, V.B., Falcao, M.A., Mondin, C.A., Dos Santos, M.A., Cassel, E., Astarita, L.V. and Santarem, E.R. 2013. Seasonal changes in phenolic compounds and in the biological activities of *Baccharis dentata* (Vell.) Graziela Maciel Barroso. *Industrial Crops and Products*, 51: 355-359.
- Saruhan, N., Saglam, A. and Kadioglu, A. 2012. Salicylic acid pretreatment induces drought tolerance and delays leaf rolling by inducing antioxidant systems in maize genotypes. *Acta Physiologiae Plantarum*, 34: 97-106.
- Senaratna, T., Touchell, D., Bunns, E. and Dixon, K. 2000. Acetyl salicylic acid (aspirin) and salicylic acid induce multiple stress tolerance in bean and tomato plants. *Plant Growth Regulation*, 30: 157-61.
- Sengar, R.S. and Pandey, M. 1996. Inhibition of chlorophyll biosynthesis by lead in greening *Pisum sativum* leaf segment. *Biologia Plantarum*, 38: 459-462.
- Seven, T., Can, B., Darende, B.N. ve Ocak, S. 2018. Hava ve toprakta ağır metal kirliliği. *Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi*, 1(2): 91-103.
- Sharma, P. and Dubey, S. 2005. Lead toxicity in plants. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 17(1): 35-52.
- Shrivastav, R. 2001. Atmospheric heavy metal pollution, *Resonance*, 68: 62-68.
- Singh, R.P., Tripathi, R.D., Sinha, S.K., Maheshwari, R. and Srivastava, H.S. 1997. Response of higher plants to lead contaminated environment. *Chemosphere*, 34: 2467-2493.
- Singleton, V.L. and Rossi, J.R. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16: 144-158.
- Siripornadulsil, S., Traina, S., Verma, D.P.S. and Sayre, R.T. 2002. Molecular mechanisms of proline-mediated tolerance to toxic heavy metals in transgenic microalgae. *Plant Cell*, 14: 2837-2847.
- Soares, C., Carvalho, M.E.A., Azevedo, R.A. and Fidalgo, F. 2019. Plants facing oxidative challenges - a little help from the antioxidant networks. *Environmental and Experimental Botany*, 161: 4-25.
- Şafak, N. 2011. Kara Lahana (*Brassica oleracea* var. *Acephala*) ve Pazı (*Beta vulgaris* var. *Cicla*)'da Kurşun Ve Çinko Stresinin Araştırılması. Yüksek lisans tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı.
- Verbruggen, N. and Hermans, C. 2008. Proline Accumulation in Plants: a review. *Amino Acids*, 35: 753-759.
- Verma, S. and Dubey, R.S. 2003. Lead toxicity induces lipid peroxidation and alters the activities of antioxidant enzymes in growing rice plants. *Plant Science*, 164(4): 645-655.

- Vernay, P., Gauthier-Moussard, C., Jean, L., Bordas, F., Faure, O., Ledoigt, G. and Hitmi A. 2008. Effect of chromium species on phytochemical and physiological parameters in *Datura innoxia*. *Chemosphere*, 72: 763-771.
- Vicente, M.R.S. and Plasencia, J. 2011. Salicylic acid beyond defence: its role in plant growth and development. *Journal of Experimental Botany*, 62(10): 3321-3338.
- Wang, L.J., Fan, L., Loescher, W., Duan, W., Liu, G.J., Cheng, J.S., Luo, H.B. and Li, S.H. 2010. Salicylic acid alleviates decreases in photosynthesis under heat stress and accelerates recovery in grapevine leaves. *BMC Plant Biology*, 10: 34-44.
- Waśkiewicz, A., Muzolf-Panek, M. and Goliński, P. 2013. Ecophysiology and responses of plants under salt stress: Phenolic content changes in plants under salt stress. Ed.: Parvaiz, A., Azooz, M.M., Prasad, M.N.V., Springer, New York, pp: 283-314.
- Van Assche, F. and Clijsters, H. 1990. Effects of metals on enzyme activity in plants. *Plant Cell and Environment*, 13: 195-206.
- Yenilmez, N. 2016. Farklı Salisilik Asit Dozlarının Bazı Amerikan Asma Anaçlarının Tuzluluğa Olan Dayanımı Üzerine Etkisi. Yüksek lisans tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı.
- Yerli, C., Çakmakçı, T., Şahin, Ü. ve Tüfenkçi, Ş. 2020. Ağır metallerin toprak, bitki, su ve insan sağlığına etkileri. *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, 9(Özel Sayı): 103-114.
- Yuan, G., Wang, X., Guo, R. and Wang, Q. 2010. Effect of salt stress on phenolic compounds, glucosinolates, myrosinase and antioxidant activity in radish sprouts. *Food Chemistry*, 121: 1014-1019.
- Zanganeh, R., Jamei, R. and Rahmani, F. 2019. Modulation of growth and oxidative stress by seed priming with salicylic acid in *Zea mays* L. under lead stress. *Journal of Plant Interactions*, 14: 369-375.
- Zengin, F.K. and Munzuroğlu, Ö. 2004. Effect of lead (Pb²⁺) and copper (Cu²⁺) on the growth of root, shoot and leaf of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seedlings. *Gazi University Journal of Science*, 17(3): 1-10.
- Zengin, K.F. ve Munzuroğlu, Ö. 2005. Fasulye fidelerinin (*Phaseolus vulgaris* L. Strike) klorofil ve karotenoid miktarı üzerine bazı ağır metallerin (Ni²⁺, Co²⁺, Cr³⁺, Zn²⁺) etkileri. *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 17(1): 164-172.



Bursa Ekolojik Koşullarında Bazı Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Çeşitlerinin Tarımsal Özelliklerinin Değerlendirilmesi^A

Recep AYDOĞAN¹, Köksal YAĞDI^{*2}

Öz: Bu çalışma Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Uygulama ve Araştırma Merkezinde 2016-2017 yetiştirme sezonunda bazı ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşitlerinin verim özellikleri yönünden incelenmesi amacıyla yürütülmüştür. Çalışmada, bitki boyu, başak boyu, başakta başakçık sayısı, başakta tane ağırlığı, başakta tane sayısı, bin tane ağırlığı, tane verimi gibi tarımsal özellikler incelenmiştir. Araştırmada ele alınan verim öğelerinin ortalamalarına göre bitki boyu yönünden en yüksek değeri Demir 2000 (117,0 cm) çeşidi vermiştir. Başak boyu bakımından en yüksek değeri Çetinel 2000 (13,8cm) çeşidi verirken, Segor (25,20 adet) çeşidi başakta başakçık sayısı bakımından, Cömert (71,9 adet) çeşidi başakta tane sayısı bakımından, Altay 2000 (3,30 g) çeşidi başakta tane ağırlığı bakımından, Pehlivan (57,2 g) çeşidi ise bin tane ağırlığı yönünden en yüksek değerleri vermişlerdir. Çalışmada dekara tane verimi bakımından Köksal 2000 (656,2 kg da⁻¹) çeşidinin diğer çeşitlere üstünlük sağladığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ekmeklik buğday, tarımsal özellikler, verim, verim komponentleri.

^A Bu çalışma yüksek lisans tezinden özetlenmiştir. Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir. Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır.

¹ Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, aydoganrecep37@gmail.com [OrcID 0000-0001-9787-6209](https://orcid.org/0000-0001-9787-6209)

^{*} Sorumlu yazar/Corresponding Author: ² Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Bursa Türkiye. kyagdi@uludag.edu.tr, [OrcID 0000 0003 1567 9397](https://orcid.org/0000-0003-1567-9397)

The Evaluation of Agronomical Traits of Some Bread Wheat Cultivars (*Triticum aestivum L.*) under Bursa Ecological Conditions

Abstract: This research was conducted in Bursa Uludağ University, Research and Application Center of Agricultural Faculty to evaluate the some agronomical traits of bread wheat (*Triticum aestivum L.*) cultivars in 2016-2017 growing seasons. In the research some agronomic traits such as plant height, spike length, spikelet number per spike, seed number per spike, spike, seed weight per spike, 1000 kernel weight and seed yield were investigated. The highest value in the study was obtained for plant height is Demir 2000 (117,0 cm), for spike length is Çetinel 2000 (13,8 cm), for spikelet number per spike is Segor (25,20), for seed number per spike is Cömert (71,9), for seed weight per spike is Altay 2000 (3,30 g) and for 1000 kernel weight is Pehlivan (57,2 g) cultivars. The highest result of all cultivars was obtained Köksal 2000 (656.2.6 kgda⁻¹) according to the average of grain yield.

Keywords: Bread wheat, agricultural traits, yield, yield components.

Giriş

Hızla artan nüfusun, parçalanmış ve azalan tarım alanlarından elde edilen üretimle dengeli ve yeterli beslenmesi, her geçen gün daha da zorlaşmaktadır. Dünya nüfusu giderek artmakta ve 2025 yılında 8 milyara ulaşacağı tahmin edilmekte olup, gıda güvenliği dünyanın yakın gelecekteki en önemli sorunu olarak karşımıza çıkmaktadır. Önümüzdeki 50 yıl içerisinde artan nüfusun beslenme gereksinimini karşılamak için, üretimde en az iki kat artış gerekmektedir (Howell ve ark., 2001). İnsanların temel gıda gereksinimlerinin güvenli bir biçimde karşılanması, tarımsal üretimin artırılmasıyla olacaktır. Bu nedenle tarımsal üretimin artırılması amacıyla yürütülen çalışmalar güncelliğini korumakta ve önemi her geçen gün artmaktadır. Bu sebeple üstün verim potansiyeline sahip, kaliteli, hastalık ve zararlılara dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesi, sertifikalı tohumlukların kullanılması ve en uygun koşullarda yetiştirilmeleri gerekmektedir.

Hem dünyada hem de ülkemizde insan beslenmesinde önemli bir yere sahip olan tahıllardan üretilen yarı ve tam mamuller beslenme açısından önem arz etmektedir. Ülkemizde tahıl üretimi, tarım sektörünün olduğu kadar genel ekonomimizin de temelini oluşturmaktadır. Artan nüfus ve hayvancılık için gerekli yem ve tarıma dayalı sanayi sektörüne hammadde temininde tahıllar önemli bir yer tutmaktadır.

Buğday; tahıl grubu bitkilerinin en eskisi ve en önemlisi, en çok üretileni ve tüketileni olup her geçen gün önemini arttırmaktadır. Buğday dünyada 219,3 milyon ha ekim alanı ile tarımsal ürün ekilişinde önemli bir paya sahiptir. Bu ekim alanından gerçekleştirilen toplam üretim miktarı 758 milyon ton ve toplam tüketim miktarı 742 milyon düzeyindedir (Anonim 2017 a).

Dünyada yaygın olarak ekmeklik (*Triticum aestivum L.*) ve makarnalık (*Triticum durum Desf.*) buğdaylar yetiştirilmektedir. Ekmeklik buğdayın (*Triticum aestivum L.*) Hazar denizinin güneyinde kültüre alındığı rapor edilmiştir (Salamini ve ark., 2002). Makarnalık buğdayın ise “Verimli Hilal” bölgesinde, özellikle de Türkiye’nin Güneydoğu Anadolu bölgesinde, bundan tam 9 bin yıl önce kültüre alındığı tespit edilmiştir (Özkan ve ark., 2002; 2005). Bu iki tip içerisinde ekmeklik buğday tahıllar içerisinde yer alan geniş alanlara adapte olmuş dünyanın en önemli bitkisi olmasının yanında, insan beslenmesinde harcanan kalorinin yarısından fazlasını ve proteinin yaklaşık % 50’sini sağlayarak dünya nüfusunun üçte birini beslemektedir (Dhanda ve ark., 2004).

Türkiye’de 7.66 milyon ha alanda buğday ekimi yapılarak, bu alandan 21.5 milyon ton buğday üretimi gerçekleştirilmektedir. Buna göre ortalama tane verimi 280 kgda^{-1} (Anonim 2017b) olup, yurdumuzun buğday tüketimi 20 milyon ton civarındadır. Son 30 yıla baktığımızda, 2000’li yıllardan itibaren esas olarak şehirleşme baskısı ve diğer sebeplerle birlikte toplam tarım alanlarında 2.6 milyon ha bir azalma olduğu ve bu azalmanın 1.7 milyon hektarının (% 18) buğday üretim alanlarından olduğu tespit edilmiştir. Önümüzdeki yıllarda bu azalmanın devam edeceği açıktır. Buna karşılık toplam buğday üretim miktarında az da olsa bir artış görülmektedir. Verim, 2000’li yıllara kadar dalgalı bir seyir izlerken bu tarihten sonra artışa geçmiştir. Ekim alanlarındaki azalmaya karşılık verimdeki yüksek artış oranı (yaklaşık % 30) üretimin artmasına neden olmuştur. Bunun gübre kullanımı ve bazı agronomik uygulamalardaki bilginin artması ve uygulanması ile ilgili olduğu düşünülmektedir (Atar, 2017).

Ülkemizde buğday, her bölgede yetiştirilebilmekle beraber özellikle İç Anadolu Bölgesinde yaygın olarak üretilmektedir. 2017 yılı ekmeklik buğday üretiminde % 33,5’lik pay ile ilk sırada İç Anadolu Bölgesi yer almaktadır. Bunu % 18’lik oranla çalışmanın yürütüldüğü Marmara Bölgesi izlemektedir. Üretimde ise en az paya sahip bölgelerimiz %10 ile Karadeniz Bölgesi, % 7 ile Doğu Anadolu Bölgesi ve Ege Bölgesidir (Anonim 2017 c). Marmara Bölgesi, ülkemizde buğday üretiminin en bilinçli yapıldığı ve en yüksek verimlerin alındığı bölgedir. Bölgenin içinde yer alan Bursa ilinde buğday, 2017 verilerine göre 738.029 da ekim alanına ulaşmış olup, üretim 217.186 tondur. Buna göre Bursa için dekara ortalama verim 294 kg’dır ve bu değer ülkemizde ortalama buğday veriminin üzerindedir (Anonim 2018 a).

Buğday entansif olarak tarımı yapılan bir bitki özelliğine sahip olmasından dolayı, çoğunlukla Türkiye’de ele alınan bölge için çeşit azlığı gibi bir sorun yoktur. Birden fazla çeşidin olması, o bitkinin çeşitler arasında kalite, hastalıklara dayanıklılık, ekolojije gösterilen farklı uyum, verim gibi bazı özellikler yönünden seçme ve seçilme şansını artırmaktadır. Çeşit sayısının fazla olması bu ve buna benzer faydalar sağlamanın yanında, bazı zararları da beraberinde getirmektedir. Özellikle de tohumculuğun yapıldığı alanlarda karşılaşılan sorunlardan çeşit karışımı sorunu ve birim alandan sağlanan yüksek verimden dolayı kalitesiz, besin değeri düşük çeşitlerin o bölge için hâkim duruma gelmesi söz konusu olmaktadır (Sağlam, 1992).

Dünyada ve ülkemizde buğdayda yapılan agronomik ve ıslah çalışmalarının esas amacı yüksek verim ve kaliteli ürün elde etmeye yöneliktir. İklim özellikleri her bölgeye özgü olduğundan, çeşitlerin verim gibi kantitatif karakterlerinin çevreye göre değişiklik göstermesi, bu çalışmaları sürekli, özel ve önemli kılmaktadır.

Bu çalışma, Bursa ekolojik koşullarında yetiştirilen 41 ekmeklik buğday (*Triticum aestivum L.*) çeşidinin bazı tarımsal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışma 2016-2017 üretim yılında Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Uygulama ve Araştırma Merkezi deneme alanında yürütülmüştür. Denemenin kurulduğu alan az engebeli olup, deniz seviyesinden yüksekliği 155 m'dir. Denemenin yürütüldüğü Bursa ili ılıman bir iklime sahiptir. Kışlar ılık ve yağışlı, yazlar ise sıcaktır. İlin en sıcak ayları Temmuz–Eylül, en soğuk ayları ise Şubat – Mart'tır. İlin uzun yıllar ortalaması olarak 52 yıllık yağış ortalaması 706 mm, ortalama sıcaklık 13.6°C ve ortalama oransal nem % 69'dur (Anonim 2018 b). Araştırmanın yapıldığı 2016-2017 yıllarına ait yetiştirme periyodundaki ortalama, maksimum, minimum sıcaklık (°C), toplam yağış (mm) ve oransal nem (%) değerleri Çizelge 1'de verilmiştir (Anonim 2018 c).

Buna göre denemenin yürütüldüğü aylar olan Kasım-Temmuz periyodunda toplam olarak 482.6 mm yağış alınmıştır. Bu yağışın % 54.04 (260.8 mm) Kasım-Şubat ayları arasında kışın düşmüştür. Bursa ili için buğdayda sapa kalkma, dölleme ve erme devrelerinin gerçekleştiği Mart-Mayıs aylarında ise toplam 153.8 mm yağış alınmıştır. Yetiştirme periyodunda fizyolojik erme ve sonraki dönemleri kapsayan Haziran ayında ise 60 mm üzerinde bir yağış düşmüştür. Aynı periyotta sıcaklık ortalaması 23 °C, oransal nem ortalaması da % 72.8 olmuştur.

Çizelge 1. Bursa ilinin 2016 ve 2017 yılı buğday yetiştirme sezonundaki iklim verileri

Aylar	Ortalama Sıcaklık (°C)	Maksimum Sıcaklık (°C)	Minimum Sıcaklık (°C)	Toplam Yağış (mm)	Oransal Nem (%)
2016 Kasım	10.9	29.1	-2.3	51.0	71.6
2016 Aralık	3.0	16.6	-6.1	110.6	82.4
2017 Ocak	3.5	18.7	-5.6	81.6	76.5
2017 Şubat	7.8	22.1	-6.4	17.6	69.5
2017 Mart	10.3	23.4	-1.0	25.0	76.0
2017 Nisan	12.9	29.5	1.6	47.8	69.6
2017 Mayıs	18.0	34.2	7.1	81.0	72.8
2017 Haziran	23.1	37.8	13.7	60.2	71.2
2017 Temmuz	26.0	39.3	15.5	7.8	62.0

Denemede yerli ve yabancı kaynaklı 41 ekmeklik buğday çeşidi kullanılmıştır. Bu çeşitler ve çeşit sahibi kuruluşlar Çizelge 2'de verilmiştir (Anonim 2018d).

Çizelge 2. Çalışmada kullanılan ekmeklik buğday çeşitlerinin adı ve tescil sahibi kuruluşlar

Çeşit Adı	Çeşit Sahibi Kuruluş	Çeşit Adı	Çeşit Sahibi Kuruluş
Sönmez 2001	Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü	Cemre	GAP Uluslararası Tar. Araş. ve Eğitim Merkezi
Nota	Marmara Tohum Geliştirme A.Ş	Soyer 02	Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü
Karahan-99	Bahri Dağdaş Uluslararası Tar. Araştırma Enstitüsü	Galil	Limagrain Tohum Islah ve Üretim San.Tic.A.Ş
Tanya	Marmara Un San. A. Ş	Kınacı 97	Bahri Dağdaş Uluslararası Tar. Araştırma Enstitüsü
Çetinel 2000	Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü	Yunak	Trakya Tarım ve Vet Tic. Ltd.Şti.
Prima	BC İnstitüt Tar. Ür. Oto San ve Tic. Ltd. Şti	Müfitbey	Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü
Göksu 2000	Bahri Dağdaş Uluslararası Tar. Araş. Enstitüsü	Colfiotito	Özbuğday Tarım İşl. ve Toh. A.Ş
Saban	Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü	Gönen 98	Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü
Harmankaya 99	Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü	Beşköprü	Mısır Araştırma Enstitüsü
Selimiye	Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü	Yıldız 98	Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma.Enstitüsü
Demir 2000	Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü	Turan	Prof.Dr. Turan Tatlıoğlu
Cömert 2	Avesa Tarım Gıda ve Hay. Ltd.Şti.	Kaşifbey	Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü
Altay 2000	Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü	Tina	BC İnstitüt Tar. Ür. Oto San ve Tic. Ltd. Şti.
Altınbaşak	Doğu Akdeniz Tarımsal Arş. Enstitüsü	Kıraç 66	Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma.Enstitüsü
Pehlivan	Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü	Krasunia Odeska	Marmara Tohum Geliştirme A.Ş
Vittorio	Progen Tohum A.Ş.)	Genesi	Tasaco Tarım Sanayi ve Tic.Ltd.Şti
Kırkpınar 79	Zirai Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü	Momtchill	Mısır Araştırma Enstitüsü
Karatopak	Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü	Segor	Agro Teknik Zir. Ür. San. Tic. A.Ş.
Ekiz	Bahri Dağdaş Uluslararası Tar. Araş. Enstitüsü	Köksal 200	Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Sakin	Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü	Marmara 86	Mısır Araştırma Enstitüsü
Adelaide	Maro Tarım İnş. Tic. Ve San. A.Ş		

Deneme, tesadüf blokları deneme deseninde 3 tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Deneme alanı 54 m x 13 m = 702 m²'dir. Çeşitler, sıra uzunluğu 3 m. sıra arası 20 cm olacak şekilde 5 sıra halinde ekilmiştir. Ekim 6 Kasım 2016 tarihinde elle yapılmış olup hasat HEGE marka deneme biçerdöveri ile 15.07.2017 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Toprak işleme sonbaharda pullukla yapılmış ve daha sonra diskaro ile rotovator geçirilerek ekime hazır hale getirilmiştir. Deneme alanına ekim ile birlikte 5 kgda⁻¹ azot ve 5 kgda⁻¹ fosfor hesabı ile gübreleme yapılmıştır. Azotlu gübrenin ikinci dozu sapa kalkma başlangıcında (Mart 2017) 10 kgda⁻¹ N olacak şekilde verilmiştir. Deneme alanında ilk yabancı ot kontrolü tüm sıraların homojen bir şekilde çıkmasıyla birlikte elle yapılmış, blok araları el çapasıyla çapalanmıştır. Daha sonra yetiştirme dönemi boyunca aralıklarla yabancı ot temizliği el ile yapılmıştır.

Çalışmada bitki materyali olarak kullanılan 41 ekmeklik buğday çeşidinin tarımsal özellikleri olarak; bitki boyu, başak boyu, başakta başakçık sayısı, başakta tane sayısı, başakta tane ağırlığı, bin tane ağırlığı, tane verimi değerleri Uluöz (1965), Kırtok (1982), Akkaya ve Akten (1988), Dinçer (1991) ve Çölkesen ve ark. (1994)'nın uygulamış oldukları yöntemler esas alınarak yapılmıştır. Araştırmadan elde edilen verilerin istatistiki analizi ise JMP paket programından yararlanılarak tesadüf blokları deneme desenine göre yapılmış ve önemlilik dereceleri belirlenmiştir. Ortalamalar arasındaki farklılıklar ve istatistiki farklı gruplar Asgari Önemli Fark (LSD) testiyle 0.01 ve 0.05 olasılık düzeyinde belirlenmiştir (Peterson. 1994).

Bulgular ve Tartışma

Denemede ele alınan özelliklerin varyans analizi sonuçları Çizelge 3'de verilmiştir. Buna göre tane verimi özelliği hariç olmak üzere tüm özelliklerde çeşitlerin etkisi %1 olasılık düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 3. Çalışmada incelenen özelliklere ilişkin varyans analiz sonuçları (Kareler Ortalaması)

V.kaynağı	S.D.	BİBOY	BABOY	BAŞSAY	BAŞTASY	BAŞTAAĞ	BTA	TAVER
Çeşitler	40	406.61**	4.01**	9.63**	228.43**	0.564**	95.23**	21060.110
Bloklar	2	41.05	0.49	1.77	249.56	0.605	0.64	302896.005**
D.hata	80	20.61	0.81	4.86	92.44	0.196	8.38	275.60
Toplam	122							

BİBOY: Bitki Boyu; BABOY: Başak Boyu; BAŞSAY: Başakta Başakçık Sayısı; BAŞTASY: Başakta Tane Sayısı; BAŞTAAĞ: Başakta Tane Ağırlığı; BTA: Bin Tane Ağırlığı; TAVER: Tane Verimi özelliklerini ifade etmektedir. *: p<0.05. **:p<0.01

Çeşitlere ait bitki boyu, başak boyu, başakçık sayısı ve başakta tane sayısı değerleri Çizelge 4'de verilmiştir. Bitki boyu açısından oluşan on beş farklı grup içinde 117.7 cm ile Demir 2000 çeşidinin diğer çeşitlere göre daha yüksek, Colfiorito çeşidi ise 69.3 cm ile en düşük bitki boyu değerlerine sahip olmuşlardır. Denemede ortalama bitki boyu değeri 86.77 cm olarak saptanmış olup ele alınan çeşitlerden 18 adedi bu ortalama değer üzerinde, 23 adedi ise ortalama değer altında bitki boyu değerine sahip olmuşlardır. Güney Marmara bölgesinde yapılan denemelerde genellikle 80-100 cm arasında bitki boyu saptandığı bildirilmektedir (Doğan, 2002). Bu değerlere göre elde ettiğimiz sonuçlar bölge ortalamasıyla genellikle benzer sonuçlar vermiştir. Buna karşılık bazı çeşitler bu değerlerin üzerinde değer verirken bazı çeşitler ise altında değerler vermişlerdir. Daha önce ekmeçlik buğday çeşitleri ile yapılan çalışmalarda, Abbas (2017) bitki boyunu 47.86-130.73 cm arasında, Öztürk ve ark., (2009) 80.3-87.5 cm arasında, Tayyar ve Gül (2008) 78.1-103.3 cm arasında, Kaya ve Şanlı (2009) 81cm arasında, Usta (2016) 62.60-83.47 cm arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Genel olarak araştırmada elde edilen bitki boyları yapılan bu çalışmalar ile uyumlu veya biraz daha yüksek bulunmuştur.

Başak boyu bakımından Çetinel 2000 çeşidi 13.80 cm ile en uzun başak boyu değerine sahip olmuştur. Bu çeşidi aynı istatistiki grupta yer alan Segor (13.35 cm), Karahan-99 (12.93 cm), Göksu-99 (12.67 cm), Yunak (12.40 cm), Altay 2000 (12.37 cm) çeşitleri izlemiştir. En kısa başak boyu değerleri ise aynı istatistiki grup içerisinde yer alan Kaşifbey 95 (8.65 cm), Momtchill (8.97 cm), Gönen 98 (9.20 cm), Genesi (9.93 cm), Tina (9.97 cm), Sakin (9.97 cm), Pehlivan (9.97 cm), Marmara 86 (10.07 cm), Nota (10.10 cm) ve Köksal-2000 (10.10 cm) çeşitlerinde saptanmıştır. Denemede ortalama başak boyu değeri 11.02 cm olarak belirlenmiştir. Ele alınan çeşitlerden 19 adedi bu ortalama değeri üzerinde, 22 adedi ise ortalama değer altında bitki boyu değerine sahip olmuşlardır. Daha önce ekmeçlik buğday çeşitleriyle yapılan çalışmalarda, ortalama başak boyu değerlerini, Kaya ve Şanlı (2009) 7.5 cm, Kara ve ark., (2016) 7.87-9.32 cm, Özen ve Akman (2015) 8-11 cm, Tayyar ve Gül (2008) 9.2-16.4 cm, Usta (2016) 6.46-8.53 cm arasında saptadıklarını bildirmişlerdir. Araştırmada genel olarak literatür bildirişleri ile benzer sonuçlar elde edildiği gözlenmiştir.

Çizelge 4. Çalışmada saptanan bitki boyu, başak boyu, başakçık sayısı ve başakta tane sayısı değerleri

Çeşit	Bitki Boyu		Başak Boyu		Başakçık Sayısı		Başakta Tane Sayısı	
Demir 2000	117.70	a	11.67	c-1	21.00	e-k	53.73	b-1
Kıraç 66	108.40	b	11.97	b-f	19.27	k-q	40.83	ı
Müfitbey	108.13	b	11.63	c-1	22.33	b-g	47.97	f-1
Altay 2000	106.17	b	12.37	a-e	21.33	d-j	60.80	a-g
Sönmez 2001	105.20	b	11.53	c-j	18.40	o-q	48.93	f-1
Karahan-99	102.00	bc	12.93	a-c	19.77	ı-p	46.90	g-1
Çetinel-2000	97.57	cd	13.80	a	23.87	a-c	68.50	ab
Köksal-2000	96.90	cd	10.10	j-p	23.30	a-d	62.73	a-f
Cemre	95.73	cd	11.87	c-g	19.40	j-q	49.17	e-1
Cömert 2	93.47	de	11.20	e-m	22.47	b-g	71.93	a
Yunak	92.73	de	12.40	a-e	22.97	b-e	66.60	a-c
Göksu-99	92.60	d-f	12.67	a-d	23.93	ab	66.70	a-c
Yıldız 98	91.80	d-g	11.47	d-k	21.27	e-k	60.70	a-g
Pehlivan	91.57	d-g	9.97	l-p	19.83	ı-o	46.60	g-1
Kırkpınar-79	91.20	d-g	11.33	d-m	22.60	b-f	70.40	a
Soyer02	90.63	d-h	10.90	f-m	19.83	ı-o	50.70	d-ı
Sakin	88.03	e-ı	9.97	l-p	18.83	m-q	51.83	c-1
Kınacı 97	87.83	e-ı	11.20	e-m	20.53	g-n	57.03	a-h
Ekiz	85.27	f-j	11.97	b-f	21.63	d-ı	67.13	a-c
Vittorio	84.73	g-k	11.40	d-l	22.07	b-h	65.40	a-d
Altın başak	83.47	h-k	10.23	ı-o	19.77	ı-p	64.57	a-e
Segor	83.40	h-k	13.35	ab	25.20	a	49.05	e-1
Harmankaya 99	82.67	ı-l	11.77	c-h	22.43	b-g	66.43	a-c
Turan	82.57	ı-l	10.47	g-n	20.87	f-l	54.33	b-1
Karatopak	81.80	ı-m	10.27	ı-o	20.07	h-o	60.90	a-g
Beşköprü	81.70	ı-m	12.10	b-f	20.77	f-m	56.87	a-h
Krasnia odeska	80.83	ı-n	10.73	f-m	20.73	f-m	64.87	a-d
Marmara 86	80.37	j-n	10.07	k-p	18.53	n-q	53.50	b-1
Momtchill	78.80	j-n	8.97	op	17.80	pq	51.80	c-1
Kaşıfbey 95	77.50	k-n	8.65	p	18.90	l-q	47.20	f-1
Prima	75.37	ı-o	10.13	j-o	18.63	n-q	49.80	d-ı
Adelaide	75.33	l-o	10.37	h-o	19.70	ı-p	59.67	a-h
Selimiye	75.30	l-o	10.15	j-o	18.95	l-q	44.10	hı
Nota	75.10	m-o	10.10	j-p	21.90	c-h	68.53	ab
Tina	75.03	m-o	9.97	l-p	18.43	o-q	54.57	b-1
Saban	74.73	m-o	11.20	e-m	21.37	d-j	59.50	a-h
Gönen 98	74.63	m-o	9.20	n-p	17.67	q	46.07	g-1
Tanya	74.23	no	10.87	f-m	19.83	ı-o	46.00	g-1
Galil	73.97	no	10.97	e-m	19.37	j-q	56.60	a-h
Genesi	73.77	no	9.93	m-p	20.67	f-m	66.33	a-c
Colfiorito	69.30	no	10.35	h-o	20.25	h-o	71.45	a
Deneme Ort.	86.77	o	11.02		20.64		57.24	
A.Ö.F. (%5)	7.35		1.46		2.02		15.59	

Denemede en fazla başakta başakçık sayısı 25.20 adet ile Segor, 23.93 adet ile Göksu-99, 23.87 adet ile Çetinel 2000 ve 23.30 adet ile Köksal-2000 çeşitlerinde saptanmıştır. En düşük başakta başakçık sayısı ortalama değerleri ise Gönen 98 (17.67 adet), Momtchill (17.80 adet), Sönmez 2001 (18.40 adet), Tina (18.43 adet), Marmara 86 (18.53 adet), Prima (18.63 adet), Sakin (18.83 adet), Kaşıfbey 95 (18.90 adet), Selimiye (18.95

adet), Kıraç 66 (19.27 adet), Galil (19.37 adet) ve Cemre (19.40 adet) çeşitlerinde belirlenmiştir. Ortalama başakçık sayısı 20.64 adet olan denemede, ele alınan çeşitlerden 21 adedi bu ortalama değerin üzerinde, 20 adedi ise ortalama değerin altında başakta başakçık sayısı değerine sahip olmuşlardır. Daha önce ekmeçlik buğday çeşitleriyle yapılan çalışmalarda, ortalama başakçık sayısının Kahrıman ve Egesel (2011) 15-20 adet arasında, Turan (2008) 16.5-19 adet arasında, Kahrıman (2007) 15.4-20.0 adet arasında, Tayyar ve Gül (2008) 15.3-19.3 adet arasında, Kaya ve Şanlı (2009) 17.3 adet olduğunu bildirmişlerdir.

Çeşitlerin başakta tane sayıları 40.83-71.93 adet arasında değişmekte olup en fazla başakta tane sayısına 71.93 adet ile Cömert 2 çeşidi sahip olmuştur. Yine bu çeşitle aynı istatistiki grubu paylaşan diğer çeşitler olarak Colfiorito (71.45 adet), Kırkpınar-79 (70.40 adet) tespit edilmiştir. En düşük başakta tane sayısı Kıraç 66 (40.83 adet), Selimiye (44.10 adet), Tanya (46.00 adet) ve Gönen 98 (46.07 adet) çeşitlerinde bulunmuştur. Deneme ortalaması 57.24 adet olan çalışmada, çeşitlerden 19 adedi bu ortalama değerin üzerinde, 22 adedi ise altında başakta tane sayısı değerine sahip olmuşlardır. Daha önce ekmeçlik buğday çeşitleriyle yapılan çalışmalarda ortalama başakta tane sayısının Tayyar ve Gül (2008) 35.7-43.3 adet, Turan (2008) 39.8-49.3 adet, Kara ve ark., (2016) 38.4-46.1 adet, Usta (2016) 20.03-32.0 adet, Özen ve Akman (2015) 22-46 adet, Tunca (2012) 12.53-31.67 adet arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Çalışmada saptanan değerler genel olarak bu çalışmalara göre daha yüksek bulunmuştur.

Çalışmada saptanan başakta tane ağırlığı, bin tane ağırlığı ve dekara tane verimi değerleri Çizelge 5’de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde başakta tane ağırlığı bakımından 3.33 g ile Altay 2000 çeşidinden en yüksek değerin elde edildiği görülmüştür. Bu çeşidi aynı istatistiki grupta yer alan Saban (3.31 g), Ekiz (3.29 g), Kırkpınar-79 (3.23 g) çeşitleri izlemişlerdir. En düşük başakta tane ağırlığı ise 1.61 g ile Kıraç 66 çeşidi ve 1.79 g ile Segor çeşidinde belirlenmiştir. Denemeye alınan buğday çeşitlerinin ortalama başakta tane ağırlığı 2.66 g olarak saptanmıştır. Çalışmada ele alınan çeşitlerden 19 adedi bu ortalama değeri üzerinde, 22 adedi ise ortalama değeri altında başakta tane ağırlığı değerine sahip olmuşlardır. Daha önce ekmeçlik buğday çeşitlerinde yapılan çalışmalarda, ortalama başakta tane ağırlığını İpek (2016) 1.39-1.75 g arasında, Sakin ve ark., (2015) 1.17-1.59 g arasında, Kahrıman ve Egesel (2011) 1.23-2.51 g arasında, Aydoğan ve Soylu (2017) 1.03-2.07 arasında, Aktaş ve ark., (2017) 2.14-2.48 arasında, Abbas (2017) 0.79-2.54 g arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Bin tane ağırlığı ortalamalarına göre 57.28 g ile Pehlivan. 55.53 g ile Altay 2000. 54.65 g ile Saban, 54.62 g ile Müfitbey. 54.07 g ile Sönmez 2001 53.78 g ile Karahan-99. 53.43 g ile Demir 2000 ve 52.67 g ile Selimiye çeşitlerinde en yüksek değerler saptanmış olup bu çeşitler aynı istatistiki grup içinde yer almışlardır. En düşük bin tane ağırlığı değerleri ise Yıldız 98 (32.67 g), Göksu-99 (35.19 g), Segor (36.50 g) çeşitlerinde belirlenmiştir. Deneme ortalaması 46.37 g olan çalışmada ele alınan çeşitlerden 19 adedi bu ortalama değerin üzerinde, 22 adedi ise altında bin tane ağırlığı değerine sahip olmuşlardır. Bin tane ağırlığı tahıllarda verimi etkileyen önemli özelliklerden birisidir. Daha önce ekmeçlik buğday çeşitleriyle yapılan çalışmalarda, ortalama bin tane ağırlığının Aktaş ve ark., (2017) 28.87-36.20 g arasında, Kahrıman ve Avcı (2016) 35.15-37.45 g arasında, İpek (2016) 35.5-43.9 g arasında, Doğan ve Kendal (2013) 35.1-36.8 g arasında, Doğan ve ark., (2014) 39.3-47.0 g arasında, Kahrıman ve Egesel (2011) 35.8-52.1 arasında, Sakin ve ark., (2015) 41.3-45.7 arasında, Aydoğan ve

Soylu (2017) 30.90-46.46 g arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Araştırmacıların bulguları ile çalışmada elde edilen bulgular benzerlik göstermektedir.

Çizelge 5. Çalışmada saptanan başakta tane sayısı, bin tane ağırlığı ve dekara tane verimi değerleri

Çeşit	Başakta Tane Ağırlığı		Bin Tane Ağırlığı		Tane Verimi
Demir 2000	2.99	a-f	53.43	a-f	559.33
Kıraç 66	1.61	j	41.08	q-t	318.23
Müfitbey	2.58	c-h	54.62	a-c	500.67
Altay 2000	3.33	a	55.53	ab	466.00
Sönmez 2001	2.65	a-h	54.07	a-d	542.67
Karahan-99	2.52	d-b	53.78	a-e	522.63
Çetinel-2000	3.07	a-h	44.62	k-r	478.43
Köksal-2000	3.00	a-f	47.76	h-m	656.23
Cemre	2.54	d-h	50.45	c-ı	544.43
Cömert 2	3.17	a-e	43.90	m-s	507.77
Yunak	3.17	a-e	47.93	h-m	654.67
Göksu-99	2.35	f-ı	35.19	uv	514.90
Yıldız 98	2.05	h-j	32.67	v	589.33
Pehlivan	2.72	a-h	57.28	a	433.33
Kırkpınar-79	3.23	a-d	42.93	n-s	563.13
Soyer02	2.62	a-h	51.90	b-h	460.90
Sakin	2.23	g-j	41.82	o-s	515.57
Kınacı 97	2.47	e-ı	42.74	n-s	494.00
Ekiz	3.29	a-c	48.87	f-l	483.33
Vittorio	3.01	a-f	46.15	ı-o	562.67
Altın başak	2.91	a-g	42.86	n-s	611.77
Segor	1.79	ij	36.50	t-v	511.15
Harmanakaya 99	2.93	ag	44.20	l-r	495.77
Turan	2.53	d-h	47.39	h-n	458.67
Karatopak	2.70	a-h	44.48	l-r	379.13
Beşköprü	2.53	d-h	44.15	m-r	520.03
Krasnia odeska	3.16	a-e	49.31	e-k	455.33
Marmara 86	2.32	f-j	44.12	m-r	492.87
Montchill	2.05	h-j	39.35	s-u	315.57
Kaşıfbey 95	2.12	h-j	45.63	j-q	410.00
Prima	2.63	a-h	49.56	d-j	557.57
Adelaide	3.09	a-e	48.88	f-l	530.67
Selimiye	2.32	f-j	52.67	a-g	294.00
Nota	2.97	a-f	43.82	m-s	403.33
Tina	2.61	b-h	48.17	g-m	507.33
Saban	3.31	ab	54.65	a-c	393.13
Gönen 98	2.05	h-j	44.33	l-r	361.10
Tanya	2.14	h-j	46.53	ı-n	426.23
Galil	2.58	c-h	45.89	ı-p	415.10
Genesi	2.71	a-h	40.73	r-t	429.57
Colfiorito	2.88	a-g	41.23	p-s	464.35
Deneme Ort.	2.66		46.37		482.95
A.Ö.F. (%5)	0.71		4.69		-

Denemede yer alan çeşitlerin tane verimi değerleri 656.23-294.0 kgda⁻¹ arasında değişmekte olup en yüksek tane verimini 656.23 kgda⁻¹ ile Köksal-2000 çeşidinde saptanmıştır. Bu çeşidi Yunak (654.67 kgda⁻¹) çeşidi

izlemiştir. En düşük tane verimi Selimiye (294.0 kgda⁻¹), Momtchill (315.57 kgda⁻¹), Kırac 66 (318.23 kgda⁻¹) ve Gönen 98 (361.10 kgda⁻¹) çeşitlerinde bulunmuştur. Denemeye alınan buğday çeşitlerinin ortalama tane verimi değerleri 482.95 kgda⁻¹ olarak saptanmıştır. Ele alınan çeşitlerden 23 adedi bu ortalama değer üzerinde, 18 adedi ise altında yer almıştır. Daha önce ekmeçlik buğday çeşitlerinde yapılan çalışmalarda, ortalama tane veriminin Aydoğan ve Soylu (2017) 447.42-709.08 kgda⁻¹ arasında, Sakin ve ark., (2015) 258.4-452.0 kgda⁻¹ arasında, Tunca (2012) 212-544.9 kgda⁻¹ arasında, Doğan ve Kendal (2013) 576.8-765.5 kgda⁻¹ arasında, İpek (2016) 531.9-664.1 kgda⁻¹ arasında, Aktaş ve ark., (2017) 307-509 kgda⁻¹ arasında ve çalışmadaki sonuçlara yakın olan değerler bildirmiştir. Şahin ve ark., (2008) ise 187.0-236.5 kgda⁻¹ olarak buldukları değerlerle, çalışmada bulunan ortalamalardan daha düşük tane verimi değerleri bildirmektedir. Tane veriminin çok genle idare edilen bir karakter olduğu aynı zamanda yağış miktarı, çevre koşulları, yıl, lokasyon gibi birçok faktörden etkilendiğini araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Kaydan ve Yağmur 2008; Mut ve ark., 2005).

Araştırmada incelenen tarımsal özellikler arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla yapılan korelasyon analizi sonuçları Çizelge 6'da verilmiştir. Çalışmada bitki boyu ile başak boyu ($r = 0.488^{**}$); tane verimi ($r = 0.330^{*}$); bin tane ağırlığı ($r = 0.342$) arasındaki ilişki pozitif yönde ve önemli bulunmuştur. Başak boyu ile başakta başakçık sayısı ($r = 0.668^{**}$); başakta tane sayısı ($r = 0.350^{*}$); başakta tane ağırlığı ($r = 0.300^{*}$) arasındaki ilişki de pozitif ve önemli olmuştur. Benzer şekilde başakta başakçık sayısı ile başak boyu ($r = 0.688^{**}$); başakta tane sayısı ($r = 0.595^{**}$); başakta tane ağırlığı ($r = 0.410^{**}$); tane verimi ($r = 0.328^{*}$) arasında pozitif ve önemli ilişkiler belirlenmiştir. Başakta tane sayısı ile başakta tane ağırlığı ($r = 0.791^{**}$) arasında da pozitif ve önemli bir ilişki saptanmıştır. Başakta tane ağırlığı ile bin tane ağırlığı ve tane verimi arasında pozitif ve önemsiz, yine aynı şekilde tane verimi ile bin tane ağırlığı arasında pozitif ve önemsiz bir ilişki belirlenmiştir.

Racinski (1971), bitki boyu ile başak boyu arasında önemli ilişkilerin olduğunu, Chandhanamutta ve Frey (1973) ise bitki boyu ile tane verimi arasında pozitif ilişki olduğunu belirtmişlerdir. Kanbertay (1984) bitki boyu ile 1000 tane ağırlığı arasında bir ilişki belirleyemediğini ifade etmiştir. Aktaş ve ark., (2017) bitki boyu ile tane verimi arasında pozitif ancak önemsiz olduğunu saptamışlardır. Araştırmada ise bitki boyunun diğer özellikler ile olan ilişkisi genellikle olumlu ve önemli bulunmuştur.

Çizelge 6. Çalışmada Ele Alınan Tarımsal Özellikler Arasında Saptanan İlişkiler

Özellikler	BABOY	BAŞSAY	BAŞTASY	BAŞTAAĞ	BTA	TAVER
BİBOY	0.488**	0.263	-0.071	0.069	0.342*	0.330*
BABOY		0.668***	0.350**	0.300*	0.014	0.250
BAŞSAY			0.595**	0.410**	-0.180	0.328*
BAŞTASY				0.791**	-0.256	0.197
BAŞTAAĞ					0.212	0.154
BTA						0.018

** : 0.05 düzeyinde önemli. * : 0.01 düzeyinde önemli

Başak boyu ile başakta başakçık sayısı, başakta tane sayısı ve başakta ağırlığı arasında saptanan pozitif ve önemli ilişki, Walton (1972), Tosun ve Yurtman (1973), Dorofeev (1977), Yürür ve ark., (1981) tarafından da

pozitif ve önemli olarak belirlenmiştir. Tunca (2012), başak boyu ile başakta tane sayısı ve başakta tane ağırlığı arasında pozitif ve önemli bir ilişkinin bulunduğunu belirtmiştir.

Yürür ve ark., (1987) başakta başakçık sayısı ile başakta tane sayısı ve tane verimi arasında önemli ve pozitif bir ilişkinin bulunduğunu belirtmişlerdir. Çalışma sonucunda benzer şekilde başakçık sayısı ile başaktaki tane sayısı, başakta tane ağırlığı ve tane verimi anlamında pozitif ve önemli korelasyonlar belirlenmiştir.

Başakta tane sayısı ile diğer karakterler arasında saptanan ilişki Bohec ve Cermin (1970), Bux ve ark., (1973), Genç (1974), Denison (1975), Larienov (1975), Tunca (2012), Aktaş ve ark., (2017), Aydoğan ve Soylu'nun (2017) bulguları ile paralellik göstermektedir. Araştırmada başakta tane sayısı ile başakta tane ağırlığı arasında pozitif ve önemli bir ilişki saptanmıştır. Knott (1971), Raciniski (1971), Tosun ve Yurtman (1973), Dorofeev ve Melkinov'un (1977) bildirdikleri sonuçlarda çalışmadaki sonuçları doğrular niteliktedir.

Okuyama ve ark., (2004) ekmeklik buğday çeşitleri ile yürüttükleri denemelerinde, tane verimi ile başakta tane sayısı ($r= 0.811^{**}$) arasında pozitif ve önemli belirlemişlerdir. Çalışmada ise tane verimi ile bitki boyu ve başakta başakçık sayısı özellikleri arasında pozitif ve önemli korelasyonlar tespit edilmiştir.

Sonuç

Yerli ve yabancı 41 ekmeklik buğday çeşidinin bitki materyali olarak kullanıldığı bu çalışma ile buğday çeşitlerinin Bursa ekolojik koşullarında bazı tarım özelliklerinin belirlenerek değerlendirilmesi ve yöreye önerilebilecek çeşitlerin tespit edilmesi amaçlanmıştır. İncelenen özellikler yönünden oldukça geniş varyasyonların belirlenmesi, üretici istekleri doğrultusunda çok sayıda alternatifin bölge için söz konusu olabileceğini göstermiştir. Örneğin bitki boyu özelliği bakımından bu varyasyon 69.30 - 117.70 cm aralığında olmuş ve en kısa çeşitle en uzun çeşit arasındaki fark 48.4 cm olarak belirlenmiştir. Bu durum yağış vb. sebeplerle yatma sorununun olduğu alanlar için daha kısa boylu çeşitlerin mevcudiyetini gösterirken, bu sorunun olmadığı alanlarda da, son yıllarda giderek değeri artan bir ürün olan, sap saman verimi yüksek çeşitlerin bulunabildiğini göstermiştir. Çalışmada sonuç kriteri olarak değerlendirilebilecek olan tane verimi açısından da çeşitlerin verim aralığı 294.0-656.23 kgda⁻¹ değerlerinde olmuştur. Aradaki fark 362.23 kgda⁻¹ gibi çok yüksek bir değere ulaşmakta olup ekonomik öneme haizdir. Özellikle çalışmada 500 kgda⁻¹'in üzerinde 19; 550 kgda⁻¹'in üzerinde 8 ve 600 kgda⁻¹'in üzerinde 3 çeşidin bulunması, Bursa ili buğday verimi ortalaması olan 294 kgda⁻¹'in (Anonim 2018 a) iki katı sonuca ulaşan çeşitlerin mevcudiyetini göstermiştir. Bu çeşitlerden Köksal 2000; Yunak ve Altınbaşak çalışma sonuçlarına göre üreticilerimize verim sonuçları ile önerilebilecek çeşitler olarak değerlendirilmişlerdir.

Teşekkür

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

Kaynakça

- Abbas, B. 2017. Bazı yerli ve yabancı ekmeklik buğday genotiplerinin verim ve kalite özellikleri yönünden değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı.
- Akkaya, A ve. Akten, Ş. 1988. Erzurum kıraç koşullarında farklı ekim kışık buğdayın verim ve bazı verim öğelerine etkisi. *Doğa Türk Tarım ve Ormancılık Der.*, 913-923.
- Aktaş, H., Karaman, M., Oral, E., Kendal, E. ve Tekdal, S. 2017. Bazı ekmeklik buğday genotiplerinin (*Triticum aestivum* L.) doğal yağış koşullarındaki verim ve kalite parametrelerinin değerlendirilmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 26(1): 86-95.
- Anonim.2017a. Toprak Mahsulleri Ofisi Genel Müdürlüğü. [http://www.tmo.gov.tr/Upload/ Document/hububat/HububatRaporu2017.pdf](http://www.tmo.gov.tr/Upload/Document/hububat/HububatRaporu2017.pdf) (Erişim tarihi: 24.07.2018)
- Anonim. 2017b. Toprak Mahsulleri Ofisi Genel Müdürlüğü.[http://www.tmo.gov.tr/Upload/Document/ hububat/hububataraporu2017.pdf](http://www.tmo.gov.tr/Upload/Document/hububat/hububataraporu2017.pdf) (Erişim tarihi: 24.07.2018)
- Anonim. 2017c. Toprak Mahsulleri Ofisi Genel Müdürlüğü. [http://www.tmo.gov.tr/Upload/Document /hububat/hububataraporu2017.pdf](http://www.tmo.gov.tr/Upload/Document/hububat/hububataraporu2017.pdf) (Erişim tarihi: 24.07.2018)
- Anonim. 2018a. Bursa İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü. [http://bursa.tarim.gov.tr/Menu/24/ Bursa-Tarim-Istatistikleri](http://bursa.tarim.gov.tr/Menu/24/Bursa-Tarim-Istatistikleri) (Erişim tarihi: 10.09.2018)
- Anonim. 2018b. Bursa iline ait iklim verileri. <http://www.bursa.com.tr/bursanin-cografyasi-iklimi-ve-nufusu> (Erişim tarihi: 10.09.2018)
- Anonim. 2018c. Orman ve Su İşleri Bakanlığı. Meteoroloji Genel Müdürlüğü Yayınlanmamış Kayıtlar. BURSA
- Anonim. 2018d. TAGEM verileri. <https://www.tarim.gov.tr/TAGEM/Link/13/Enstituler> (Erişim tarihi: 20.08.2018)
- Atar, B. 2017. Gıdamız buğdayın geçmişten geleceğe yolculuğu. *Süleyman Demirel Üniversitesi Yalvaç Akademi Dergisi*, 2(1): 1-12.
- Aydoğan, S. ve Soylu, S. 2017. Ekmeklik buğday çeşitlerinin verim ve verim öğeleri ile bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*. 26(1): 24-30.

- Bohac, J. and Cermin, L. 1970. Study on correlations among the elements determining the fertility of wheat. *Field Crop Abst.*, 23: 444.
- Bux, I., Bhatti, M. and Zamulabedin, M. 1971. Correlation studies of some important ear head characters in *Triticum vulgare* crosses. *Plant Breed. Abstr.*, 41(1): 49.
- Chandhamutta, P. and Frey, K.J. 1973. Indirect mass selection for grain yield in oats populations. *Crop Sci.*, 13: 470-473
- Çölkesen, M., Öktem, A., Eren, N., Yağbasanlar, T. ve Özkan, H. 1994. Çukurova ve Harran Ovası koşullarına uygun ekmeçlik ve makarnalık buğday çeşitlerinin saptanması üzerine bir araştırma. Tarla Bitkileri Kongresi. İzmir, Cilt I. 13–17.
- Denison, P.V. 1975. The number of grains per ear or per panicle of cereals as the most important element in yield structure. *Field Crop. Abstr.*, 28(1): 23.
- Dhanda, S.S., Sethiand, G.S. and Behl, R.K. 2004. Indices of drought tolerance in wheat genotypes at early stages of plant growth. *J.Agronomy & CropScience*, 190: 6-12.
- Dinçer, M.N. 1991. Çukurova bölgesinde bitki büyüme düzenleyicisi kullanılarak yetiştirilen bazı ekmeçlik ve makarnalık buğday çeşitlerinde farklı azot dozlarının verim ve verim unsurlarına etkisi üzerinde araştırmalar. Doktora Tezi, Çukurova Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı.
- Doğan, Y. ve Kendal, E. 2013. Diyarbakır koşullarında bazı ekmeçlik buğday (*Triticum aestivum* L.) genotiplerinin tane verimi ve bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 23(3): 199-208.
- Doğan, Y., Toğay, Y. ve Toğay, N. 2014. Türkiye’de tescil edilmiş bazı ekmeçlik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşitlerinin Mardin-Kızıltepe koşullarında verim ve bazı verim özelliklerinin belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarla Bilimleri Dergisi*, 24(3): 241- 247.
- Dorofeev, V.F. and Melkinov, A.F. 1977. Correlation analysis agriculturaly important characters of spring wheat. *Field Crop. Abstr.*, 30(3): 150.
- Doğan, R. 2002. Ekmeçlik buğday hatlarının (*Triticum aestivum* L.) tane verimi ve kimi agronomik özelliklerinin belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(1): 149-158.
- Genç, İ. 1974. Yerli ve yabancı ekmeçlik buğday çeşitlerinde verim ve verime etkili başlıca karakterler üzerinde araştırmalar. *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, 82:10.
- Howell, T., Evett, A.S.R. and Tolck, J.A. 2001. Irrigation systems and management to meet future food fiber needs and to enhance water use efficiency. USDA-ARS Water Management User Unit Bushland Texas USA.
- İpek, İ. 2016. Sakarya şartlarında farklı ekim sıklıklarında bazı buğday çeşitlerinin verim ve kalite değişimlerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı.
- Kahraman, T. ve Avcı, R. 2016. Bazı ekmeçlik buğday çeşitlerinde farklı tohum iriliklerinin tane verimi, verim öğeleri ile kalite üzerine etkisi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*. 25(Özel sayı-1): 110-116.

- Kahrıman, F. 2007. Bazı ekmeklik buğday çeşitlerinin verim ve kalite değerlerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Çanakkale Onsekiz Mart Üni., Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı.
- Kahrıman, F. ve Egesel, C.Ö. 2011. Farklı ekmeklik buğday çeşitlerinin agronomik ve kalite özellikleri bakımından değerlendirilmesi. *Ordu Üniversitesi Bil. Tek. Dergisi*. 1(1): 22-35.
- Kanbertay, M. 1984. Dört makarnalık buğday melezinde dönme ve diğer bazı tarımsal özelliklerin kalıtımı üzerinde araştırmalar. Doktora Tezi, Ege Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı.
- Kara, R., Dalkılıç, A.Y., Gezginç, H. ve Yılmaz, M.F. 2016. Kahramanmaraş koşullarında bazı ekmeklik buğday çeşitlerinin verim ve verim unsurları yönünden değerlendirilmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 3(2): 172-183.
- Kaya, A. ve Şanlı, A. 2009. Bazı ekmeklik (*Triticum aestivum* L.) ve makarnalık (*Triticum durum* L.) buğday çeşitlerinin Isparta ekolojik koşullarında verim ve bazı verim öğelerinin belirlenmesi. *Bitkisel Araştırma Dergisi*, 2: 27-34.
- Kaydan, D. ve Yağmur, M. 2008. Van ekolojik koşullarında bazı ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşitlerinin verim ve verim öğeleri üzerine bir araştırma. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 14(4): 350-358.
- Knott, D.R. and Talukdar, B. 1971. Increasing seed weight wheat its effect on yield, yield components and quality. *Crop Sci.*, 11(2): 280-283.
- Kırtok, Y. 1982. Çukurova'nın taban ve kıraç koşullarında ekim zamanı, azot miktarı ve ekim sıklığının iki arpa çeşidinde verim ve verim unsurlarına etkileri üzerine araştırmalar. *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13 (3): 3-4.
- Larienov, Y.S. 1975. The coefficient of ear yield in spring wheat. *Plant Breed. Abstr.*, 45(11): 704.
- Mut, Z., Aydın, N., Özcan, H. ve Bayramoğlu, H.O. 2005. Orta Karadeniz Bölgesi'nde ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) genotiplerinin verim ve bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(2): 85-93.
- Okuyama, L.A., Federizzi, L.C. and Neto, J.F.B. 2004. Correlation and path analysis of yield and its components and plant traits in wheat. *Ciencia Rural*, Santa Maria, 34(6): 1701-1708.
- Peterson, R.G. 1994. *Agricultural field experiments design and analysis*. Marcel Dekker Inc., 409.
- Raciniski, T. 1971. Combining ability of Bezostaya-I in breeding for productiveness. I. Genetic correlation between individual quantitative characters of the hybrid plant and productiveness of the ear. *Plant Breed. Abstr.*, 41(1): 78.
- Sağlam, N. 1992. Trakya koşullarında beş makarnalık buğday çeşidinde farklı azotlu gübre dozları ve verilme zamanlarının verim ve kalite üzerine etkileri. Doktora Tezi, Trakya Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı.
- Salamini, F., Özkan, H., Brandolini, A., Schafer-Pregl, R. and Martin, W. 2002. Genetics and geomorphology of wild cereal domestication in the neareast. *Genetics*, 3: 429-441

- Özen, S. ve Akman, Z. 2015. Yozgat ekolojik koşullarında bazı ekmeklik buğday çeşitlerinin verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10(1): 35-43.
- Sakin, M.A., Naneli, İ., Göy, A.G. ve Özdemir, K. 2015. Bazı ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşitlerinin Tokat-Zile koşullarında verim ve verim komponentlerinin belirlenmesi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 32(3): 119-132.
- Şahin, M., Aydoğan, S. ve Göçmen Akçacık, A. 2008. Konya şartlarına uygun ekmeklik buğday genotiplerinin tane verimi ve bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Bitkisel Araştırma Dergisi*, 1: 1-6.
- Özkan, H., Brandolini, A., Schafer-Pregl, R. and Salamini, F. 2002. AFLP analysis of a collection of tetraploid wheats indicates the origin of emmer and hard wheat domestication in South East Turkey. *Molecular Biology and Evolution*, 19(10): 1797-1801.
- Özkan, H., Brandolini, A., Pozzi, C., Effgen, S., Wunder, J. and Salamini, F. 2005. A reconsideration of the domestication geography of tetraploid wheats. *Theoretical and Applied Genetics*, 110(6): 1052-1060.
- Öztürk, İ., Avcı, R., Turhan, K. ve Beşer, N. 2009. Trakya Bölgesi'nde üretilen bazı ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşitlerinin verim ve verim unsurları ile bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Bitkisel Araştırma Dergisi*. 2: 19-26.
- Tayyar, Ş. ve Gül, M.K. 2008. Evaluation of 12 bread wheat varieties for seed yield and some chemical properties grown in Northwestern Turkey. *Asian J. of Chemistry*, 20(5): 3715-3725.
- Tosun, O. ve Yurtman, N. 1973. Ekmeklik buğdaylarda (*Triticum aestivum* L. Em Thell) verime etkili morfolojik ve fizyolojik özellikler. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yıllığı*. 23: 418-434.
- Tunca, Z.Ş. 2012. Bazı buğday çeşitlerinin adaptasyon kabiliyeti, agronomik ve fizyolojik özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Osmangazi Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı.
- Turan, İ. 2008. Kahramanmaraş koşullarında bazı buğday, arpa ve tritikale çeşitlerinin verim ve verim özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı.
- Uluöz, M. 1965. Buğday, un ve ekmek analiz metodları. *Ege Üni. Ziraat Fakültesi Yayınları*. 57.
- Usta, T. 2016. Kırşehir ekolojik koşullarında bazı ekmeklik buğday çeşitlerinin (*Triticum aestivum* L.) verim ve verim öğelerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Ahi Evran Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı.
- Yürür, N., Tosun, O., Eser, D. ve Geçit, H.H. 1981. Buğdayda ana sap verimi ile bazı karakterler arasındaki ilişkiler. Bilimsel Araştırma ve İncelemeler. *Ankara Üni. Zir. Fak. Yayınları*. 443-775.
- Yürür, N., Turan, Z.M. ve Çakmakçı, S. 1987. Bazı ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitlerinin Bursa koşullarında verim ve adaptasyon yeteneği üzerine araştırmalar. Türkiye Tahıl Sempozyumu. 6-9 Ekim 1987. Bursa, 59-69.
- Walton, P. D. 1972. Factor analysis of yield in spring wheat (*Triticum aestivum* L.) *Crop Sci.*, 12(6): 731-733.



Endemik *Verbascum linearilobum* türünde Gibberellik asit ve Potasyum Nitrat'ın Çimlenme ve Canlılık Üzerine Etkisi^A

Mine ERTEM^{1*}, Sait ADAK²

Öz: Bu araştırma, Ankara Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü bünyesinde bulunan Türkiye Tohum Gen Bankasında muhafaza edilen 'Mersin Pamukluk Barajında' su altında kalacak bitki örneği olan Sığır Kuyruğu Boluk olarak da bilinen endemik *Verbascum linearilobum* Hub.-Mor.'un uygun çimlenme koşulları ile canlı kalma yüzdesini tespit etmek amacıyla yapılmıştır. Türkiye florasında bulunan bitki genetik kaynakları giderek azalmakta, yok olmakta ya da tehdit altında bulunmaktadır. Ülkemizde *Verbascum*, içerdiği tür sayısı bakımından en büyük cinslerden biridir. Ancak teşhis ve taksonomisinde sorunlar olan bu cinsin, çimlenme fizyolojisi üzerine yapılan araştırmaların da çok kısıtlı olduğu bilinmektedir. *Verbascum linearilobum* türü EN (tehlike altında) kategorisinde yer almaktadır. Bu türün korunmasında fizyolojik çalışmaların yapılması, popülasyonun sürdürülebilirliği açısından büyük önem arz etmektedir. Türe ait tohumlar kullanılarak iklim odasında 25 °C sıcaklıkta, iki farklı ışık koşulu (aydınlık-karanlık ve karanlık) ile bitki büyüme düzenleyicilerden gibberellik asit (GA₃) ve potasyum nitrat (KNO₃) çözeltileriyle denemeler yapılmıştır. Çözeltilerin farklı derişimlerinde ve kontrol uygulamalarında; çimlenme yüzdesi (%), ortalama sürgün uzunluğu (cm), ortalama kök uzunluğu (cm) ve fide canlı yüzdesi (%) belirlenmiştir. Çimlendirme testlerinde farklı ortam ve bitki büyüme düzenleyicilerin kullanılması ile hem tür hakkında detaylı bilgiler elde edilerek alternatif yöntemler geliştirilmiş hem de tohum çimlenmesinde bir artış sağlanmıştır. Araştırma sonucunda, *Verbascum linearilobum*'da en yüksek toplam çimlenme yüzdesi % 85 oranında aydınlık-karanlık ortamda bulunan GA₃'in

^A Bu çalışma TAGEM /1716 no'lu proje kapsamında araştırma ve yayın etiğine uygun olarak yapılmış ve etik kurul izni gerektirmemektedir.

* **Sorumlu yazar (Corresponding author):** ¹Mine ERTEM, Ankara Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, 06170 Yenimahalle/Ankara, Türkiye, mineertem@gmail.com, **OrcID** 0000-0002-7374-7258.

² Sait ADAK, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, 06110 Keçiören/Ankara, Türkiye, adak@agri.ankara.edu.tr. **OrcID** 0000-0002-0154-3328.

100 ppm derişiminden elde edilmiştir. En yüksek fide canlı yüzdesi de % 75 oranında aynı koşulda tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çimlenme, endemik, GA₃, KNO₃, *Verbascum linearilobum*.

Effects on Germination and Viability of Gibberellic Acid and Potassium Nitrate on Endemic *Verbascum linearilobum* species

Abstract: This research was aimed to determine the survival percentage with appropriate germination conditions of endemic *Verbascum linearilobum* Hub.-Mor. also known as Cattle Tail Boluk, an example of a plant that will be inundated in Mersin Pamukluk Dam is conserved at Turkey Seed Gene Bank, Field Crops Central Research Institute Plant genetic resources in the flora of Turkey are gradually decreasing, disappearing or under threat. *Verbascum* is one of the largest genera in our country in terms of the number of species it contains. However, it is known that the studies on germination physiology of this genus, which has problems in its diagnosis and taxonomy, are very limited. *Verbascum linearilobum* species considered as EN (endangered) category. Physiological studies for the conservation of this species are of great importance in terms of the sustainability of the population. Using seeds belonging to the species, experiments were carried out with two different light conditions (light-dark and dark) at 25 °C temperature in the climate chamber, and plant growth regulators gibberellic acid (GA₃) and potassium nitrate (KNO₃) solutions. In different concentrations of solutions and control applications; germination percentage (%), average shoot length (cm), average root length (cm) and seedling viability percentage (%) were determined. By using different media and plant growth regulators in germination tests, detailed information about the species was obtained and alternative methods were developed and an increase in seed germination was achieved. As a result of the research, the highest total germination percentage in *Verbascum linearilobum* was obtained from 100 ppm concentration of GA₃ in 85% light-dark environment. The highest seedling viability percentage was determined at the rate of 75% under the same condition.

Keywords: Germination, endemic, GA₃, KNO₃, *Verbascum linearilobum*.

Giriş

Verbascum L. cinsi Scrophulariaceae (Sıracautugiller) familyasındandır. Bu cins, Dünya çapında 360 türle (Heywood, 1993), Türkiye'de ise 243 tür (129 melez dahil) ile temsil edilmektedir. Yapılan araştırmalar sonucunda, 193 endemik tür sayısına sahip olan bu cinsin endemizm oranının çok yüksek olduğu belirlenmiştir (Huber-Morath, 1978; Davis ve ark., 1988; Vural ve Aydoğdu., 1993; Karavelioğulları ve ark., 2011).

Verbascum yaprak, kök ve çiçekleri ile eski çağlardan beri antiseptik, analjezik, antihistaminik, antikanser, antioksidan, antiviral, bakteristat, kardiyodepresan, östrojenik, fungusit, hipnotik ve yatıştırıcı olarak tıbbi amaçlı kullanılan cinsler arasında yer almaktadır (Null ve Null, 1972). Bu cins, izole edilen flavonoid (Afifi ve ark., 1993; alkaloidler (Drandarov ve Hais, 1997), iridoid glikozitler (Tatlı ve ark., 2004), feniletanoidler (Akdemir ve ark., 2004) ve saponinler (Karamian ve Ghasemlou, 2014) olmak üzere çeşitli bileşiklerin varlığıyla da bilinir. Bunun dışında halk arasında damar sertliği, romatizma, şeker ve akciğer hastalığı, kulak ağrısını tedavi etmede tıbbi amaçlı olarak da kullanılmıştır (Baytop, 1999).

Türkiye’de 12.000 civarında bitki taksonunun yaklaşık 1/3’ünü endemik tür sayısı oluşturmaktadır. Buna karşılık, Avrupa ülkelerinde 12.000 bitki türünün 2.500’ünü endemik bitkiler oluşturmaktadır. Endemik bitkilerin dar ve sınırlı yayışa sahip olmaları nedeniyle, bu bitkilerin korunmaları konusunda çok ciddi çalışmalar yürütülmüştür.

Türkiye Bitkiler Kırmızı Kitabında *Verbascum lineariloum* (Boiss.) Hub.- Mor. hem tür hem de habitat açısından özel bir koruma statüsü gerektiren türler arasında yer almaktadır. Bu tür floristik çalışmalar sonucunda, yüksek risk altında ve gelecekte popülasyonları zarar görebileceği düşünülen bitki taksonlarından EN kategorisinde (tehlikede) yer almaktadır (Ekim ve ark., 2000). Ülkemizde *Verbascum* cinsi, tür teşhisinin zorluğu, türe ait hibridizasyon oranı ve endemizm oranının yüksek olması nedeniyle akademik çalışmalara konu olmuştur.

Günümüzde ülkemizde yetişen özellikle endemik ve nadir endemiklerin gelecek nesillere aktarılmasını tehlikeye düşüren birçok faktör bulunmaktadır. Özellikle çok nadir endemik bitkilerin yaşadığı yerlerde; tarım alanlarının genişletilmesi ve aşırı otlatma, sanayileşme ve şehirleşme, çorak (tuzcul) alanların ıslahı, kullanım amacı ile doğadan toplamlar, bilinçsiz pestisit kullanımı, yangınlar ve ağaçlandırma çalışmalarının yapılması bu türlerin gelecekte yok olma tehlikesi altında kalmasına neden olmaktadır (Ekim ve ark., 2000).

Türkiye Tohum Gen bankasında (TTGB) depolanan tohumların veya bitki materyallerinin tarlaya ekildiğinde bitki üretebilmesi çok önemlidir. Depolamanın başlangıcında tohumlar yüksek yaşama kabiliyetine sahip olmalı ve depolama süresince de bu özelliği muhafaza edilmelidir. TTGB’nda, FAO standartlara göre tohum canlılığı % 85 veya üzeri olmalıdır. Ancak endemik ve yabani türlerde çimlenme sorunundan dolayı daha düşük bir canlılık yüzdesi kabul edilebilir (FAO, 2013).

Çimlenme, yabancı otların ve kültür bitkilerin yaşam döngüsünde kritik bir aşamadır ve genellikle popülasyon canlılığını kontrol eder (Keller ve Kollmann, 1999). Tohum çimlenmesi su, sıcaklık, oksijen ve ışık gibi çevresel faktörlerin yanında bitki tür ve çeşitlere göre de değişim göstermektedir. Bazı durumlarda tohumların yapısından (iç ve dış) kaynaklanan nedenlerden dolayı, tohumların çimlenme ve çıkışlarında gecikmeler yaşanmaktadır. Bu sorunun giderilmesinde tohumlara ekim öncesi ön uygulamalar (priming) yapılmaktadır. Bunlar arasında en yaygın olanlar; potasyum nitrat, hidrojen peroksit, thiourea, oksinler, gibberellinler ve sitokininlerdir (Heydecker ve Coolbear, 1977).

Tohumlarda dormansinin ortadan kaldırılması ve çimlenmenin teşvik edilmesinde gibberellinlerin önemi büyüktür (Karakurt ve ark., 2010). Gibberellik asit (GA_3) derişimlerinin çimlenme üzerine önemli bir etkisi

olduğu bulunmuştur (Duman, 2006). Yapılan çalışmalarda, tohum çimlenmesinde kullanılan GA₃ hormonunun α-amilaz aktivitesini artırarak çimlenmeyi başlattığı bildirilmiştir (Wurzbürger ve Leshem, 1974). Ayrıca, çimlenme çalışmalarında tohumlara dışardan uygulanan GA₃ (gibberellik asit), dormant durumdaki tohumlarda çevre uyaranlarının (ışık ve sıcaklık) yerine geçerek embriyo büyümesini sağlayarak çimlenmeyi teşvik ettiği de ileri sürülmüştür.

Yapılan araştırmalar sonucunda GA₃'in tohum çimlenmesini arttırdığı bilinmesine rağmen, kullanılan yöntem ve derişime bağlı olarak çimlenmeyi engelleyebileceği de bildirilmiştir. Bu nedenle her tür için uygun derişim ve yöntem farklılığının ayrı incelenmesi sonucuna varılmıştır (Baskin ve Baskin, 2014).

Verbascum linearilobum çalışması, karanlık ve aydınlık-karanlık ışık koşulu ile GA₃ ile KNO₃'ün farklı derişimlerinin tohum çimlenmesi ve fide gelişimi üzerine olan etkisini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Araştırmada, 2012 yılında Türkiye Tohum Gen Bankası'na (TTGB) gönderilen ve muhafaza odasında aktif koleksiyon (+5 °C) olarak korunan *Verbascum linearilobum* endemik türü materyal olarak kullanılmıştır. Bu çalışma, TTGB'nin Tohum Fizyoloji Laboratuvarında 2019 tarihinde yapılmıştır.

Çimlendirme testlerinde kullanılan petri kapları, filtre kağıtları, cam pipetler alüminyum folyoya sarılarak, 121 °C'de otoklavda 15 dakika steril edilmiştir. Tohumlar uygulama öncesinde % 10'luk sodyum hipoklorid ile 1-2 damla tween içinde 5 dk bekletildikten sonra, 4-5 kez saf su ile yıkanmıştır.

Araştırmada, *Verbascum linearilobum* türü tohumlarının çimlendirme çalışmasında, GA₃ ve KNO₃ hormonunun aydınlık-karanlık ve karanlık uygulaması olmak üzere iki farklı deneme kurulmuştur.

1) GA₃ uygulaması:

a) Aydınlık- karanlık ortam (16 saat aydınlık /8 saat karanlık): Bu ortamda tohumlar, GA₃ hormon derişimleri (100 ppm, 200 ppm, 300 ppm, 400 ppm, 500 ppm) ve kontrol grubuna ayrılarak çimlendirilmiştir.

b) Karanlık ortam (24 saat karanlık): GA₃ hormon derişimleri (100 ppm, 200 ppm, 300 ppm, 400 ppm, 500 ppm) ve kontrol grubuna ayrılarak çimlendirilmiştir.

2) KNO₃ uygulaması:

a) Aydınlık- karanlık ortam (16 saat aydınlık /8 saat karanlık): KNO₃ hormon derişimleri (100 ppm, 200 ppm, 300 ppm, 400 ppm, 500 ppm) ve kontrol grubuna ayrılarak çimlendirilmiştir.

b) Karanlık ortam (24 saat karanlık): KNO₃ ve kontrol grubu kullanılmıştır. Hormon derişimleri (100 ppm, 200 ppm, 300 ppm, 400 ppm, 500 ppm) ve kontrol grubuna ayrılarak çimlendirilmiştir.

Verbascum linearilobum türünde, GA₃ ve KNO₃ hormonlarından ayrı olarak hazırlanan stok çözelti seyreltildikten sonra denemede kullanılmıştır.

GA₃ ve KNO₃ Derişimlerinin Hesaplanması

GA₃ derişimi

500 mg gibberellik asit (GA₃) 1 litrede çözümlenerek, daha düşük konsantrasyonlarda bu çözeltilerden 400, 300, 200, 100 ppm'e seyreltilerek hazırlanmıştır.

KNO₃ derişimi

500 mg potasyum nitrat (KNO₃) 1 litrede çözümlenerek, daha düşük konsantrasyonlarda bu çözeltilerden 400, 300, 200, 100 ppm'e seyreltilerek hazırlanmıştır.

Çimlenme yüzdesi (%)

İklim odasında 25 °C sıcaklıkta 10. günün sonunda aydınlık-karanlık ve karanlık ortamda çimlenen tohum sayısının kullanılan toplam tohum sayısına bölünerek çimlenme yüzdesi (%) hesaplanmıştır.

Araştırma sonucunda elde edilen çimlenme yüzdesi; çimlenen tohum sayısının toplam tohum sayısına bölümünün yüz ile çarpımından elde edilmiştir. Bu denemeden elde edilen çimlenme yüzdesinin formülü aşağıda verilmiştir (Erdoğan, 2008; Ologundudu ve ark., 2014).

Çimlenme yüzdesinin formülü:

$$\text{Ç.Y.} = (\text{G/T}) \times 100$$

G: Çimlenen tohum sayısını,

T: Kullanılan toplam tohum sayısı

Ç.Y.: Çimlenme yüzdesi

Sürgün uzunluğu (cm)

Verbascum linearilobum türünün 10. günün sonunda elde edilen sürgün uzunlukları (cm) cetvel yardımıyla ölçülmüştür.

Kök uzunluğu (cm)

Verbascum linearilobum türünde, 10. günün sonunda tohumdan elde edilen fidelerin kök uzunlukları (cm) cetvel yardımıyla ölçülmüştür.

Fide canlı yüzdesi (%)

Denemede kullanılan *Verbascum linearilobum* tohumlarından gelişen fideler 2:1 oranında steril toprak: torf karışımı saksılarda (5x5 cm) 10 gün bekletildikten sonra fide canlılık yüzdeleri (%) hesaplanmıştır.

Çimlendirme testi

Denemede, GA₃ ve KNO₃ hormonlarından ayrı ayrı hazırlanan farklı derişimli iki tip (100 ppm, 200 ppm, 300 ppm, 400 ppm, 500 ppm) çözeltileri kullanılmıştır. Çift katlı çimlenme kağıdı (filtre kağıdı) 5 ml oranında çözeltilerle nemlendirilmiştir. Muamele uygulanmayan kontrol grubuna 5 ml oranında saf su uygulaması yapılmıştır. Nemlendirilen kağıtların üzerine 10 adet tohum yerleştirilmiştir. Tohumların üzeri tek katlı çimlenme kağıdı ile kapatılmıştır. Her bir petrinin etrafı nem kaybını önlemek için parafilm ile çevrilmiştir.

Tohumlar 10 gün boyunca iklim odasında 25 °C sıcaklıkta, aydınlık-karanlık (16 saat aydınlık/ 8 saat karanlık) ve karanlık ortam (24 saat karanlık) olmak üzere iki farklı ortamda çimlenmeye alınmıştır.

Karanlık ortamda, petrilere yerleştirilen tohumlar aydınlık-karanlık ortamdaki farklı olarak, ışığı almayacak şekilde iki katlı alüminyum folyo ile kapatılmıştır. Bu petrilere iklim odasında 25 °C sıcaklıkta 24 saat karanlık ortamda çimlenmeye bırakılmıştır. Araştırmada, tohum çimlenmesinin 10. gününde canlılık (çimlenme yüzdesi, kök ve sürgün uzunlukları) kriterleri değerlendirilmiştir. Bu süre sonunda toplam çimlenen tohumlar sayılmış ve 2 mm kökçük uzunluğuna sahip tohumlar çimlenmiş olarak kabul edilmiştir (Kaçal ve ark., 2020).

Yapılan araştırma tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekerrürlü ve her bir tekerrürde 10 tohum (96 petri) olacak şekilde kurulmuştur. Araştırma sonuçlarının varyans analizinde Mstat-C (1979) bilgisayar paket programı kullanılmış, farklılık Duncan önem testine göre yapılmıştır (Düzgüneş, 1987). İstatistik analizden önce, yüzde oranlarda açı transformasyonu kullanılarak, orijinal veriler için $y = \arcsin x \times 100$ 'e dönüştürülmüştür (Wang ve ark., 2019).

İklimde alıştırma

İklim odasında iki farklı ortam (aydınlık-karanlık ve karanlık) ve farklı derişimlerde çimlenen tohumlardan elde edilen fideler, 121 °C'de steril edilmiş 2:1 oranında toprak: torf: karışımı (5x5 cm) saksılara aktarılmıştır. Bu saksılar magenta içerisine alınarak üzerleri kapakla kapatılmıştır. Bu şekilde fidelerin 10 gün boyunca ortama alışmaları sağlanmıştır. Bu süre sonunda canlı kalan fide sayıları sayılarak fide canlı yüzdesi hesaplanmıştır. Araştırmadan elde edilen fideler 6. ayın sonunda ex-situ koruma için Türkiye Milli Botanik Bahçe'sine aktarılmıştır.



Resim 1. *Verbascum linearilobum* türünde çimlenme çalışması



Resim 2. *Verbascum linearilobum* türünün çimlenme ve fide gelişim aşamaları



Resim 3. *Verbascum linearilobum* türünde dış ortama alıştırma aşaması

Bulgular ve Tartışma

Verbascum linearilobum türünün, GA₃ ve KNO₃ hormonlarından farklı derişimli iki ayrı çalışmanın, aydınlık-karanlık ve karanlık ortamlarda yapılan uygulama sonuçlarının istatistiksel karşılaştırılmaları yapılmıştır.

Gibberellik asit (GA₃) Derişimli Deneme

GA₃ derişimlerinin çimlenme yüzdesi (%)

Verbascum linearilobum endemik türünde, aydınlık-karanlık ve karanlık ortamlarda GA₃'in (gibberellik asit) farklı derişimleri (100-200-300-400 ve 500 ppm) ve kontrol grubu uygulamaları karşılaştırılmış ve çimlenme yüzdesi üzerine etkileri Çizelge 1'de verilmiştir. Buna göre, GA₃ hormon uygulamasının çimlenme yüzdesi üzerine etkisi istatistiksel olarak p<0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 1. *Verbascum linearilobum* türünde farklı ortamlarda GA₃ derişimlerinin çimlenme yüzdesi (%) ortalamaları

HORMON DERİŞİMLERİ	ORTAMLAR		
	A-K	K	Ortalama
Kontrol	55.0	37.5	46.2 B
GA ₃ - 100 ppm	85.0	57.5	71.2 A
GA ₃ - 200 ppm	75.0	65.0	70.0 A
GA ₃ - 300 ppm	75.0	65.0	70.0 A
GA ₃ - 400 ppm	70.0	70.0	70.0 A
GA ₃ - 500 ppm	67.0	72.5	70.0 A
ORTALAMA	71.2 a	61.2 b	
Önemlilik	**		

Duncan testine göre 0.05 önem düzeyinde farklı ortalamalar ayrı harflerle gösterilmiştir.

**p < 0.01

Verbascum linearilobum türünün ortalama çimlenme yüzdesi % 46.2-71.2 arasında değişmiştir. Çalışmamızda, GA₃'in tüm derişimleri (100 ppm, 200 ppm, 300 ppm, 400 ppm ve 500 ppm) aynı istatistiki grupta yer almış, ancak bu derişimler arasında en yüksek çimlenme yüzdesi (% 85.0) aydınlık-karanlık ortamın GA₃ hormonunun 100 ppm, derişiminden elde edilmiştir. En düşük çimlenme yüzdesi karanlık ortamın kontrol (saf su) grubunda (% 37.5) görülmüştür (Çizelge 1). Çalışmamızda, aydınlık-karanlık ortamda uygulanan GA₃ hormonunun çimlenme oranını artırması, çimlenmede ışık faktörü yanında hormonların da etkili olduğunu göstermektedir.

Erdemli ve Kaya (2015), tohumların çimlenme koşullarını belirlemek için yaptıkları çalışmada en yüksek çimlenme yüzdesi (% 99) 100 ppm GA₃ dozundan elde edilirken, en düşük çimlenme yüzdesi (% 69) saf su uygulanan tohumlardan elde edilmiştir. Tohum çimlenmesinde farklı ışık koşullarında yapılan bu çalışma sonucunda, aydınlık-karanlık ortamın çimlenme yüzdesi karanlık ortama göre daha yüksek ve istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.01).

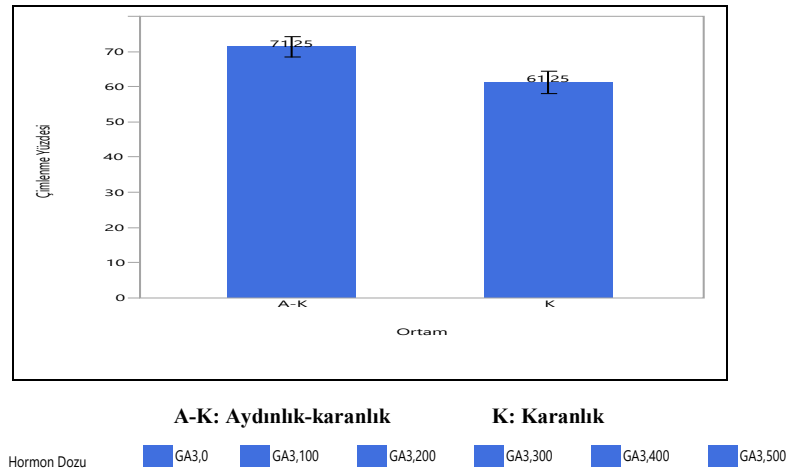
Gibberellik asit (GA₃) hormonunun, tohumlarda dormant durumun kırılmasını sağlayarak, çimlenmenin uyarılmasında önemli bir rol oynadığı belirlenmiştir (Baktır, 2010). Sozzi ve Chiesa (1995), *Capparis spinosa* L. (Kebere) türünde dormant durumunun kırılmasında, en yüksek tohum çimlenmesini konsantre H₂SO₄ (sülfürik asitte) 20 dakika bekletildikten sonra, 100 ppm GA₃ (gibberellik asit) 'te 90 dakika bekleterek elde etmişlerdir.

Wahid ve ark. (2008), Ayçiçeği tohumlarına uygulanan 150 ppm GA₃ dozunun çimlenme yüzdesi ve bitki boyunu arttırdığı bildirilmiştir. Pallavi ve ark. (2010), maksimum fide gücü indeksinin elde edilmesinde GA₃'in 100 ppm derişim uygulamasının daha etkili olduğunu bulmuşlardır.

Demirezen Yılmaz ve Aksoy (2007), *Rumex scutatus* L. tohumlarında yaptığı bir çalışmada, çimlenme yüzdesinin artmasında ışığın önemli bir rol oynadığı bulunmuştur. Tohum çimlenmesinde farklı ışık koşullarında yaptığımız çalışma sonucunda, aydınlık-karanlık ortamın çimlenme yüzdesinin karanlık ortama göre daha yüksek ve istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır (p<0.01). *Verbascum linearilobum* türünde, ışık uygulamasından elde ettiğimiz çimlenme sonuçlarının karanlık ortamdaki daha yüksek çıkması çalışmamızla paralellik göstermektedir.

Cirak ve ark. (2004), *Hypericum* türlerinde 2400 lüks ışık şiddeti ve 12/12 saat fotoperiyot altında en yüksek çimlenme oranını elde edildiğini ve çimlenmede en önemli faktörün ışık olduğunu belirtmişlerdir.

Oruç (2012), *Verbascum lydiium* bitkisinde, *in vitro* kuşullarda yapılan çimlenme çalışmasında ışık, besin ortamı ve sıcaklık koşullarında yapılan farklı uygulamalar sonucunda, ışığın çimlenme oranını önemli ölçüde etkilediği bulunmuştur. Yıldız ve ark. (2008), ışığın *L. iconicum* ve *L. lilacinum* türlerinde çimlenmeyi teşvik ettiğini saptamışlardır. Farklı ışık koşulları (aydınlık ve karanlık) ve 25 °C sıcaklık uygulanması sonucunda, aydınlık ortamın çimlenme oranını (% 63) karanlık ortama (% 30) göre daha fazla etkilediği bulunmuştur.



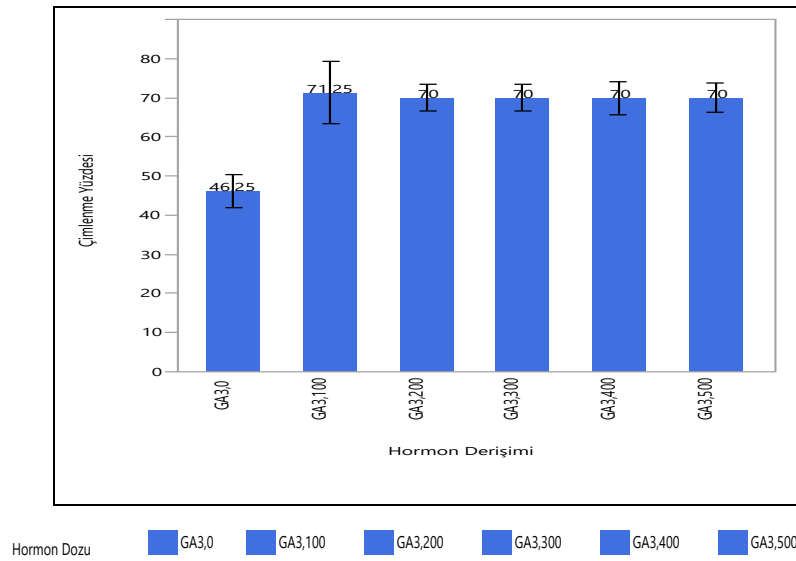
Şekil 1. *Verbascum linearilobum* türünde GA₃ derişimlerinin ortama göre çimlenme yüzdesi

Verbascum linearilobum tohumlarının aydınlık-karanlık ortamda çimlenme oranı (% 71.25), karanlık ortamın çimlenme oranına (% 61.25) göre daha yüksek ve istatistiksel olarak p<0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Işık ve ark. (2017), Altı *Verbascum* L. türünün farklı soğuk uygulama ve fotoperiyot süreçlerinin tohum çimlenme tepkileri incelenmiştir. *V. Dudleyanum* (% 30), *V. Natolicum* (% 65), *V. Serratifolium* (% 47) ve *V. Suworowianum* (% 90) on günlük soğuk uygulamadan sonra 22 °C sabit sıcaklıkta, 8 saat aydınlık/16 saat karanlık fotoperiyot uygulamasında en yüksek çimlenme oranları elde edilmiştir. *V. Orientale* (% 98) 48 saat soğuk uygulama ön işlemden sonra 8 saat aydınlık/16 saat karanlık fotoperiyot uygulamasında en yüksek

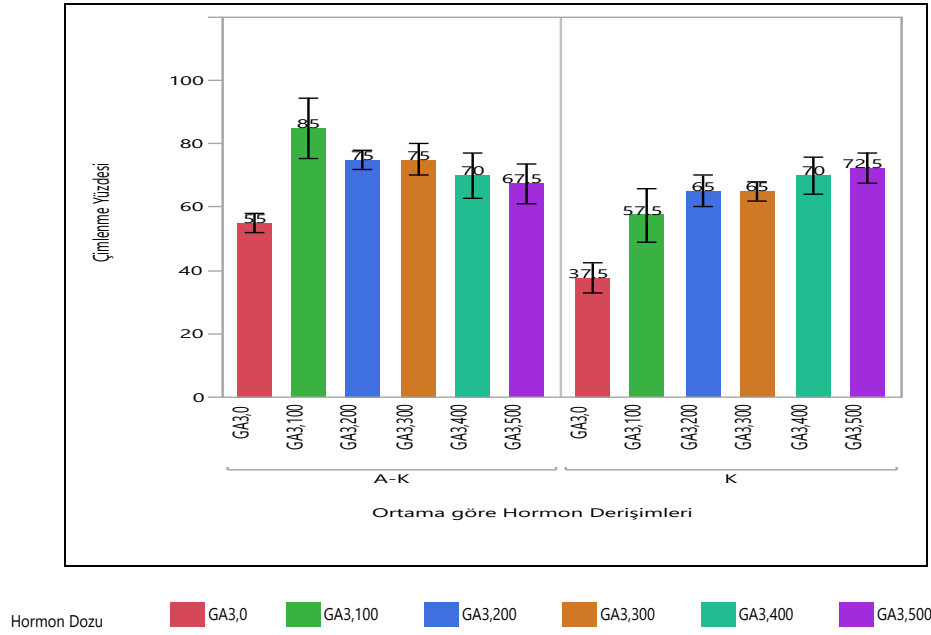
çimlenme yüzdesine sahipti. Buna karşılık, *V. Wiedemannianum* (% 87) türünde on günlük soğuk uygulamasından sonra en yüksek çimlenme yüzdesinin 16 saat aydınlık/8 saat karanlık ortamdan elde edilmesi çalışmamızla benzerlik göstermektedir. *Verbascum*'un fotoperiyot istekleri türlere göre değişmektedir. Bu nedenle, çimlenme çalışmalarında her tür için ayrı ön uygulama çalışmalarının yapılması gerekir.

Catara ve ark. (2016), Akdeniz bölgesinin farklı yerlerinden toplanan *Verbascum spp.* taksonları, sabit ve dalgalı sıcaklıklarda sürekli karanlık (D) ve aydınlık/karanlık (L/D; 12 saat fotoperiyot) ortamda çimlenme deneyleri yapılmıştır. Deneme sonucunda, sabit sıcaklık ve sürekli karanlık ortamda tohum çimlenmesinin azaldığı görülmüştür. Değişen aydınlık/karanlıkta en yüksek çimlenme oranları türe bağlı olarak 15 ile 30 °C (% 40-100) arasında gözlenmiştir. Çimlenme sırasında tohumlara uygulanan farklı fotoperiyotların çimlenme üzerinde etkili olduğu ve bu etkinin $p \leq 0,001$ düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir. Her ne kadar 16 saat aydınlık/ 8 saat karanlık fotoperiyodu bu türün tohumlarının çimlenmesini teşvik etse de, tohum çimlenmesini hızlandıran asıl faktörün on günlük soğuk uygulaması olduğu belirlenmiştir. Çalışmamızda, 25 °C sıcaklık ve sürekli karanlık (24 saat karanlık) ortamdan elde edilen tohum çimlenme oranı, 16 saat aydınlık/8 saat karanlık fotoperiyot uygulamasına göre daha düşük bir çimlenme oranı göstermesi bu çalışmayla paralellik göstermektedir.



Şekil 2. *Verbascum linearilobum* türünde GA₃ hormon derişimlerin çimlenme yüzdesi

Verbascum linearilobum türü GA₃ hormon derişimleri bakımından aynı istatistiki gruba girmekle beraber, en yüksek çimlenme yüzdesi GA₃'in 100 ppm derişiminden (% 71.25) elde edilmiştir. Buna karşılık, en düşük çimlenme yüzdesi kontrol (% 46.25) grubundan elde edilmiştir. Bu araştırmada kullanılan GA₃ hormon derişimlerinin kontrol grubuna göre daha yüksek ve istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır ($p < 0.01$).



Şekil 3. *Verbascum linearilobum* türünde ortama göre GA₃ derişimlerin çimlenme yüzdesi

Araştırmada en yüksek çimlenme yüzdesi aydınlık-karanlık ortamın 100 ppm GA₃ derişiminden (% 85) elde edilirken, en düşük çimlenme yüzdesi (% 37.5) karanlık ortamın kontrol grubundan elde edilmiştir.

GA₃ derişimlerinin sürgün uzunluğu

Verbascum linearilobum türünde farklı GA₃ derişimlerin, aydınlık-karanlık ve karanlık ortamlar altında ölçülen sürgün uzunluğundan elde edilen değerlerle yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, ortam ve hormon derişimi bakımından istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.01).

Yaptığımız çalışmada, ortalama sürgün uzunlukları bakımından en yüksek değer karanlık ortamdan (1.90 cm), en düşük değerse aydınlık-karanlık (0.70 cm) ortamdan elde edilmiştir. Hormon derişimleri bakımından incelendiğinde, en yüksek ortalama sürgün uzunluğu GA₃'in 300 ppm (1.44 cm) derişiminden elde edilirken, en düşük ortalama sürgün uzunluğu kontrol (0.94 cm) grubundan elde edilmiştir.

Baktır (2010), hücre boyunun uzamasında gibberellinlerin diğer hormonlara göre daha etkili olduğunu bildirmiştir. Erdemli ve Kaya (2015) yaptığı çalışmada, gibberellik asidin (GA₃) Ayçiçeği bitkisinde fide uzunluğunu arttırdığını tespit etmişlerdir. Akter ve ark. 2014, mısır bitkisinde yaptıkları çalışmada 150 mg-L derişimde kullanılan gibberellik asit'in (GA₃) bitki boyu artışına neden olduğunu saptamıştır. Araştırmamız sonucunda, *Verbascum linearilobum*'a uygulanan GA₃'in tüm derişimlerinde fide boyu kontrole göre daha yüksek bulunmuştur.

Verbascum linearilobum türünde sürgün uzunluğu ortam bakımından incelendiğinde, karanlık ortamdaki sürgün uzunluğunun (1.91 cm) aydınlık-karanlık ortama (0.70 cm) göre daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Yapılan bazı çalışmalarda, ışığın boğum arası ve bitki boyunu kısalttığı buna karşılık sap sağlamlığını arttırdığı

bulunmuştur (Eser, 1986). Bulgularımıza göre, karanlık ortamda gelişen fideler uzun boylu ve kırılğan özellik göstermiştir. Buna karşılık, aydınlık-karanlık ortamda gelişen fidelerin daha kısa ve sağlam sap yapısına sahip olması bakımından diğer çalışmalarla benzerlik göstermektedir.

GA₃ derişimlerinin kök uzunluğu

Verbascum linearilobum türünde farklı GA₃ derişimlerinin, aydınlık-karanlık ve karanlık ortamlar altında ölçülen kök uzunluğundan elde edilen değerlerle yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, ortam (p<0.05) ile hormon dozu ve hormon dozu x ortam interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.01).

Verbascum linearilobum'da farklı ortamların kök uzunluğuna etkilerini elde etmek için yapılan çalışmada, ortam bakımından en yüksek ortalama kök uzunluğu karanlık ortamdan (1.20 cm), en düşük değerse aydınlık-karanlık ortamdan (1.08 cm) elde edilmiştir.

GA₃ derişimlerinin fide canlı yüzdesi (%)

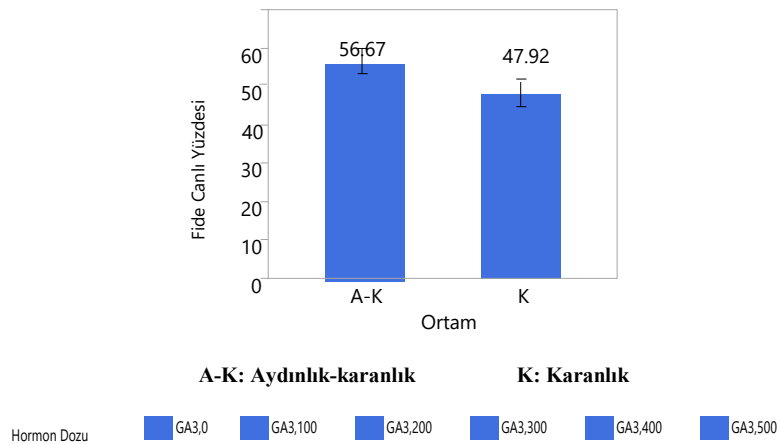
Çizelge 2. *Verbascum linearilobum* türünde fide canlı yüzdesinin farklı ortamlarda GA₃ derişim ortalamaları

HORMON DERİŞİMLERİ	ORTAMLAR		
	A1-K1	K1	Ortalama
GA3 - Kontrol	40.00	22.50	31.25 B
GA3 -100 ppm	75.00	37.50	56.25 A
GA3 -200 ppm	65.00	50.00	57.50 A
GA3 -300 ppm	65.00	57.50	61.25 A
GA3 -400 ppm	47.50	60.00	53.75 A
GA3 -500 ppm	47.50	60.00	53.75A
Ortalama	56.67	47.91	
Önemlilik	*		

Duncan testine göre 0.05 önem düzeyinde farklı ortalamalar ayrı harflerle gösterilmiştir.

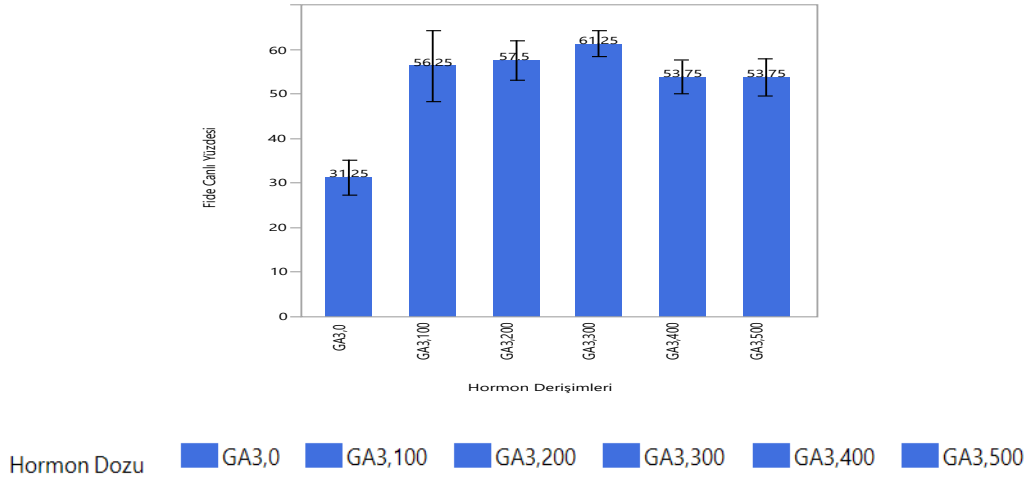
*P < 0.05

Verbascum linearilobum'un farklı ortamlarda GA₃ hormon derişimlerinin, en yüksek fide canlı yüzdesi aydınlık-karanlık ortamda GA₃'in 100 ppm (% 75) derişiminden elde edilmiştir.



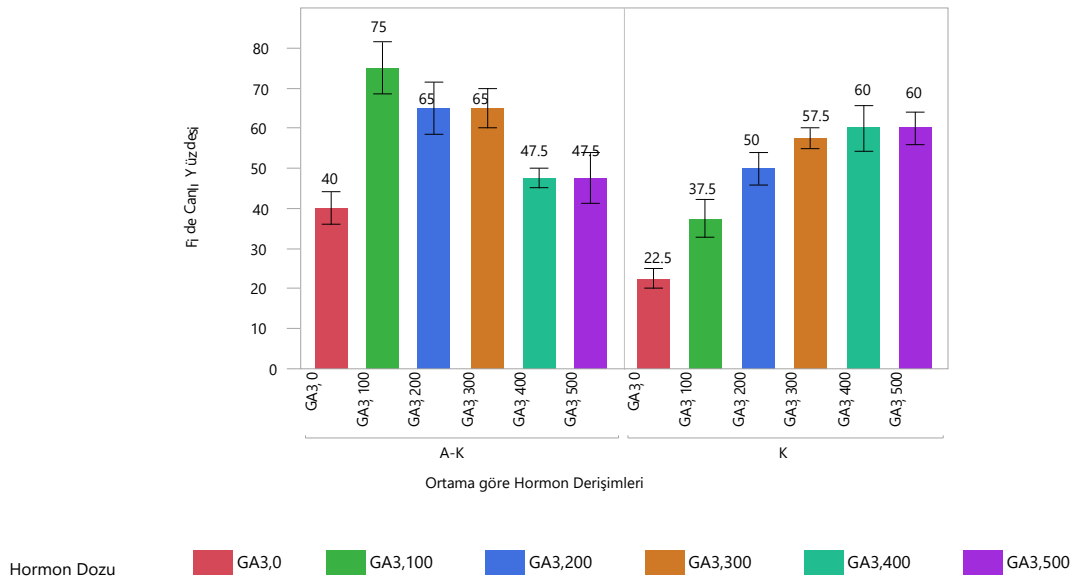
Şekil 4. *Verbascum linearilobum* türünde ortamlara göre fide canlı yüzdesi (%)

Ortam bakımından incelendiğinde, aydınlık-karanlık ortamın fide canlı yüzdesinin (% 56.67), karanlık ortama (% 47.92) göre daha yüksek olduğu bulunmuştur. *Verbascum linearilobum* türünde, aydınlık-karanlık ortamda GA₃'in kullanılması hem çimlenme hem de fide canlı yüzdesinde önemli bir artışa neden olmuştur.



Şekil 5. *Verbascum linearilobum* türünde GA₃ hormon derişimlerine göre fide canlı yüzdesi (%)

Hormon derişimi bakımından incelendiğinde, en yüksek fide canlı yüzdesi GA₃'in 300 ppm (% 61.25) derişiminden, en düşük değerse kontrol grubundan (% 31.25) elde edilmiştir (Şekil 5).



Şekil 6. *Verbascum linearilobum* türünde ortama göre hormon derişimlerinin fide canlı yüzdesi (%)

Ortam x hormon derişimi interaksiyonu incelendiğinde, en yüksek fide canlı yüzdesi aydınlık-karanlık ortamda GA₃'in 100 ppm (% 75) derişiminden, en düşük fide canlı yüzdesi karanlık ortamın kontrol (% 22.50) grubundan elde edilmiştir (Şekil 6).

KNO₃ Derişimli Deneme

KNO₃ derişiminin çimlenme yüzdesi (%)

Verbascum linearilobum türünde KNO₃ derişimlerinin, farklı ışık koşullarında (aydınlık-karanlık ve karanlık ortam) altında ölçülen çimlenme yüzdesinde elde edilen varyans analizi sonuçlarına göre, ortam ($p < 0.01$) ve hormon ile hormon derişimi x ortam interaksyonu bakımından istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).

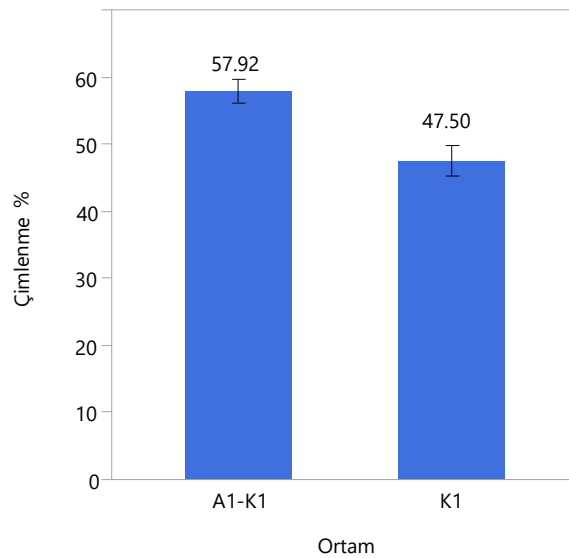
Citrullus lanatus'la yapılan çalışmada, KNO₃ veya GA₃'in tohum çimlenmesini uyardığı tespit edilmiştir (Ding ve ark., 2007). Başka bir çalışmada Zambak tohumlarına uygulanan %1.0 KNO₃ solüsyonunun çimlenme yüzdesini arttırdığı saptanmıştır (Gao ve ark., 2011). Çalışmamızda, çimlenme için tohumlara uygulanan KNO₃ hormonunun kontrol grubundan daha yüksek çıkması bakımından benzerlik göstermektedir.

Çizelge 3. *Verbascum linearilobum* türünde farklı ortamlarda KNO₃ derişimlerinin çimlenme yüzdesi (%) Ortalamaları

HORMON DERİŞİMLERİ	ORTAMLAR		
	A1-K1	K1	Ortalama
KNO ₃ - Kontrol	55.0	32.5	43.8 B
KNO ₃ - 100 ppm	60.0	40.0	50.0 AB
KNO ₃ - 200 ppm	60.0	50.0	55.0 A
KNO ₃ - 300 ppm	62.5	50.0	56.3 A
KNO ₃ - 400 ppm	57.5	55.0	56.3 A
KNO ₃ -500 ppm	52.5	57.5	55.0 A
ORTALAMA	57.9	47.5	
Önemlilik	**		

Duncan testine göre 0.05 önem düzeyinde farklı ortalamalar ayrı harflerle gösterilmiştir.

** : $p < 0.01$

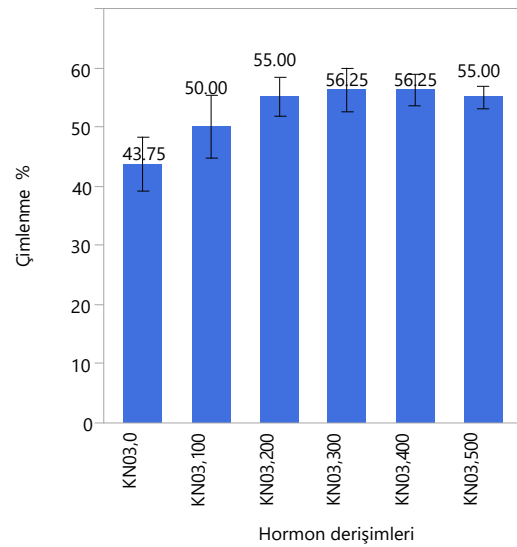


Şekil 7. *Verbascum linearilobum* türünde KNO₃ derişimlerinin ortamlara göre çimlenme yüzdesi (%)

Verbascum linearilobum türünde, KNO_3 derişimlerinin aydınlık- karanlık ortamdaki çimlenme yüzdesi (57.92 cm) karanlık ortama (47.50 cm) göre daha yüksek ve istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$).

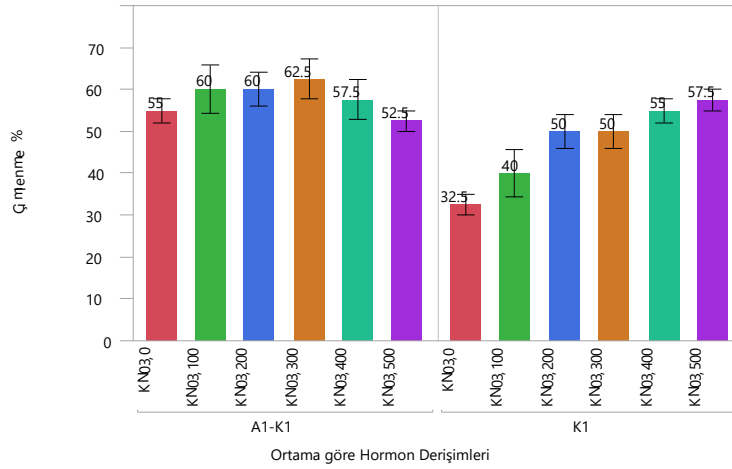
Yücel (1996a), tohum çimlenmesinde ışığın etkisi üzerine yapılan çalışmada, aydınlık-karanlık uygulamasının karanlık uygulamasına göre daha etkili olduğu bulunmuştur. Çimlenme üzerine yapılan başka bir çalışmada, ışığın çimlenme üzerinde önemli bir etkisi olduğu bildirilmiştir (Marzi, 1996; Yücel, 1996b).

Temel ve Tokur (2005), *Origanum* L. (Lamiaceae) taksonunda yaptıkları çimlenme çalışması sonucunda, aydınlık ortamın çimlenme yüzdesinin karanlık ortama göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Temel ve Ünver (2012)'in endemik *Limonium lilacinum* (Boiss. et Bal.)'un çimlenme özelliklerini belirlemek için aydınlık ve karanlık ortamda yaptıkları çalışmada; aydınlık ortamın (% 54) karanlık ortama (% 34) göre çimlenmeyi daha fazla teşvik ettiği bulunmuştur.



Şekil 8. *Verbascum linearilobum* türünde hormon derişimlerinin çimlenme yüzdesi (%)

Hormon derişimleri bakımından en yüksek çimlenme yüzdesi KNO_3 'ün 200 ppm (% 55.00) derişiminden elde edilirken, en düşük çimlenme yüzdesi kontrol (% 43.75) grubundan elde edilmiştir (Şekil 8).



Şekil 9. *Verbascum linearilobum* türünde ortamlarına göre hormon derişimlerinin çimlenme yüzdesi (%)

Çalışmamızda en yüksek çimlenme yüzdesi (% 62.50) aydınlık-karanlık ortamdaki, en düşük çimlenme yüzdesi karanlık ortamın kontrol (% 32.5) grubundan elde edilmiştir. Aydınlık-karanlık ortamda KNO₃ uygulamasının kontrol grubuna göre çimlenme oranı daha yüksek ve istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.01).

Puppala ve ark. (2002), bitki büyüme düzenleyici maddelerden biri olan KNO₃'ün tohum çimlenmesini uyarak çimlenmeyi arttırdığı bildirilmiştir. Kadis ve ark. (2010), *Teucrium divaricatum* ssp. *canescens* endemik bitkisinde, GA₃ ve KNO₃'ü iki ayrı uygulamanın tohumların çimlenme yüzdesini artırması bakımından çalışmamızla paralellik göstermektedir.

Ölmez ve ark. (2004), çimlendirme çalışmaları sonucunda, tohumların dormant durumunun kırılmasında Potasyum Nitratın (KNO₃) etkili olduğunu bildirmişlerdir. Shaykhi ve ark. (2015), *Kelussia odoratissima* tohumlarına uygulanan Potasyum Nitrat'ın stres koşullarına karşı savunma özelliği gösteren enzim aktivitesini arttırdığı tespit edilmiştir. Alboresi ve ark. (2005), Arabidopsis tohumunda kullanılan KNO₃ uygulamasının çimlenmenin teşvik edilmesinde önemli bir etkisi olduğu saptanmıştır.

KNO₃ derişimlerinin sürgün uzunluğu

Verbascum linearilobum türünde farklı ortamlarda (aydınlık-karanlık ve karanlık) ve değişik oranlarda uygulanan KNO₃ derişimlerinde, ortamların sürgün uzunluğundan elde edilen varyans analizi sonuçlarına göre, ortam, hormon derişimi ve hormon derişimi x ortam derişimleri bakımından istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.01).

Yaptığımız araştırmada, ortamlar bakımından en yüksek ortalama sürgün uzunluğu karanlık ortamdaki (1.92 cm) elde edilirken, en düşük ortalama sürgün uzunluğu aydınlık-karanlık (0.42 cm) ortamdaki elde edilmiştir.

Hormon derişimlerine göre en yüksek sürgün uzunluğu KNO₃ hormonunun 400 ppm (1.37 cm) derişiminden, en düşük ortalama sürgün uzunluğu kontrol (0.84 cm) grubundan elde edilmiştir.

Ortam x hormon derişim interaksyonu bakımından incelendiğinde, en yüksek ortalama sürgün uzunluğu oranı karanlık ortamın KNO₃'ün 400 ppm (2.33 cm) derişimleri, en düşük değerse aydınlık-karanlık ortamın kontrol grubundan (0.29 cm) elde edilerek, istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır (p<0.05).

Fraszczak (2012), dereotu türünde, farklı ışık koşulu (16 saat aydınlık /8 saat karanlık ve 24 saat aydınlık/24 saat karanlık) ve değişik sıcaklıkların (20 °C ve 25 °C) fide gelişimi üzerine etkisi incelendiğinde, 16 saat aydınlık /8 saat karanlık ortamdan en uzun bitki boyu elde edilmiştir.

KNO₃ derişimlerinin kök uzunluğu

Verbascum linearilobum'un farklı ortamlarda KNO₃ hormon derişimlerinin en yüksek ortalama kök uzunluğu 1.40 cm ile KNO₃'ün 200 ppm derişiminden, en düşük değerse 0.68 cm ile kontrol grubundan elde edilmiştir. Ortamlar bakımından en yüksek kök uzunluğu aydınlık-karanlık ortamdan (1.24 cm) elde edilirken, en düşük kök uzunluğu karanlık (1.02 cm) ortamdan elde edilmiştir.

Ortam x hormon interaksyonu bakımından en yüksek ortalama kök uzunluğu aydınlık-karanlık ortamda (1.63 cm) KNO₃'ün 200 ppm derişiminden elde edilirken, en düşük değer aydınlık-karanlık ortamın (0.55 cm) kontrol grubundan elde edilmiştir.

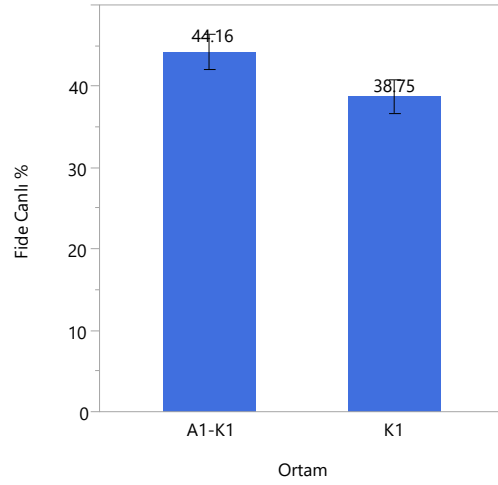
KNO₃ derişimlerinin fide canlı yüzdesi (%)

Çizelge 4. *Verbascum linearilobum* türünde fide canlı yüzdesinin farklı ortamlarda KNO₃ derişim ortalamaları

HORMON DERİŞİMLERİ	ORTAMLAR		
	A1-K1	K1	Ortalama
KNO ₃ - Kontrol	32.50	25.00	28.75 BC
KNO ₃ - 100 ppm	47.50	32.50	40.00 AB
KNO ₃ - 200 ppm	50.00	40.00	45.00 A
KNO ₃ - 300 ppm	52.50	42.50	47.50 A
KNO ₃ - 400 ppm	42.50	45.00	43.75 A
KNO ₃ -500 ppm	40.00	47.50	43.75 A
Ortalama	44.17	38.75	
Önemlilik	*		

Duncan testine göre 0.05 önem düzeyinde farklı ortalamalar ayrı harflerle gösterilmiştir

*: p<0.05

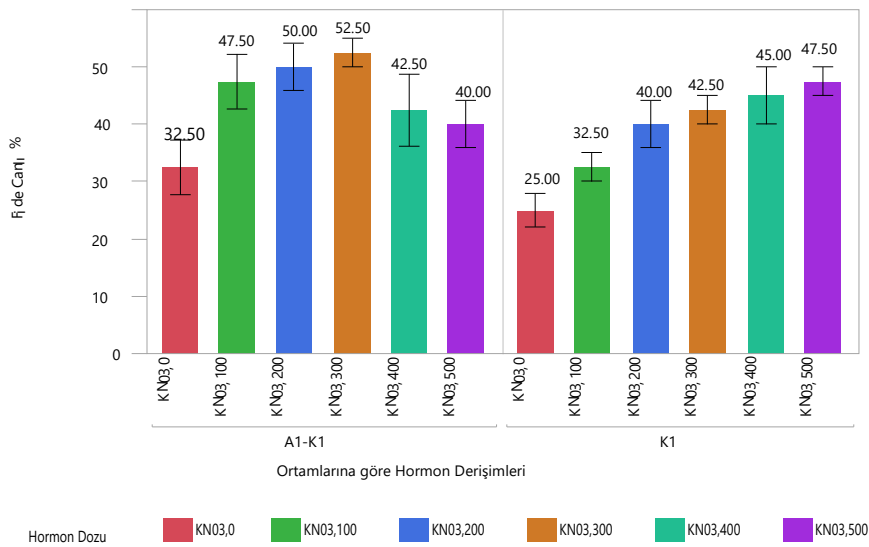


Şekil 10. *Verbascum linearilobum* türünde ortama göre fide canlı yüzdesi

Ortamlar bakımından en yüksek fide canlı yüzdesi, aydınlık-karanlık ortamdan (% 44.16) elde edilirken, en düşük fide canlı yüzdesi karanlık (% 38.75) ortamdan elde edilmiştir.

Yaptığımız çalışmada, hormon derişimleri bakımından en yüksek fide canlı yüzdesinin KNO_3 hormonunun 300 ppm (% 47.50) derişiminden elde edilirken, en düşük fide canlı yüzdesi kontrol (% 28.75) grubundan elde edilmiştir.

Ortam x hormon derişimi interaksiyonu bakımından en yüksek fide canlı yüzdesi aydınlık-karanlık ortamda (% 52.50) KNO_3 'ün 300 ppm derişiminden elde edilirken, en düşük değer karanlık ortamın (% 25.00) kontrol grubundan elde edilmiştir (Şekil 11). Çalışmamızda, aydınlık-karanlık ortamın fide canlı yüzdesinin karanlık ortamdan daha yüksek olması bu çalışmalarla benzerlik göstermektedir.



Şekil 11. *Verbascum linearilobum* türünde ortamlarına göre hormon derişimlerinin fide canlı yüzdesi (%)

KNO₃ hormonu; kontrol grubuna göre çimlenme, kök uzunluğu, fide canlılığı gibi parametrelerde başarısını sürdürmektedir. Ancak, yaptığımız çalışmada GA₃'in çimlenme ve canlılık üzerine etkisi KNO₃'e göre daha yüksektir. *Verbascum linearilobum* türünün çimlenme çalışmalarında, ışık ortamının karanlık ortama ve GA₃'in KNO₃ hormonuna etkisi daha fazla olmuştur.

Sonuç

Ülkemiz bitki genetik kaynakları bakımından zengin ülkeler arasındadır. Bu kaynaklar, tarım alanlarının genişletilmesi ve aşırı otlatma, tarımsal mücadele ve kirlilik, doğadan toplamalar ile iklimsel değişiklikler tarafından tehdit edilmektedir. Bu nedenle, bitki genetik kaynaklarının korunması ve gelecek nesillere saklanması büyük önem arz etmektedir.

Bu araştırma, Mersin Pamukluk Barajı'nda su altında kalacak bitki örneği olan *Verbascum linearilobum* Hub.-Mor. endemik türünün uygun çimlenme koşulları ile fide canlı yüzdesini tespit etmek amacıyla yapılmıştır. Araştırmada en yüksek çimlenme (% 85) ve fide canlı yüzdesi (% 75) aydınlık-karanlık ortamın 100 ppm GA₃ derişiminden elde edilmiştir.

Verbascum linearilobum endemik türüyle yapılan çalışmada, ışık ve hormon uygulamaları tohumlarda dormansiyi kaldırarak, kontrol (muamele uygulanmayan) gruba göre çimlenme ve fide canlı yüzdesinde önemli bir artışa neden olmuştur. Bu çalışmada, GA₃ uygulamasının tohum çimlenmesi (% 85) ve fide canlı yüzdesi (% 75) üzerine etkisi, KNO₃'ün tohum çimlenmesi (% 62.5) ve fide canlı yüzdesine (% 32.5) göre daha yüksek bulunmuştur.

Çimlenme sorunu olan *Verbascum* türleri için 16 saat aydınlık/ 8 saat karanlık fotoperiyod uygulamasının yeterli olabileceği sonucuna varılmıştır.

Bitki büyüme düzenleyicilerden olan GA₃ ve KNO₃ hormonları genelde tohum çimlenmesini teşvik etmektedir. Ancak bu etki her bitki türüne göre değiştiği için yapılan çalışmaların tür bazında yapılması gerekmektedir. Bu çalışma, canlılık oranı düşük olan türler açısından hem gelecekte yapılacak bilimsel araştırmalara yol göstermesi hem de genetik kaynakların sürdürülebilirliğine katkı vermesi bakımından büyük önem arz etmektedir.

Araştırma sonucundan elde edilen fideler, biyoçeşitliliğimizi koruma yöntemlerinden biri olan *ex-situ* (doğal yaşam alanı dışında koruma) koruma için Türkiye Milli Botanik Bahçesi'ne aktarılmıştır.

Teşekkür Bilgi Notu

Yapılan makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanarak, etik kurul izni gerektirmemektedir. Yazarların araştırmada makaleye katkısı eşit oranda olup, yazarlar arasında her hangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır. Bu araştırma, TAGEM/BBAD/Ü/20/A7/P9/1716 no'lu proje kapsamında gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmada desteğini esirgemeyen Ankara Üniversitesi Tarla Bitkileri Bölümü Öğretim Üyesi Prof. Dr. Melahat AVCI BİRSİN hocama çok teşekkür ederim.

Kaynakça

- Afifi, M. S. A., Ahmad, M. M., Pezzuto, J. M. and Kinghorn, D. 1993. Cytotoxic flavonolignans and flavones from *Verbascum sinaiticum* leaves. *Phytochemistry*, 34: 839.
- Akdemir, Z.S., Tatlı, I.I., Bedir, E. and Khan, I.A. 2004. Iridoid and phenylethanoid glycosides from *Verbascum lasianthum*. *Turkish Journal of Chemistry*, 28: 227–234.
- Akın, B. 2004. Dormansi kırıcı yöntemlerin yabancı ot tohumları üzerinde etkileri. Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji ABD, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, 53s.
- Akter, N., Islam, M.R., Karim, M.A. and Hossain, T. 2014. Alleviation of drought stress in maize by exogenous application of gibberellic acid and cytokinin. *J. Crop Sci. Biotech*, 17(1): 41-48.
- Alboresi, A., Gestin, C., Leydecker, MT., Bedu, M., Meyer, C. and Truong, H.N. 2005. Nitrate, a signal relieving seed dormancy in Arabidopsis, *Plant Cell Environ*, 28:500–512.
- Baktır, İ. 2010. Bitki Büyüme Düzenleyicileri Özellikleri ve Tarımda Kullanımları, Hasad Yayıncılık, İstanbul.
- Bani, B., Adıgüzel, N. and Karavelioğulları, F.A. 2010. A new species (*Verbascum turcicum* sp. nov., Scrophulariaceae) from South Anatolia, Turkey. *Annales Botanici Fennici*, 47: 489–492.
- Baskin, C. and Baskin, J.M. 2014. Seeds: Ecology, Biogeography, And Evolution Of Dormancy And Germination. Academic Press, San Diego, 150-162.
- Baytop, T. 1999. Türkiye’de Bitkiler ile Tedavi (Geçmişte ve Bugün), 2. Baskı. Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul.
- Catara, S., Cristaudo, A., Gualtieri, A., Galesi, R., Impelluso, C. and Onofri, A. 2016. Threshold temperatures for seed germination in nine species of *Verbascum* (Scrophulariaceae). *Seed Science Research*, 26 (1), 30-46.
- Cirak, C., Ayan, A.K., Kevseroğlu, K. and Caliskan, O. 2004. Germination rate of st. john’s worth (*Hypericum perforatum* L.) seeds exposed to different light intensities and illumination periods. *Journal of Biological Sciences*, 4 (3): 279-282.
- Davis, PH., Mill, RR. and Tan, K. (eds). 1988. Flora Of Turkey And The East Aegean Islands (Supplement). Vol. 10. Edinburgh Univ. Press, Edinburgh.
- Demirezen Yılmaz, D. ve Aksoy, A. 2007. *Rumex scutatus* L. (Polygonaceae) tohumlarının çimlenmesi üzerine farklı çevresel şartların fizyolojik etkileri. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 23 (1-2), 24-29.
- Ding, Q.L., Dang, X.M. and Zhan, Y.F. 2007. Effect of potassium nitrate and gibberellin solution soaking on mini-watermelon seed germination. *Journal of south china university of tropical agriculture*, 13: 14-16.

- Drandarov, K. and Hais, I.M. 1997. Separation of EZ isomeric macrocyclic spermine alkaloids of *Verbascum pseudonobile* and *Verbascum phoeniceum* and of their derivatives using thin-layer chromatography. *Journal of Chromatography*, 724: 416–423.
- Duman, İ. 2006. Domates tohumlarında çimlenme ve fide çıkışının iyileştirilmesi. Ege Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Bölümü. www.tuam.ege.edu.tr/dergi/dergi1/domates.
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O. ve Gürbüz, F. 1987. Araştırma ve Deneme Metodları (İstatistik metodları 11). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları:1021. Ders Kitabı, 295s.
- Ekim, T., Koyuncu, M., Vural, M., Duman, H., Aytaç, Z. ve Adıgüzel, N. 2000. Türkiye Bitkileri Kırmızı Kitabı (Red Data Book Of Turkish Plants). Türkiye Tabiatını Koruma Derneği, Ankara.
- Erdemli, H. ve Kaya, M. 2015. Ayçiçeğin (*Helianthus annuus* L.)’nde giberellik asit dozlarının verim ve abiyotik stres koşullarında çimlenme üzerine etkileri. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 24 (1):38-46.
- Erdoğan, G. 2008. Değişik kimyasal uygulamalarının farklı iskenderiye üçgül (*Trifolium alexandrinum* L.) çeşidi tohumlarının düşük sıcaklıktaki çimlenme ve çıkış performansları üzerine etkileri. Yüksek lisans Tezi, KSÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü (Basılmamış), Kahramanmaraş.
- Eser, D. 1986. Tarımsal Ekoloji. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları: 975. Ders Kitabı: 287. Ankara.
- FAO, 2013. Genebank Standards For Plant Genetic Resources For Food And Agriculture. Food And Agriculture Organization Of The United Nations, Rome.
- Fraszczak, B. 2012. The effect of changes in diurnal temperature and photoperiod on growth and yielding of garden dill grown in pots. *Acta Scientiarum Polonorum - Hortorum Cultus*, 11 (2), 217-228.
- Heydecker, W. and Coolbear, P. 1977. Seed treatments for improved performance-survey prognosis. *Seed Science and technology*, 5: 353-425.
- Heywood, V.H. 1993. Flowering Plants Of The World, Oxford Univ. Press, New York.
- Huber-Morath, A. 1978. *Verbascum* L. In: Davis [or Davis] PH. (ed.), Flora Of Turkey And The East Aegean Islands. Vol. 6, pp. 461-603. Edinburgh Univ. Press, Edinburgh.
- Isık, G., Karaveltoğlu, A. F., Yucel, E. and Celık, S. 2017. Seed germination responses of some *Verbascum* L. species to different cold-wet pre-treatments and photoperiod processes. *Bangladesh Journal of Botany*, 46 (3): 939-946.
- Kaçal, E., Çalışkan, O., Atak, A., Aydınli, M., Öztürk, G. ve Bayav, A . 2020. Karadut tohumlarının çimlenmesi üzerine prolin ve sıcaklık uygulamalarının etkileri. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 25 (2), 181-188. DOI: 10.37908/mkutbd.722437.
- Kadis, C., Constantinos, K. and Kyriacos, G. 2010. Seed germination and conservation of endemic, rare, and threatened aromatic plants of cyprus. *Israel Journal of Plant Sciences*, 58 (3-4): 251–261.

- Karakurt, H., Aslantaş, R. ve Eşitken, A. 2010. Tohum çimlenmesi ve bitki büyümesi üzerinde etkili olan çevresel faktörler ve bazı ön uygulamalar. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24 (2), 115-128. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ziraatuludag/issue/16756/174210>.
- Karamian, R. and Ghasemlou, F. 2014. Study of saponin contents from the aerial parts and roots of three *Verbascum* L. species. *Iranian Journal Biology*, 4: 23–30.
- Karavelioğulları, FA., Çelik, S., Başer, B. and Yavru, A. 2011. *Verbascum ergin-hamzaoglui* (Scrophulariaceae), a new species from South Anatolia, Turkey. *Turkish Journal of Botany*, 35: 275-283.
- Keller, M. and Kollmann, J. 1999. Effects of seed provenance on germination of herbs for agricultural compensation sites. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 72, 87–99.
- Marzi, V. 1996. Agricultural practices for oregano. Proceedings of the IPGRI international work shop on oregano, Ciheam, 61-67 pp, Valenzano (Bari).
- Null, G. and Null, S. 1972. Herbs For The Seventies. Robert Speller & Sons: New York; 129.
- Olmez, Z., Yahyaoglu, Z. and Ucler, A.O. 2004. Effects of H₂SO₄, KNO₃ and GA₃ treatments on germination of caper (*Capparis ovate* Desf.) seeds. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 7 (6): 879-882.
- Ologundudu, A.F., Adelusi, A.A. and Akınwale, R.O. 2014. Effect of salt stress on germination and early seedling growth of rice (*Oryza Sativa* L.). *Notulea Scientia Biologicae*, 6 (2), 237–243.
- Oruç, N. 2012. Türkiye Endemiği *Verbascum lyidium* var. *lyidium* bitkisinin *in vitro* çimlenmesi üzerine farklı ışık, sıcaklık ve besi ortamlarının etkileri ve elde edilen bitkileri doğaya aktarma çalışmaları. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 65 s., İzmir.
- Pallavi, H.M., Gowda, R., Shadakshari, Y.G. and Vishwanath, K. 2010. Study on occurrence and removal of dormancy in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Research Journal of Agricultural Sciences*, 1(4): 341-344.
- Puppala, N., James, L. and Fowler, L.J. 2002. Lesquerella seed pretreatment to improve germination. *Industrial Crops and Products*, 64-69.
- Shaykhi, A.H., Nassiry, B.M and Kachouei, M.A. 2015. Effect of some treatments on seed dormancy, germination and antioxidant enzymes of *kelussia odoratissima* mozaff. seeds. *Cercetari Agronomice in Moldova*, XLVIII 2 (162): 79-90.
- Sozzi, O.G. and Chiesa, A. 1995. Improvement of caper (*C. spinosa* L.) seed germination by breaking seed coat-induced dormancy. *Scientia Horticulturae*, 62: 255-261.
- Tatlı, I.I. and Akdemir, Z.S. 2004. Chemical constituents of *Verbascum* L. species. *Journal of Pharmaceutical Sciences (FABAD)* 29 (2): 93–107.
- Temel, M. ve Tokur, S. 2005. Bazı *Origanum* L. (Lamiaceae) taksonlarının tohum çimlenme davranışlarının belirlenmesi. *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6 (2), 219-224.
- Temel, M. ve Ünver, M. 2012. Endemik *Limonium lilacinum* (Boiss. et Bal.) wagenitz (plumbaginaceae)' un çimlenme özellikleri (011006) (49-52). *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 12 (1), 49-52.

- Ünal, O. 2003. Antalya için endemik olan *Origanum* L. (Lamiaceae) türlerinin bazı biyolojik ve ekolojik özelliklerinin saptanması üzerinde araştırmalar. Doktora Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Vural, M. and Aydoğdu, M. 1993. A new species from central Anatolia *Verbascum gypsicola* (Scrophulariaceae). *The Karaca Arboretum Magazine*, 2(2): 75-78.
- Wahid, A., Noreen, A., Basra, S.M.A., Gelani, S. and Farooq, M. 2008. Priming-induced metabolic changes in sunflower (*Helianthus annuus* L.) achenes improve germination and seedling grow. *Botanical Studies*, 49: 343-350.
- Wang, X., Zhaeng, H., Tang, Q., Mo, W. and Ma, J. 2019. Effects of gibberellic acid application after anthesis on seed vigor of indica hybrid rice (*Oryza sativa* L.). *Agronomy*, 9 (12), 861 <https://doi.org/10.3390/9120861>.
- Wurzburger, J. and Leshem, Y. 1974. The Role of gibberellin and the hulls in the control of germination in *aegilos kotshyi* caryopses. *Canadian Journal of Botany*, 52, p:1597-1601.
- Yıldız, M., Cenkeci, S. and Kargıoglu, M. 2008. Effects of salinity, temperature and light on seed germination in two Turkish endemic halophytes, *Limonium iconicum* and *L. lilacinum* (Plumbaginaceae). *Seed Science and Technology*, 36, 646-656.
- Yücel, E. 1996a. Türkiye'nin ekonomik değere sahip bazı bitkilerinin tohum çimlenme özellikleri üzerine bir araştırma. *Anadolu Üniversitesi Fen Fak. Dergisi*, 2, p:35-47.
- Yücel, E. 1996b. *Sideritis germanicopolitana* Bornm. subsp. *germanicopolina* ve *Sideritis germanicopolitana* Bornm. subsp. *viridis* Hausskn ex Bornm.'in tohum çimlenme özellikleri üzerine bir araştırma. *Anadolu Üniversitesi Fen Fakültesi Dergisi*, 2, p:65-73.



Malatya İli Kayısı Bahçelerinin Verimlilik Durumlarının Toprak Analizleri ile Değerlendirilmesi^A

Alper AKIN^{1*}, Fatih Cengiz AYGÜL²

Öz: Bu araştırmanın amacı, Malatya ilindeki kayısı bahçesi topraklarında, bazı bitki besin maddesi kapsamının ve bazı fiziksel özelliklerinin belirlenmesidir. Toprak numuneleri, il genelindeki 579 adet farklı bahçeden, koordinatları kaydedilerek, 0-30 cm derinlikten alınmıştır. Alınan örneklerde bünye, pH, toplam tuz, kireç, organik madde, yarayışlı mikro (Fe, Zn, Cu, Mn) ve makro (P, K, Ca, Mg) elementler analiz edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, Malatya ilindeki kayısı bahçesi topraklarının %69.1'ini killi tın, %16.4'ünü kil ve %14.5'ini tın bünyeli toprakların oluşturduğu tespit edilmiştir. Kayısı bahçelerinin %88.9'u hafif alkali ve %10.9'u nötr topraklar sınıfında bulunmuştur. İl genelindeki kayısı bahçesi topraklarında, tuzluluk problemi olmadığı belirlenmiştir. Organik madde kapsamı açısından, toprakların %93.8'i az ve çok az, %4.1'i orta, %2.1'i ise yüksek ve çok yüksek sınıfta yer almıştır. Kayısı bahçesi topraklarının %68.4'ü fazla ve çok fazla, %18.1'i orta, %13.5'i ise az kireçli olarak belirlenmiştir. Yarayışlı fosfor kapsamı bakımından, toprakların %53.2'sinin yüksek ve çok yüksek, %46.8'inin ise orta, az ve çok az sınıfta yer aldığı tespit edilmiştir. Ekstrakte edilebilir potasyum içerikleri bakımından ise, toprakların %94.8'i fazla sınıfta yer almıştır. Topraklarının tamamının ekstrakte edilebilir kalsiyum miktarları yeterli, fazla ve çok fazla düzeyinde bulunmuştur. Ekstrakte edilebilir magnezyum bakımından ise %97.2'si yeterli, fazla ve çok fazla düzeyindeyken %2.8'inin az düzeyinde olduğu belirlenmiştir. Yarayışlı demir, çinko ve mangan kapsamı bakımından Malatya ilindeki kayısı bahçesi toprakları sırasıyla %36.4'ü, %46.1'i ve %91.7'si az ve çok az sınıfta yer almıştır. Yarayışlı bakır içerikleri açısından ise noksanlık görülmemiştir. Sonuç olarak, bu veriler ışığında, ildeki kayısı bahçesi topraklarının

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

* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** ¹Alper AKIN, Gübretaş Ar-Ge Merkezi, Körfez, Kocaeli, Türkiye, aakin@gubretas.com.tr, [OrcID 0000-0002-2493-695X](https://orcid.org/0000-0002-2493-695X)

² Fatih Cengiz AYGÜL, Gübretaş Ar-Ge Merkezi, Körfez, Kocaeli, Türkiye, fcaygul@gubretas.com.tr, [OrcID 0000-0002-0320-555X](https://orcid.org/0000-0002-0320-555X)

organik madde kapsamının artırılması gerekmektedir. Ayrıca yüksek düzeydeki kireç kapsamı nedeni ile özellikle kloroz görülen alanlarda, demir içerikli gübrelere yapraktan uygulanması ve bitki besin maddesi noksanlıklarının görüldüğü bahçelerde, toprak analizlerine dayalı dengeli gübreleme programlarına yer verilmesi tavsiye edilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Bitki besin elementi, kayısı, toprak özellikleri.

Assessment of Fertility Status of Apricot Orchards in Malatya via Soil Analysis

Abstract: The aim of this research is to determine some plant nutrient contents and some physical properties in apricot orchard soils in Malatya. Soil samples were taken from 579 different orchards throughout the province at a depth of 0-30 cm by recording their coordinates. Soil texture, pH, total soil salinity, calcium carbonate, organic matter, available micro (Fe, Zn, Cu, Mn) and macro (P, K, Ca, Mg) elements were analyzed in soil samples. According to the results of the research, it has been determined that 69.1% of the apricot orchard soils in Malatya are clay loam, 16.4% are clay and 14.5% are loamy soils. 88.9% of the apricot orchards were found in slightly alkaline and 10.9% neutral Soils class. It has been determined that there is no salinity problem in the soils of the apricot orchards throughout the province. In terms of organic matter content, 93.8% of the soils were classified as low and very low, 4.1% as medium, 2.1% as high and very high category. It was determined that 68.4% of the apricot orchard soils are high and very high, 18.1% are medium and 13.5% are low calcareous. In terms of available phosphorus content, it was determined that 53.2% of the soils are in high and very high category, and 46.8% are in the medium, low and very low category. In terms of extractable potassium content, 94.8% of the soils are in the high category. The extractable calcium contents of the entire soil samples were found to be in sufficient, high and very high category. In terms of extractable magnesium, 97.2% of the soil samples was found to be in sufficient, high and very high category, while 2.8% was found to be in low category. In terms of available iron, zinc and manganese contents, 36.4%, 46.1% and 91.7% of the apricot orchard soils in Malatya were classified as low and very low category, respectively. No deficiency was observed in terms of available copper contents. As a result, in the light of these data, the organic matter content of the apricot orchard soils in the province should be increased. In addition, due to the high level of lime content, it is recommended to apply foliar iron-containing fertilizers, especially in areas with chlorosis, and to include balanced fertilization programs based on soil analysis in apricot orchards where plant nutrient deficiencies are prominent.

Keywords: Plant nutrient, apricot, soil properties.

Giriş

Ülkemizin iklim şartları ve toprak özellikleri, tarımsal üretimde pek çok bitki çeşidinin verimli olarak yetiştirilebilmesine imkan tanımaktadır. Ana vatanı Türkistan'dan Batı Çin'e kadar geniş bir alanı kapsayan kayısı meyvesi bu bitki çeşitlerinden biridir (Asma, 2000). Kayısı üretimi dünyada en çok Akdeniz'e kıyılı ülkelerde yoğunlaşmasına rağmen, Asya ve Avrupa kıtalarında da büyük oranda yetiştiriciliği yapılmaktadır. Ülkemiz yılda 500-850 bin tonluk yaş kayısı üretim kapasitesiyle, dünyada birinci sırada gelmekte ve dünyadaki toplam üretiminin yaş olarak %23'ünü, kuru kayısı olarak ise %63'ünü karşılamaktadır (FAO 2018; INC 2018). Ülkemizde yılda ortalama 100 bin ton kuru kayısı ihracatından 300-350 milyon dolar arasında bir gelir sağlanmaktadır. Türkiye'de en önemli kayısı yetiştirme alanı olan Malatya, coğrafi yeri, toprak özellikleri ve iklim koşulları açısından, kayısı tarımına oldukça müsait bir bölgedir (Asma ve ark., 2007). Malatya, hem ağaç miktarı hem de sahip olduğu üretim kapasitesiyle yalnızca ülkemizin değil, beraberinde dünyanın da en önde gelen kayısı üretim merkezi durumundadır. Ülkemizin toplam kayısı üretiminin %53'ü ve meyve veren yaştaki kayısı ağacı sayısının %46'sı Malatya ilindedir. Malatya ili sınırlarında mevcut olan toplam 7.5 milyonun üzerindeki meyve veren kayısı ağacı ilin her bölgesine yayılmış durumda olup, rakım, toprak yapısı, iklim özellikleri gibi birçok özellik bakımından değişken koşullara sahip bölgelerde yetiştirilmektedir (TUİK 2018).

Meyve türlerinde verimlilik üzerine genetik ve iklim faktörlerinin yanında, toprağın bazı fiziksel özellikleri ile bitkinin beslenme şartları önem taşımaktadır (Eryüce ve ark., 2004). Tüm meyve ağaçlarında olduğu gibi, kayısı ağaçlarında da, su ve besin takviyesinden mahrum kalmaları durumunda çiçek tomurcuklarının oluşumu olumsuz etkilenecektir. Nitekim bu durumdaki kayısı ağaçları, ileriki yıllarda verim kaybına uğrayarak, ürün veremeyecek duruma gelecektir (Karlıdağ ve Güleriyüz, 2007). Optimum verim için kayısı yapraklarının toplam azot içeriğinin %2.4-3.0 arasında, fosfor içeriğinin %0.11-0.20 arasında ve potasyum içeriğinin %2.5-3.0 arasında olması gerektiği belirlenmiştir. Bunun yanında, kayısının 100 kg taze meyveyle, topraktan 217 g azot, 20 g fosfor ve 399 g potasyum kaldırdığı tespit edilmiştir (Daş, 1998).

Bitkilerde dengeli beslenme, sağlıklı gelişim ve hastalıklardan korunma için olmazsa olmazlardandır. Özellikle tek yönlü gübre kullanımı, bitkilerin besin alımında dengesizliğe neden olmaktadır. Bunun yanında oluşabilecek antagonistik etki nedeniyle farklı besin elementlerinin alımı da olumsuz etkilemektedir. Bu yüzden gübre uygulamalarının, doğru metotla, uygun oran ve zamanda yapılması çok önemlidir.

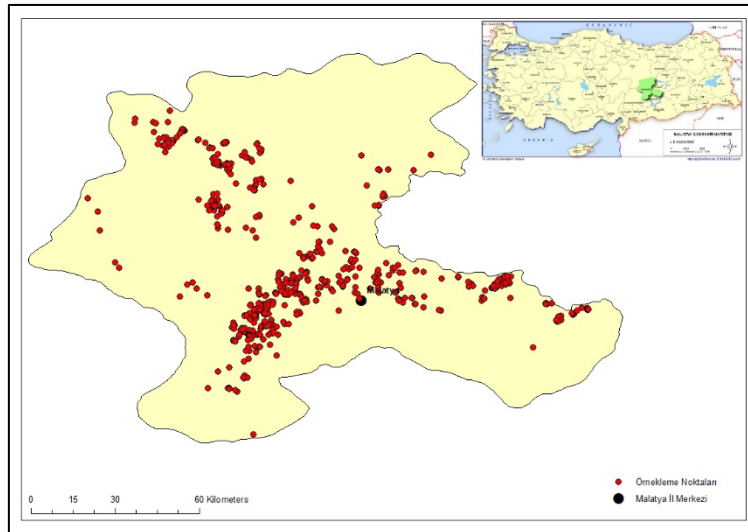
Tarımsal üretimin sürdürülebilir olması bakımından, toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin dönemsel olarak tespit edilmesi ve bu özelliklerin yapılan uygulamalara verdikleri tepkilerin belirlenmesi önem taşımaktadır. Bu çalışma, Malatya ilindeki kayısı bahçelerine ait toprakların, bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenerek, verimlilik durumlarının değerlendirilmesi amacıyla yapılmıştır. Edinilen veriler sayesinde, doğru ve dengeli gübre kullanımının teşvik edilmesi ile kayısı üretiminde verim ve kalitenin artırılmasının yanında, çevre ve insan sağlığının korunması hedeflenmektedir.

Materyal ve Yöntem

Bu araştırma, Malatya iline bağlı tüm ilçeler ve merkez ilçeyi kapsayacak şekilde, bölgedeki kayısı bahçelerinden alınan toprak örneklerinde yürütülmüştür. Malatya ilinin yüz ölçümü 12.146 km² olup, yaklaşık 80.000 hektar kayısı bahçesi varlığına sahiptir. Yıllık yağış ortalama 420 mm ve uzun yıllar sıcaklık ortalaması 13.4 °C olan Malatya ilinde toplam yaklaşık 7.5 milyon kayısı ağacı vardır.

Toprak numuneleri, il genelindeki 579 adet farklı bahçeden, toprak numunesi alma kurallarına uyularak, Jackson (1958)'e göre, 0–30 cm toprak derinliğinden ve ağaç taç izdüşümlerinden alınarak, kısa sürede laboratuvara ulaştırılmıştır. Örnekleme yapılan yerlerin coğrafi konumları ve yükseklikleri GPS ile belirlenerek kayıt altına alınmıştır. Toprak örneği alınan bahçelerin dağılımı, Şekil 1'de gösterilmiştir.

Toprak numuneleri laboratuvara ulaştırıldıktan sonra, temiz bir zemin üzerine serilip, yabancı maddeler arındırılarak, gölgede kurumaya bırakılmıştır. Kurutulan numuneler 2 mm'lik elekten geçirilerek analize hazır hale getirilmiştir (Kacar, 2009). Elenen numunelerde, toprak bünyesi, toprağı sature edecek kadar saf su ilave edilerek işba yöntemiyle, pH ve EC (toplam tuz) ise saturasyon çamurunda belirlenmiştir (Richards, 1954). Toprak numunelerinin kireç kapsamı Çağlar (1949)'a göre, Scheibler kalsimetresinde % 10'luk HCl ile muamele edilmesiyle bulunurken, organik madde (OM) kapsamı ise Walkley-Black metoduyla belirlenmiştir (Jackson, 1958). Yarıyıllı fosfor kapsamı, 0.5 M NaHCO₃ çözeltisiyle (Olsen ve ark., 1954), ekstrakte edilebilir K, Ca ve Mg kapsamı, 1 N CH₃COONH₄ çözeltisiyle (Richards, 1954) ve yarıyıllı Fe, Zn, Cu ve Mn kapsamı ise Lindsay ve Norvell (1978) tarafından bildirildiği şekilde, DTPA + TEA çözeltisiyle ekstrakte edilerek, ICP-OES cihazında belirlenmiştir. Çalışma alanı topraklarının, topraklarda belirlenen özelliklere ait sınır değerler Çizelge 1.'de verilmiştir.



Şekil 1. Malatya ilinden örnekleme yapılan bahçelerin konumları

Çizelge 1. Topraklarda belirlenen bazı özelliklere ait sınır değerler

Özellik	Yeterlik Sınıfı						Kaynak
	Kum	Tın	Killi Tın	Kil	Ağır Kil		
İşba	< 30	30-50	50-70	70-110	> 110		Richards 1954
pH	Kuvvetli asit	Orta asit	Hafif asit	Nötr	Hafif alkali	Kuvvetli alkali	
	<4.5	4.5-5.5	5.5-6.5	6.5-7.5	7.5-8.5	>8.5	
Tuz, %	Tuzsuz	Hafif tuzlu	Orta tuzlu	Çok fazla tuzlu			
	< 0.15	0.15-0.35	0.35-0.65	> 0.65			
Kireç, %	Çok Az Kireçli	Az Kireçli	Orta	Fazla Kireçli	Çok Fazla Kireçli		Çağlar 1949
	< 1	1-5	5-15	15-25	> 25		
OM, %	Çok Az	Az	Orta	Yüksek	Çok Yüksek		Horuz 2002
	< 1.39	1.39-2.91	2.92-3.61	3.62-4.22	> 4.22		
P ₂ O ₅ , kg da ⁻¹	Çok Az	Az	Orta	Yüksek	Çok Yüksek		Olsen 1954
	< 3	3-6	6-9	9-12	> 12		
K ₂ O, kg da ⁻¹	Az	Orta	Yeter	Fazla			Richards 1954
	< 20	20-30	30-40	> 40			
Ca, mg kg ⁻¹	Çok Az	Az	Yeterli	Fazla	Çok Fazla		
	<380	380-1150	1150-3500	3500-10000	>10000		
Mg, mg kg ⁻¹	Çok Az	Az	Yeterli	Fazla	Çok Fazla		
	<50	50-160	160-480	480-1500	>1500		
Fe, mg kg ⁻¹	Az	Orta	Yüksek				Lindsay ve Norvell 1978
	< 2.5	2.5-4.5	> 4.5				
Zn, mg kg ⁻¹	Çok Az	Az	Yeterli	Fazla	Çok Fazla		
	< 0.2	0.2-0.7	0.7-2.4	2.4-8	> 8		
Mn, mg kg ⁻¹	Çok Az	Az	Yeterli	Fazla	Çok Fazla		
	< 4	4-14	14-50	50-170	> 170		
Cu, mg kg ⁻¹	Yetersiz	Yeterli					Follet 1969
	< 0.2	> 0.2					

Bulgular ve Tartışma

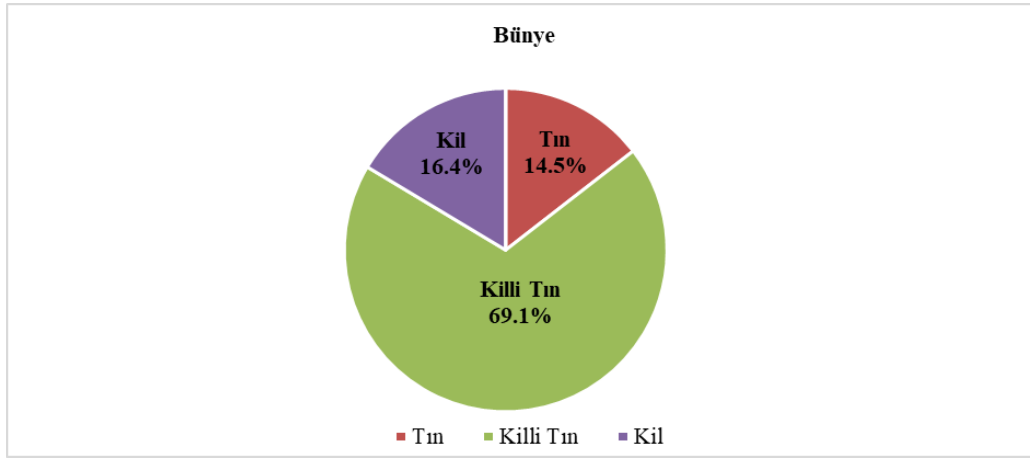
Malatya ili kayısı bahçelerinin toprak analiz sonuçlarının tanımlayıcı istatistikleri Çizelge 2.'de görülmektedir. Çarpıklık katsayılarına göre, bünye, kalsiyum, magnezyum ve kireç haricindeki özellikler normalden uzak dağılım göstermiş ve normal dağılımın dışında veriler ortaya çıkmıştır. pH ise, (± 2) çarpıklık katsayısı ile kabul edilebilir bir sonuç göstermiştir. Pozitif çarpıklık katsayıları, incelenen özelliklerin ortalamasının dışında uç değerlere sahip olduğunu göstermektedir (Özyazıcı ve ark., 2015). Varyasyon katsayılarının da yüksek bulunması, toprak özelliklerinin pek çoğunda çıkan bu uç değerlerin varlığını desteklemektedir. Toprak özelliklerindeki değişimlerin açıklanmasında önemli bir gösterge olan varyasyon katsayısı %15'in altında düşük, %15 ile %35 arasında orta ve %35'in üzerinde ise yüksek olarak sınıflandırılmaktadır (Mulla ve Mc Bratney, 2000). Varyasyon katsayıları açısından pH'nın düşük seviyede, bünye ve kalsiyumun orta seviyede, diğer bütün toprak özelliklerinin ise yüksek seviyede değişkenlik gösterdiği bulunmuştur.

Çizelge 2. Malatya ili kayısı bahçelerinden alınan toprak örneklerinin analiz sonuçlarına ait tanımlayıcı istatistikler

	Max	Min	Ort	Basıklık	Çarpıklık	Ortanca	Std S	Varyans	Var. Kat.
İşba	106.8	33.0	60.1	1.7	0.7	59.4	10.4	107.8	17.3
pH	8.50	6.57	7.76	3.09	-1.01	7.79	0.22	0.05	2.88
EC, $\mu\text{S}/\text{cm}$	2819.4	30.6	694.7	9.6	2.3	642.6	316.8	100360.7	45.6
Tuz, %	0.133	0.001	0.027	12.367	2.662	0.024	0.016	0.0002	56.834
Kireç, %	78.4	0.8	24.9	-0.4	0.4	24.2	16.1	258.1	64.4
OM, %	8.05	0.03	1.59	10.52	2.27	1.46	0.86	0.74	54.01
P_2O_5 , kg da^{-1}	319.03	0.10	17.04	53.28	5.55	9.96	23.52	553.06	137.98
K_2O , kg da^{-1}	1063.06	14.05	119.90	39.48	4.36	103.92	79.84	6373.67	66.59
Ca, mg kg^{-1}	11008	2165	7102.7	0.1	-0.2	7119	1574.8	2480009	22.2
Mg, mg kg^{-1}	1287.0	105.3	483.7	1.3	0.7	471.8	190.1	36133.6	39.3
Fe, mg kg^{-1}	15.01	0.61	3.46	8.21	2.27	2.97	1.99	3.97	57.55
Zn, mg kg^{-1}	82.4	0.01	2.0	167.6	10.7	0.8	4.6	21.0	231.8
Cu, mg kg^{-1}	120.90	0.23	10.62	18.53	3.53	6.54	13.35	178.34	125.78
Mn, mg kg^{-1}	50.01	0.74	8.13	16.46	3.09	7.18	5.53	30.62	68.06

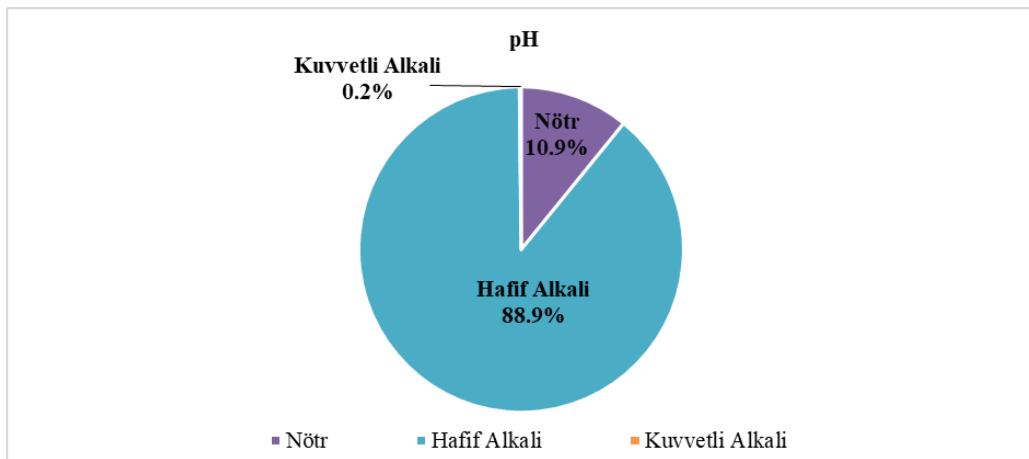
Malatya ili kayısı bahçesi topraklarına ait bünye dağılımı Şekil 2’de verilmiştir. Toprak bünyesi açısından en geniş alanı %69.1 ile killi tın bünyeli toprakların oluşturduğu, bunu %16.4 ile kil bünyeli topraklar ve %14.5 ile tın bünyeli topraklar izlediği tespit edilmiştir. Analizlerde kum bünyeli ve ağır kil bünyeli topraklara rastlanılmamıştır. Daha önce Malatya ilindeki kayısı bahçelerinde yapılan bir çalışmada, toprakların %59.2’sini killi tın bünyeli toprakların kapsadığı tespit edilmiştir (Çolak ve ark., 2010).

Bünye bakımından Malatya ili kayısı bahçesi topraklarının en geniş alanını potansiyel verimin alınabildiği, ideal tarım toprağı tekstürü olarak kabul edilen, toprak işlemenin, geçirgenliğin ve havalanmanın iyi olduğu tın bünyeli ve killi tın bünyeli toprakların kapsadığı belirlenmiştir. Toprak bünyesi, toprakta suyun tutulması ve hareketi, havalanma, ısınma ve besin elementi rezervi gibi pek çok farklı parametre üzerinde etkili önemli bir özelliktir. Bunun yanında toprak bünyesi, toprak işleme üzerinde de etkilidir. Bölgenin %16.4’ünü içeren kil bünyeli topraklarda toprağın işlenmesi, tava gelmesi sorun oluşturmaktadır. Kayısı tarımında toprak işleme; toprak strüktürünü korumak, bahçeye atılan gübreyi toprağa karıştırmak, toprağı havalandırmak, toprağın ısınmasını sağlamak ve yabancı otları öldürmek amacıyla yapılır (Gezer, 2005). İl genelindeki kayısı bahçelerinin %83.6’sının oluşturduğu killi tın bünyeli ve tın bünyeli toprakların, toprak bünyesi bakımından tüm bu parametreleri iyi şekilde karşılayacak düzeyde olduğu tespit edilmiştir.



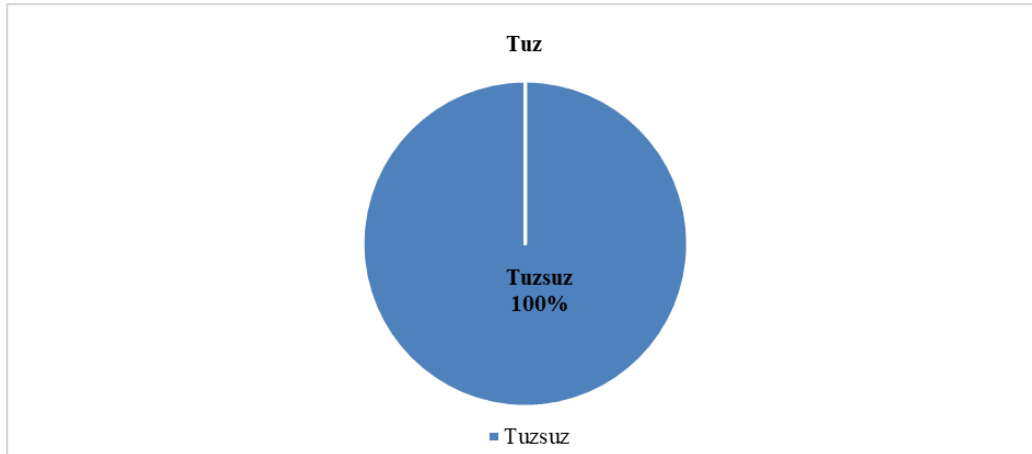
Şekil 2. Malatya ili kayısı bahçesi topraklarının bünye dağılımı

Malatya ili kayısı bahçesi topraklarının pH dağılımı Şekil 3’de verilmiştir. Toprak reaksiyonu açısından bakıldığında hafif alkali toprakların (%88.9) en geniş alanı kapsadığı tespit edilmiştir. Nötr toprakların (%10.9) ikinci sırada ve kuvvetli alkali toprakların (%0.2) ise üçüncü sırada yer aldığı belirlenmiştir. Yapılan analizlerde asit karakterli topraklar gözlenmemiştir. Kayısı için en uygun pH isteğinin, 6.5-7.5 aralığında olmakla birlikte, 8.5’e kadar tolerans gösterebilmekte olduğu belirlenmiştir (Eryüce ve ark., 2004). İldeki kayısı bahçelerinin %99.8’i de bu aralığa uymaktadır.



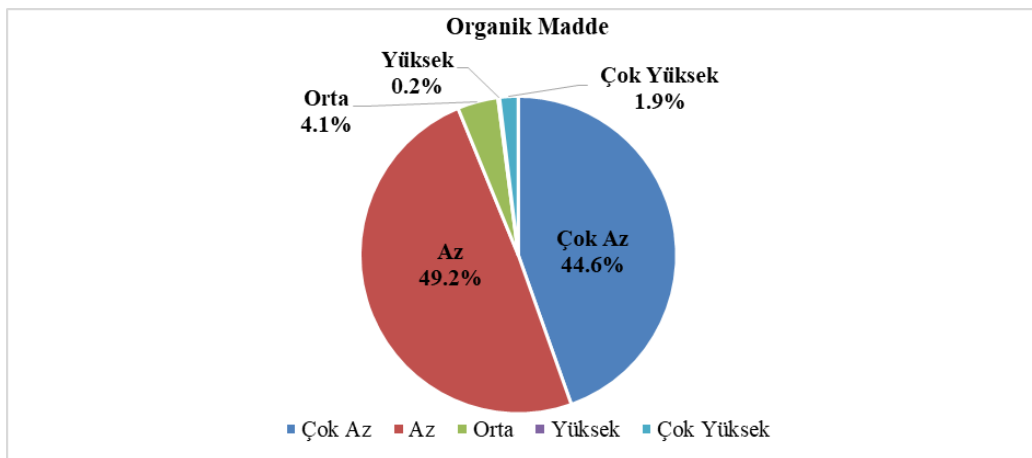
Şekil 3. Malatya ili kayısı bahçesi topraklarının pH dağılımı

Malatya ili kayısı bahçesi topraklarının tuz dağılımı Şekil 4’de verilmiştir. Analiz edilen bahçelerde, tuzluluk problemi olmadığı belirlenmiştir. Tarımsal üretimde, verim kaybına neden olan en önemli etmenlerden birinin tuzluluk problemi olduğu bilinmektedir. Tuzluluk açısından değerlendirildiğinde, ildeki kayısı bahçesi topraklarında herhangi bir kısıt görülmemiştir. Bu, tarımsal verimlilik açısından istenilen bir durumdur.



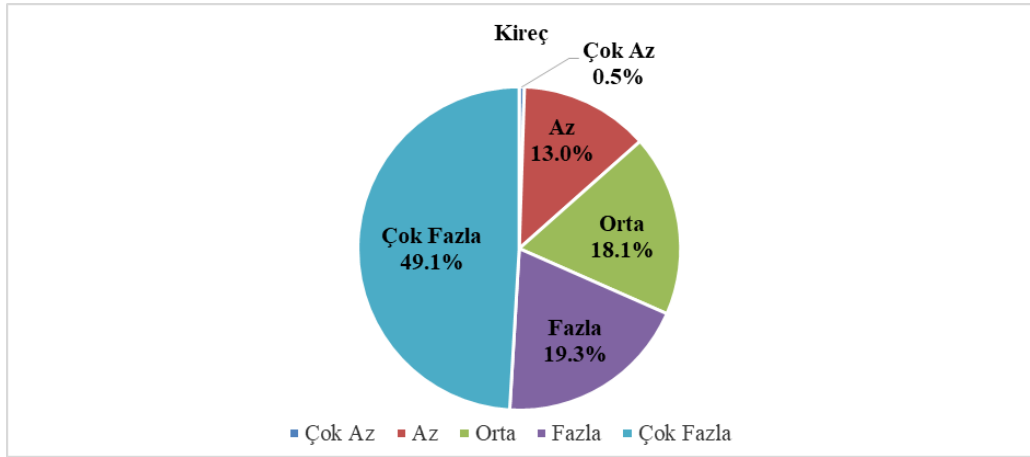
Şekil 4. Malatya ili kayısı bahçesi topraklarının tuz dağılımı

Malatya ili kayısı bahçeleri topraklarının organik madde dağılımı Şekil 5’de verilmiştir. Organik madde kapsamı bakımından toprakların %49.2’si organik maddece az, %44.6’sı çok az, %4.1’i orta, %1.9’u çok yüksek ve %0.2’si yüksek sınıfta tespit edilmiştir. Malatya ilindeki kayısı bahçelerinin büyük bir çoğunluğunun organik madde kapsamı bu verilerden anlaşıldığı üzere, tarımsal üretimden alınacak maksimum verimi, engelleyecek düzeydedir. Daha önce yapılan bir çalışmada da Malatya ilindeki kayısı bahçesi topraklarının %88.7’sinin orta, az ve çok az düzeyde organik madde içerdiği tespit edilmiştir (Çolak ve ark., 2010). Toprak organik maddesi, azot, fosfor, kükürt ve pek çok mikro elementin rezervi olduğundan, ayrışarak bunlardan bitkilerin faydalanmasını sağlar. Bunu yanında toprakların su ve besin maddesi tutma kapasitesini de artırır (Güneş ve ark., 2004). Kayısı bahçesi topraklarında, artan organik madde içeriğine bağlı olarak toprak kalitesinin iyileştiği, toplam azot ve potasyum içeriğinin yükseldiği, yüksek toprak pH’sının azaldığı tespit edilmiştir (Demir ve ark., 2019).



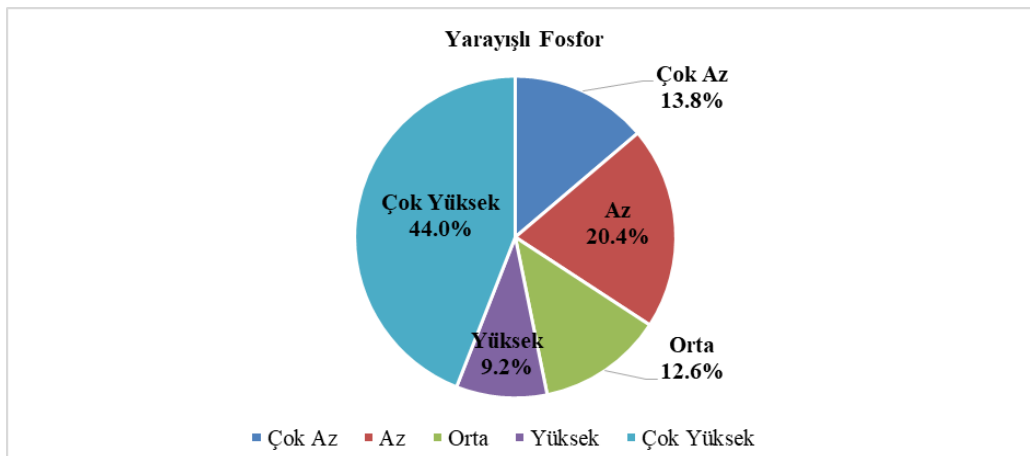
Şekil 5. Malatya ili kayısı bahçesi topraklarının OM dağılımı

Malatya ili kayısı bahçesi topraklarının kireç dağılımı Şekil 6'da verilmiştir. Kireç kapsamı bakımından toprakların %49.1'i çok fazla, %19.3'ü fazla, %18.1'i orta, %13'ü az ve %0.5'i çok az kireçli olarak belirlenmiştir. Bu durumu, bulunan yüksek toprak pH'ları da desteklemektedir. Kireç içeriklerinin bu denli yüksek olması tarımsal üretimi sınırlandırarak olumsuz etkilemektedir. Araştırmacıların ortaya koyduğu bulgular, yüksek kireç oranının, başta bitkilerin fosfor ve çinko alımı üzerine olmak üzere mikro besin maddelerinin alımı üzerine de olumsuz etki yarattığını göstermektedir (Udo ve ark., 1970; Mengel ve Kirkby, 1982; Kacar ve ark., 1998).



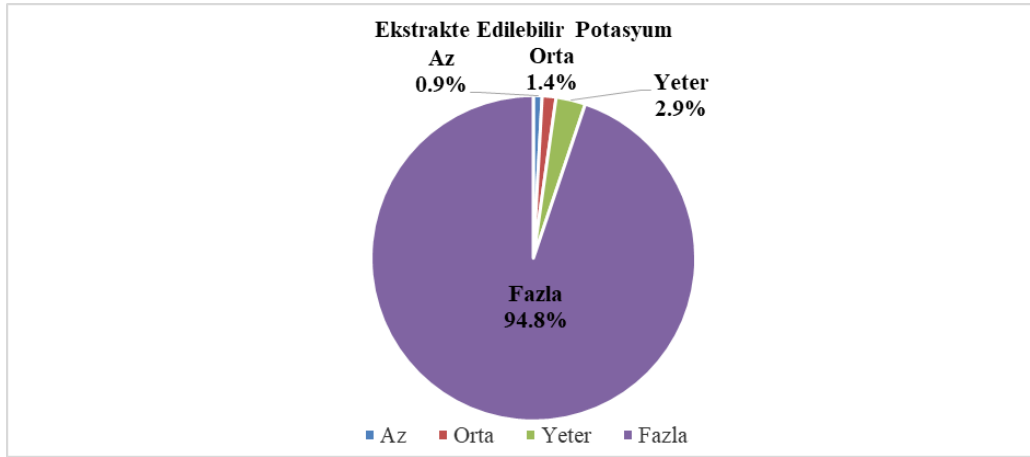
Şekil 6. Malatya ili kayısı bahçesi topraklarının kireç dağılımı

Malatya ili kayısı bahçesi topraklarının yarıyışlı fosfor dağılımı Şekil 7'de verilmiştir. Toprakların %44'ünün çok yüksek, %9.2'sinin yüksek, %12.6'sının orta, %20.4'ünün az ve %13.8'inin çok az düzeyde yarıyışlı fosfor içerdiği tespit edilmiştir. Bu verilerden de anlaşılacağı üzere, toprakların %46.8'inde fosforlu gübrelerin kullanılması gerekmektedir.



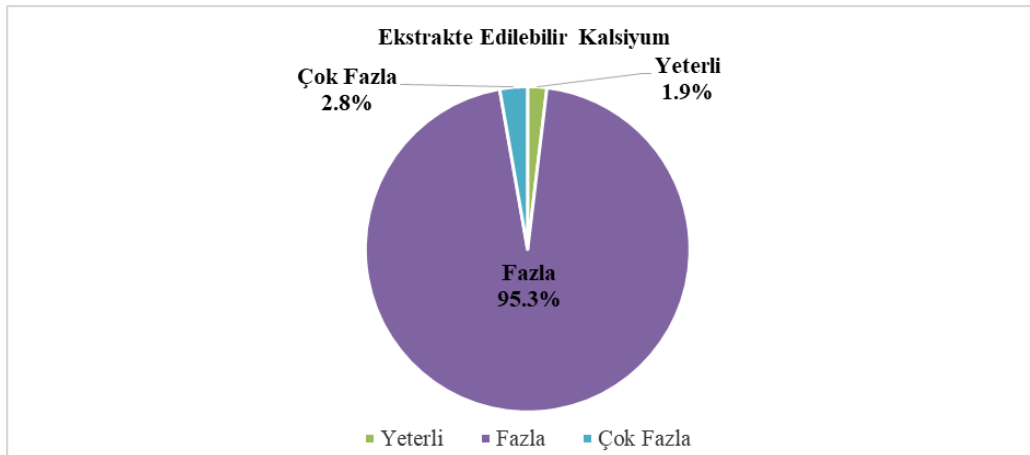
Şekil 7. Malatya ili kayısı bahçesi topraklarının yarıyışlı fosfor dağılımı

Malatya ili kayısı bahçesi topraklarının yarayırlı potasyum dağılımı Şekil 8’de verilmiştir. Toprakların %94.8’inin fazla, %2.9’unun yeter, %1.4’ünün orta ve %0.9’unun az düzeyde yarayırlı potasyum içerdiği tespit edilmiştir. Malatya bölgesinde, normal beslenen kayısı bahçelerinde yapılan ve K_2SO_4 formunda, potasyum uygulanarak iki yıl yürütülen bir çalışmada, potasyum uygulamalarının, beslenme dengesi üzerinde olumlu etkiler sağladığı gözlenmiştir. Bu etkilerin, iklimsel faktörlere bağlı olarak verimin çok düştüğü ikinci yıl sonuçlarında, daha yüksek oranda gözlenmesi sonucunda, potasyumlu beslenmenin stres koşulları altında daha da önemli olduğu vurgulanmıştır (Eryüce ve ark., 2004).



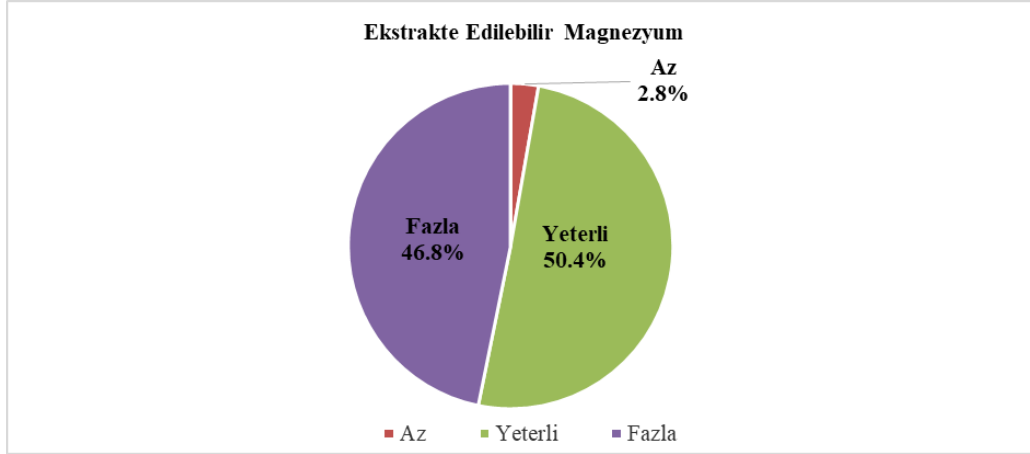
Şekil 8. Malatya ili kayısı bahçesi topraklarının ekstrakte edilebilir potasyum dağılımı

Malatya ili kayısı bahçesi topraklarının ekstrakte edilebilir kalsiyum dağılımı Şekil 9’da verilmiştir. Toprakların %95.3’ünün fazla, %2.8’inin çok fazla ve %1.9’unun ise orta düzeyde ekstrakte edilebilir kalsiyum içerdiği belirlenmiştir. Topraktaki kalsiyumun, önemli bir bitki besin maddesi olmasının yanında, birçok dolaylı etki ile de bitkilerin gelişmesine katkıda bulunduğu, diğer besin elementlerinin yarayırlılığını ve mikroorganizmaların faaliyetlerini arttırmasının yanında toksik bileşiklerin uzaklaşmasına da katkı sağladığı belirlenmiştir (Kacar ve Katkat, 2006).



Şekil 9. Malatya ili kayısı bahçesi topraklarının ekstrakte edilebilir kalsiyum dağılımı

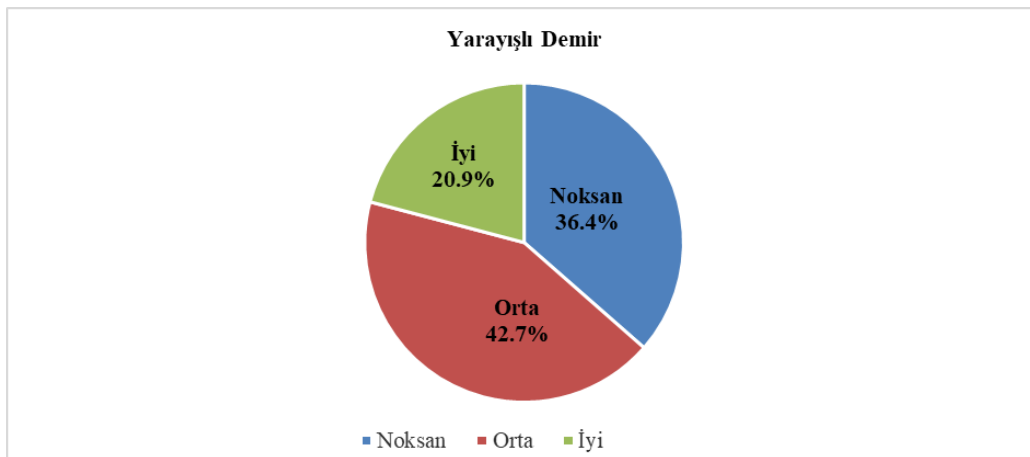
Malatya ili kayısı bahçesi topraklarının ekstrakte edilebilir magnezyum dağılımı Şekil 10'da verilmiştir. Toprakların %46.8'inin fazla düzeyde, %50.4'ünün yeterli seviyede ve %2.8'inin ise az düzeyde ekstrakte edilebilir magnezyum içerdiği tespit edilmiştir.



Şekil 10. Malatya ili kayısı bahçesi topraklarının ekstrakte edilebilir magnezyum dağılımı

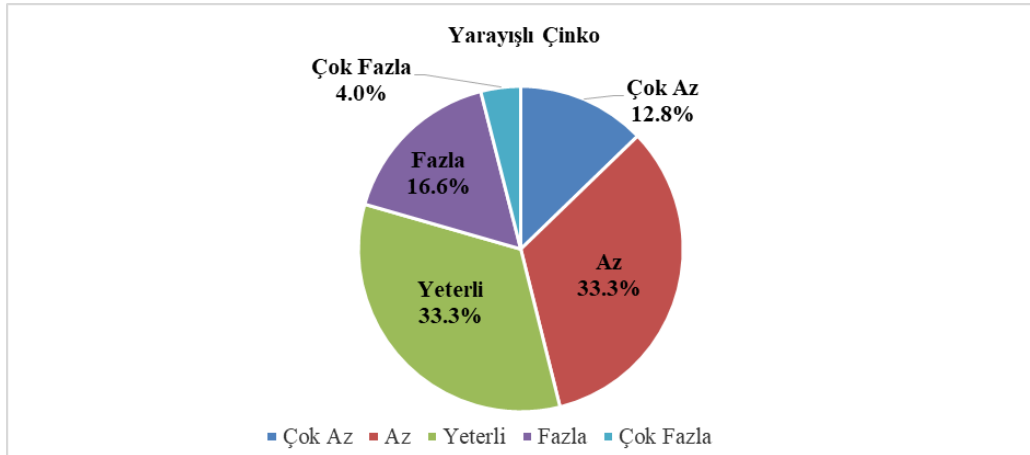
Ekstrakte edilebilir katyonların yüksek olmasının sebebi, bölgede hakim olan sıcak ve kurak iklim koşullarının yanında yağışın az olması nedeniyle toprakta bu elementlerin yıkanma ile kayba uğramasıdır. Ayrıca, katyon oranlarının arasındaki denge açısından iyi bir tarım toprağında $Mg/K=2$, $Ca/K=12$ ve $Ca/Mg=6$ olması beklenmektedir (Jokinen, 1981). Malatya ilindeki kayısı bahçesi topraklarının Ca/Mg oranlarının sadece %3.2'lik kısmı, Mg/K oranlarının %24.6'sı ve Ca/K oranlarının %14.4'ü ideal katyon oranlarına yakındır.

Malatya ili kayısı bahçesi topraklarının yarayışlı demir dağılımı Şekil 11'de verilmiştir. Yapılan analizler sonucunda toprakların %36.4'ünün az düzeyde, %42.7'sinin orta seviyede, %20.9'unun iyi düzeyde yarayışlı demir içerdiği belirlenmiştir. Toprak pH' sının yüksek, kalsiyum ve kirecin de fazla olduğu ildeki kayısı bahçesi topraklarında, bitkilerde klorofil sentezi olumsuz etkilendiğinden yaygın şekilde demir klorozu görülmektedir.



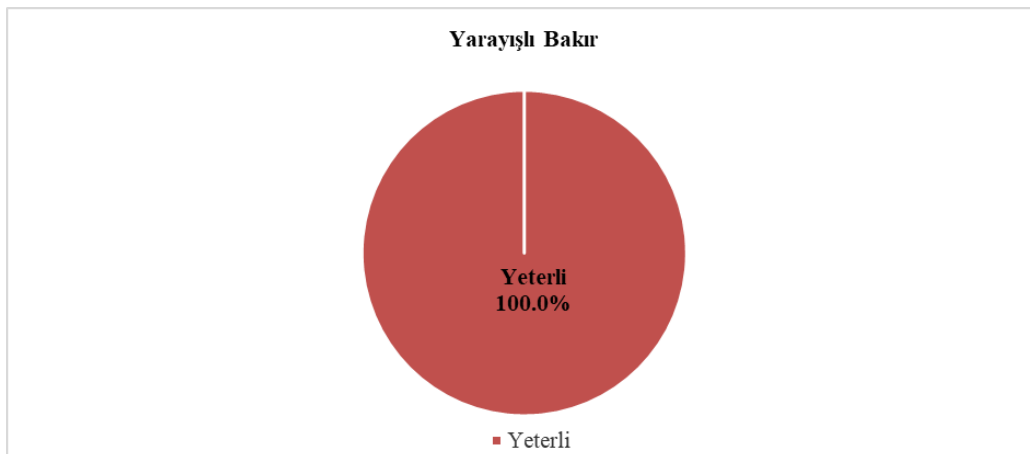
Şekil 11. Malatya ili kayısı bahçesi topraklarının yarayışlı demir dağılımı

Malatya ili kayısı bahçesi topraklarının yarayışlı çinko dağılımı Şekil 12’de verilmiştir. Yarayışlı çinko kapsamı bakımından, toprakların %33.3’ünün az düzeyde, %12.8’inin çok az düzeyde, %33.3’ünün yeterli seviyede, %16.6’sının fazla düzeyde ve %4’ünün çok fazla düzeyinde yarayışlı çinko içerdiği tespit edilmiştir. Kireçli ve yüksek pH’lı topraklarda çinkonun çözünürlüğünün oldukça düşük olduğu, yüksek pH’da çinko hidroksitler ve kireçli topraklarda ise çinko karbonatlar olarak çökelmiş olduğu belirlenmiştir (Güneş ve ark., 2004).



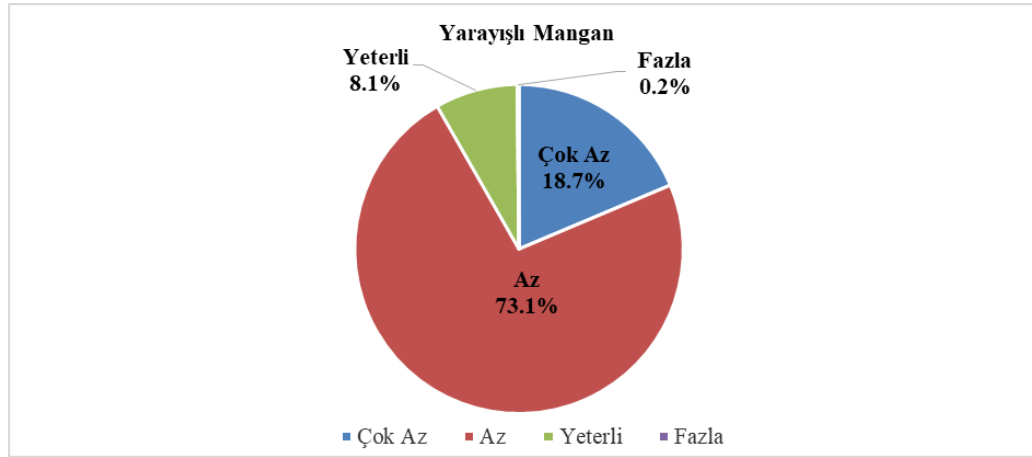
Şekil 12. Malatya ili kayısı bahçesi topraklarının yarayışlı çinko dağılımı

Malatya ili kayısı bahçesi topraklarının yarayışlı bakır dağılımı Şekil 13’de verilmiştir. Toprakların yarayışlı bakır kapsamının, noksanlık sınır değeri olan 0.2 mg kg⁻¹’in (Follet, 1969) üstünde olduğu tespit edilmiş ve bölgede bakır noksanlığı saptanmamıştır. Aksine pek çok bahçede bakır birikimi tespit edilmiştir. Özellikle meyve bahçelerindeki bakır birikimi sebebinin, yüksek oranlarda bakır sülfat kullanımı olduğu düşünülmektedir. Benzer durum Bursa ili Gürsu ilçesinde armut bahçelerinde yapılan bir çalışmayla da ortaya koyulmuştur (Yavuz ve ark., 2020).



Şekil 13. Malatya ili kayısı bahçesi topraklarının yarayışlı bakır dağılımı

Malatya ili kayısı bahçesi topraklarının yarayırlı mangan dağılımı Şekil 14’de verilmiştir. Yarayırlı mangan kapsamaları bakımından, toprakların %73.1’inin az, %18.7’sinin çok az, %8.1’inin yeterli ve %0.2’sinin fazla sınıfında yer aldığı belirlenmiştir. Yüksek pH koşullarında yarayırlı manganın, bitkinin ihtiyacını karşılayamayacak düzeyde az olduğu ve pH’ daki her bir birim artışa bağlı olarak, çözünebilir mangan miktarınının 100 kat azaldığı rapor edilmiştir (Güneş ve ark., 2004).



Şekil 14. Malatya ili kayısı bahçesi topraklarının yarayırlı mangan dağılımı

Malatya Doğanşehir'deki elma bahçelerinde yürütülen başka bir çalışmada da, bu çalışmadan elde edilen sonuçlarla benzerlik gösterecek şekilde, toprakların genel olarak hafif alkali, kireçsiz, killi-tın bünyeli ve organik madde içeriğinin zayıf olduğu tespit edilmiştir (Karlıdağ ve ark., 2019).

Daha önce, Malatya il sınırları içinde bulunan seksen farklı kayısı bahçesinde yürütülen bir çalışmada, 2018 yılı hasat sonrası alınan yaprak örneklerinin fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum ve mikro elementlerden demir, çinko, bakır ve mangan konsantrasyonları belirlenmiştir. Araştırma sonunda, yaprak örneklerinde magnezyumun yeterli düzeyde olduğu, kalsiyumun alınan örneklerin yaklaşık %59’unda, potasyumun %42.5’inde fosforun ise örneklerin yaklaşık %67’sinde kritik düzeyde veya eksik bulunduğu saptanmıştır. Mikro elementlerden bakır ve çinkonun genellikle yeterli düzeyde, demir ve manganın ise örneklerin yaklaşık yarısında kritik veya yetersiz miktarda ölçüldüğü bildirilmiştir (Çelik, 2019).

Sonuç

Malatya ilindeki kil bünyeye sahip kayısı bahçesi topraklarının, tava gelme ve toprak işleme sorununu ortadan kaldırmak için çeşitli yöntemlerle organik madde miktarını artırmak, yapılabilecek en iyi uygulama olacaktır. Arazilere kurulacak sulama sistemleri için ve kullanılacak alet, donanım alımlarında toprağın bünye özelliğine göre seçim yapılması verim ve maliyet açısından dikkate alınmalıdır (Eyüpoğlu, 1999).

Bölgede hâkim olan, alkali yapıdaki toprakların verimini azaltan, yüksek toprak pH'sını düşürmek için uygulanacak ilk yöntem, mikronize toz kükürt ile iyi vasıflı organik materyallerin birlikte kullanılmasıdır. Bu sayede, nötr seviyelerine düşen toprak pH'sına bağlı olarak, alınamayan bitki besin maddelerinin de bitki tarafından alınması mümkün olacaktır.

Toprak organik madde kapsamı çok düşük olan il genelindeki kayısı bahçelerinde, organik gübrelerin yaygın kullanımı ve yeşil gübrelemeye önem verilerek, toprakların organik madde seviyesi yükseltilmelidir.

İl genelindeki kayısı bahçelerinde yapılacak sulama projeleri, mutlaka drenaj projeleri ile birlikte doğru şekilde planlanmalı ve uygulanması sağlanmalıdır. Böylece ilerde doğabilecek büyük zararların önüne geçilmelidir. Ayrıca, olası tuzluluk problemlerinin zamanında önlenmesi, ıslah çalışmalarından daha ekonomik bir yol olacaktır.

Kireç kapsamı çok yüksek olan il genelindeki topraklarda, yeni tesis edilecek bahçeler için uygun kayısı çeşitlerinin seçilmesi, verim ve kalite açısından önem taşımaktadır.

Malatya ili kayısı bahçesi topraklarında, fosfor noksanlığının görüldüğü bahçelerde, fosforlu gübre uygulanması gereklidir. Fosforlu gübrelerin, fosfor fiksasyonu dikkate alınarak, zamanında, taç izdüşümüne ve kılcal kök derinliğine verilmesi, kireçli ve yüksek pH'lı il topraklarında önem arz etmektedir.

Toprak ve bitki analizleri dikkate alınarak, gübreleme programlarına mikro elementlerin dahil edilmesi verim ve kalite açısından önemli avantajlar sağlayacaktır. Ayrıca uygun havalanma sağlayamayan toprak koşullarında, kalsiyum ve kirecin de fazla olması nedeniyle bitkilerde klorofil sentezi olumsuz etkilendiği için demir klorozu görülmektedir. Bu bahçelerde, bitki yapraklarına demir içeren gübrelerin uygulanması ayrıca önem kazanmaktadır.

Toprak özelliklerinin incelenmesi ve besin elementi miktarlarının saptanması, meyve bahçelerinde kullanılacak olan gübrelerin, üretim planlamasıyla birlikte gübre kullanım politikasının oluşturulmasında temel oluşturmaktadır. Tarım topraklarındaki, bitki besin elementlerinin yararlı miktarlarının tespit edilmesi, aynı zamanda sürdürülebilir tarım politikaları açısından da önemli kararlar alma noktasında büyük önem taşımaktadır.

Teşekkür Bilgi Notu

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

Kaynakça

Asma, B.M., Kan, T. and Birhanlı, O. 2007. Characterization of promising apricot (*Prunus armeniaca* L.) genetic resources in Malatya, Turkey. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 54(1): 205-212.

- Asma, B.M. 2000. Kayısı yetiştiriciliği. Evin Ofset, Malatya. 243s.
- Çağlar, K. 1949. Toprak bilgisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara. 230s.
- Çelik, M. 2019. Malatya Yöresinde Yetiştirilen Hacıhaliloğlu Kayısı Çeşidinin Beslenme Durumunun Yaprak Analizleri ile Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme ABD.
- Çolak, S., Celik, B., Gokalp, K., Yılmaz, K. U., Zengin, Y. and Kargi, S. P. 2010. Soil nutritional status of apricot (*Prunus Armeniaca* L.) orchards in Malatya Province. *Acta horticulturae*, 862, 351-354.
- Daş, S. 1998. Malatya Yöresi Kayısı Bahçelerinde Toprak-Bitki İlişkileri, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak ABD.
- Demir, Z., Tursun, N. and Işık, D. 2019. Effects of different cover crops on soil quality parameters and yield in an apricot orchard. *International Journal of Agriculture and Biology*, 21(2): 399-408.
- Eryüce, N., Yağmur, B. ve Çolak, M.S. 2004. Kayısıda mineral beslenme durumunun belirlenmesi ve gübrelemenin verim ve kaliteye etkisi. TÜBİTAK TARP – 2573-2 No’lu Proje Sonuç Raporu, İzmir.
- Eyüpoğlu, F. 1999. Türkiye topraklarının verimlilik durumu. KHGM Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yayını Teknik Yayın No: T-67, Genel Yayın No: 220, Ankara.
- FAO. 2018. FAO Statistical Database. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (Erişim tarihi: 15.09.2020)
- Follet, R.H. 1969. Zn, Fe, Mn and Cu in Colorado Soils. Ph.D. dissertation, Colorado State University.
- Gezer, İ. 2005. Kayıısıcılıkta mekanizasyon. Medipress Matbaacılık, Malatya. 320s.
- Güneş, A., Alpaslan, M. ve İnal, A. 2004. Bitki besleme ve gübreleme. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No:1539, Ankara. 576s.
- Horuz, A. ve Dengiz, O. 2018. Terme yöresi alüviyal arazilerde yetiştirilen çeltiğin bazı fiziko-kimyasal toprak özellikleriyle besin element kapsamı arasındaki ilişkiler. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 33(1): 58-67.
- INC. 2018. 2016-2017 Statistical Yearbook, International Nuts and Dried Fruits Council. <https://www.nutfruit.org/industry/technical-resources> (Erişim tarihi: 15.09.2020)
- Jackson, M.L. 1958. Soil chemical analysis. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, N.J. 498p.
- Jokinen, R. 1981. The magnesium status of Finnish mineral soils and the requirement of the magnesium. *Magnesium-Bulletin*, 1(a): 1-5
- Kacar, B. 2009. Toprak analizleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Genişletilmiş 2.Baskı, Ankara. 705s.
- Kacar, B. ve Katkat, V. 2006. Bitki besleme. Nobel Yayın Dağıtım, Ankara. 595s.
- Kacar, B., Taban, S., Alpaslan, M. and Fuleky, G. 1998. Zinc phosphorus relationship in the dry matter yield and the uptake of Zn, P, Fe and Mn of rice plants (*Oryza sativa* L.) as affected by the total carbonate content of the soil. Second International Zinc Symposium, 2-3 October 1998, Ankara, Turkey, p:20.

- Karlıdağ, H. ve Güleriyüz, M. 2007. Hacihaliloğlu kayısı çeşidinde farklı yetiştirme şartları ile bazı ağaç özellikleri arasındaki ilişkiler. Türkiye V. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, 4-7 Eylül 2007, Erzurum, 788 – 791.
- Karlıdağ, H., Karaat, F. E., Kan, T., Kutsal, İ. K. and Yıldırım, H. 2019. Determination of Nutrition Status of Apple Orchards in Doğanşehir, Malatya. *Alinteri Journal of Agriculture Sciences*, 34(1): 9-14.
- Lindsay, W.L. and Norwell, W.A. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. *Soil Sci. Amer. Jour.*, 42(3): 421-428.
- Mengel, K. and Kirkby, E.A. 1982. Principles of plant nutrition. 3th ed. International Potash Institute. Worblaufen-Bern, Switzerland. 655p.
- Mulla, D.J. and Mc Bratney, A.B. 2000. Soil spatial variability. *Handbook of Soil Science* CRS Pres., 321-352.
- Olsen, S.R., Cole, V., Watanabe, F.S. and Dean, L.A. 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. *USDA Circ. 939*. U.S. Government Printing Office, Washington DC. 19p.
- Özyazıcı, M.A., Dengiz, O., Aydoğan, M., Bayraklı, B., Kesim, E., Urla, Ö., Yıldız, H. ve Ünal, E. 2015. Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi tarım topraklarının bazı makro ve mikro bitki besin maddesi konsantrasyonları ve ters mesafe ağırlık yöntemi (IDW) ile haritalanması. *Artvin Çoruh Üniv. Orman Fak. Dergisi*, 16(2): 187-202.
- Richards, L.A. 1954. *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils*. US Department of Agriculture. *Agricultural Handbook No. 60*, Washington DC, 7-53.
- TÜİK. 2018. Bitkisel Üretim İstatistikleri, İstatistiksel Tablolar. http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001
- Udo, E.J., Bohn, H.L. and Tucker, T.C. 1970. Zinc adsorption by calcareous soils. *Soil Sci. Sac. Am. J.*, 34, 405-410.
- Yavuz, H., Cansizer, S. ve Turan, M.A. 2020. Bursa İli Gürsu İlçesi Armut Bahçelerinin Potansiyel Mikro Bitki Besin Elementi Eksiklikleri. *Bursa Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 34(1): 107-118.



Farklı Kimyasal ve Organik Kaynaklı Organomineral Gübrelerin Silaj Mısırın Verimi ve Fosfor Alım Etkinliği Üzerine Etkileri^A

Ayşegül KORKMAZ^{1*}, Fatma GÖKMEN YILMAZ¹, Sait GEZGİN¹

Öz: Bu çalışma, kimyasal ve organomineral (leonardit ve hayvansal kaynaklı) gübre ile farklı miktarlarda fosfor uygulamalarının silaj mısırın verimi, besin element içeriği ve fosforun alım etkinliği (FAE) üzerine etkilerini karşılaştırmak amacıyla tarla koşullarında yürütülmüştür. Hafif alkalın reaksiyonlu, düşük organik madde ve fosfor içeriğine sahip alanda tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak deneme kurulmuş ve yürütülmüştür. Denemede, kontrol (gübre uygulanmayan) ve kimyasal, leonardit kaynaklı organomineral gübre ve hayvansal kaynaklı organomineral gübre ile uygulanması gereken fosforun (11 kg P₂O₅ da⁻¹) % 100, % 80 ve % 60'i olacak şekilde fosforlu gübreler ekim esnasında banda uygulanmıştır. Çalışma sonucunda, silaj mısırın verimi, besin element içeriği ve FAE, uygulanan gübre ve fosfor uygulama miktarlarına bağlı olarak değiştiği belirlenmiştir. Bitki verimi (4208 kg da⁻¹) en yüksek hayvansal kaynaklı organomineral gübre ile uygulanması gereken fosforun % 60'inin yani; 6.6 kg P₂O₅ da⁻¹ uygulaması ile elde edilmiştir. Mısırın kuru madde içeriği en yüksek kimyasal gübre ile uygulanması gereken fosforun % 80'inin yani; 8.8 kg P₂O₅ da⁻¹ uygulama konusunda belirlenmiştir. Uygulamalara göre değişmekle birlikte silaj mısırın P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu, Mn ve B içerikleri genel olarak kontrole göre artmıştır. Fosforun alım etkinliği uygulama kaynakları ve uygulanan fosfor miktarına göre farklılık göstermiş olup ortalama % 46 olarak belirlenmiştir. Organomineral gübre uygulamaları ile silaj

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

* Sorumlu yazar/Corresponding Author: 1 Ayşegül KORKMAZ, Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Konya Türkiye, aysegul.korkmaz22@gmail.com [OrcID 0000-0002-6745-5742](https://orcid.org/0000-0002-6745-5742)

¹ Fatma GÖKMEN YILMAZ, Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Konya Türkiye, fgokmen@selcuk.edu.tr [OrcID 0000-0001-8523-1825](https://orcid.org/0000-0001-8523-1825)

¹ Sait GEZGİN, Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Konya Türkiye, sgezgin@selcuk.edu.tr [OrcID 0000-0002-3795-4575](https://orcid.org/0000-0002-3795-4575)

mısır bitkisinde fosforun alım etkinliği kimyasal gübreye göre daha yüksek bulunmuştur. Silaj mısırın verimi ve FAE bakımından hayvansal kaynaklı organomineral gübre diğer kaynaklara göre alternatif olarak kullanılabilir.

Anahtar Kelimeler: Fosfor alım etkinliği, Kimyasal gübre, Leonardit, Organomineral gübre, Silaj mısır, Verim.

The Effects of Different Chemical and Organically Obtained Organomineral Fertilizers on Yield and Phosphorus Uptake Efficiency of Silage Maize

Abstract: The study was carried out to compare the effects of chemical and organomineral (leonardite and animal origin) fertilizers and different amounts of phosphorus on silage corn yield, nutrient content and phosphorus uptake efficiency (PUE) in field conditions. A field with slightly alkaline, low in organic matter and phosphorus content was used to establish the experiment using the randomized completely blocked design with three replications. In the experiment, 100 %, 80 % and 60 % of the required phosphorus (11 kg P₂O₅ da⁻¹) fertilizer rates were applied separately with control (no fertilizer application) and chemical fertilizer, leonardite-derived organomineral fertilizer and animal-derived organomineral fertilizer using the banding fertilization method at sowing. As a result of the study, the yield of silage corn, nutrient content and PUE varied depending on the P application rates and fertilizer used. The highest yield (4208 kg da⁻¹) was obtained from 60 % phosphorus application rate (6.6 kg P₂O₅ da⁻¹) applied with organomineral fertilizer of animal origin. The highest dry matter content of corn was determined from 80 % P rate (8.8 kg P₂O₅ da⁻¹) applied with the highest chemical fertilizer. Owing to the different treatment combinations, the P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu, Mn and B contents of silage maize generally increased compared to the control. The average PUE determined from the study was 46 % and differed according to the source of organomineral fertilizer and the amount of phosphorus applied. With organomineral fertilizer applications, phosphorus uptake efficiency of silage corn was found to be higher compared to the use of chemical fertilizer. In terms of the yield and PUE of silage maize, organomineral fertilizer of animal origin can be used as an alternative to other sources.

Keywords: Phosphorus uptake efficiency, Chemical fertilizer, Leonardite, Organomineral fertilizer, Silage corn, Yield.

Giriş

Hayvan yem maddesi ve gıda sektöründe kullanılmak üzere 2020 yılında Türkiye’de mısır bitkisi 1.21 milyon hektar alanda yetiştirilmektedir. Ülkemizde mısır bitkisinin 2020 yılı ortalama tane verimi 941 kg da⁻¹, silaj verimi 5226 kg da⁻¹ olup ABD ve AB ülkelerine göre düşük düzeydedir (TÜİK, 2021). Mısır bitkisinin verim ve kalitesinin artırılabilmesi diğer kültürel faktörler yanında dengeli gübreleme ile mümkün olur. Bitkisel üretimde

verim ve kalitenin artırılması için kimyasal gübreler ile besin elementleri uygulanmakta ancak toprakta yeterli organik madde bulunmamasından dolayı alım etkinliklerinin istenilen düzeylerde olmadığı belirtilmektedir (Tamer ve ark., 2016; Ordu ve Aşık, 2021). Bu sorunun en iyi çözümü toprağa organik madde eklenmesi şeklinde olmaktadır. Organik madde toprak mikroorganizmaları tarafından biyolojik ve fiziko-kimyasal reaksiyonlarla ayrıştırılıp parçalanması sonucu toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini iyileşmesiyle besin elementlerinin alım etkinliğini artırmaktadır (Ogazi ve Omueti, 2000; Adeoye ve ark., 2008). Ancak çeşitli organik maddelerin kimyasal gübrelerle ilave edilmesiyle üretilen organomineral gübrelerdeki organik madde toprakların fiziksel özelliklerini ve geniş çapta kimyasal ve biyolojik özelliklerini iyileştirmekten ziyade gübre granülü çevresinde çok küçük bir alanda kimyasal ve biyolojik özellikleri iyileştirerek gübre granülünden serbestlenen besin elementlerinin kayıplarının azalmasına ve difüzyon katsayılarının artmasına neden olarak gübrelerle verilen besin elementlerinin alım etkinliğinin artmasını sağlayabilir (Makinde ve ark., 2001; Akande ve ark., 2011; Schoebitz ve Vidal, 2016; Süzer ve Çulhacı, 2016). Organomineral gübrelerin bu özelliğinden dolayı bitki besin elementlerinin yararlılığı ve alım etkinliklerinin artırılması amacıyla kimyasal gübrelerle alternatif olabileceği ifade edilmiştir (Kominko ve ark., 2017). Nitekim fosforlu gübrelerle birlikte verilen hümik ve fülvik asit kaynağı olan leonardit veya K-humatın (hümik asit) toprakta fosforun elverişli miktarının ve bitkilerce alımını arttırdığı belirlenmiştir (Karaçal ve Tüfenkçi, 2010, Erdal ve ark., 2014). Bir diğer çalışma olan Adeoye ve ark., (2008) organomineral gübrelerin uygulamalarının mısır veriminde artışlar meydana getirdiği belirlenmişlerdir. Mısırın kuru madde üzerine kimyasal ve organomineral gübrelerin etkilerini belirlemek için yapmış olan bir diğer çalışmada organomineral gübre uygulandığında kuru maddede % 20 oranında bir artış olduğu bulunmuş ve bu artışın organomineral gübrenin içerisindeki organik maddeden kaynaklandığı ifade edilmiştir (Teixeira ve ark., 2011; Grohskopf ve ark., 2019). Organomineral gübrenin tarımsal ürün veriminin yanısıra toprak özellikleri üzerine yapmış olduğu etkilerde benzer çalışmalarla doğrulanmıştır (Silva ve ark., 2020). Hayvansal kaynaklı organik maddelerinde mısır veriminde tek başına uygulamalarına (Nottfge ve ark., 2005; Kravchenko ve Thelen, 2007) ve kimyasal gübreler ile birlikte kullanımlarında önemli verim artışlarına neden olduğu bulunmuştur. Organomineral gübrelerin organik fraksiyonlarının bitkisel ve hayvansal atıkların tarımsal üretimde kullanılmasıyla ekonomik ve çevresel birçok kazanç sağlanmasına neden olduğu bildirilmiştir (Schmidt Filho ve ark., 2016). Kullanılan fosforlu gübrelerin ürün verimliliği üzerine etkileri her toprak koşulunda % 25'i geçmemektedir (Noor ve ark., 2017). Bu durum tarım topraklarının büyük çoğunluğunda düşük pH, yüksek alüminyum, demir ve mangan çözünürlüğü yada yüksek pH, yüksek kil ve kireç miktarı ve düşük organik madde miktarı yanında bitkilerin gelişme döneminde düşük nem içeriği veya sıcaklığa bağlı olarak fosfor fiksasyonunun fazlalığı ve difüzyon katsayısının düşüklüğü nedeniyle bitkilerce gübre fosforunun alım etkinliği çok düşük olmasından kaynaklanabilir (Gallet ve ark., 2003; Fransson ve ark., 2003; Ahmad ve Rashid, 2004). Kimyasal fosforlu gübrelerle farklı organik kökenli kaynakların ilave edilmesi ile gübrenin özelliklerini iyileştirilerek toprağa uygulanan ve bitki tarafından alınan birim fosfor miktarına bağlı olan ürün verimi yani fosfor kullanım etkinliğinde artış hedeflenmektedir. Fosfor kullanımını arttıracak birim fosforla sağlanan verimliliğin daha düşük miktarlardaki uygulamalarda bile daha yüksek oranda artışlara sebep olacaktır (Trenkel, 2010). Ayrıca uygulanan gübrenin ve miktarının, bitkinin besin elementi kullanım etkinliğine göre

belirlemesi gübrenin ekonomik kullanılması ve çevre kirliliğine etkisi bakımından önem taşımaktadır. Bu çalışma, leonardit ve hayvansal kaynaklı organik madde içeren organomineral gübreler ve bir kimyasal gübre ile farklı miktarlarda fosfor uygulamalarının mısır bitkisinin silaj verimi, besin elementleri içeriğine ve silaj mısırının fosfor alım etkinliğine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Tarla denemesi, 38° 29' - 12° 61' Kuzey paralelleri ve 32° 28' - 35° 66' Doğu meridyenleri arasında yer alan Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü Gözlü Tarım İşletmesi arazisinde sulu koşullarda 2020 yılından bitki vejetasyon süresince fosfor içeriği düşük olan bir toprakta ($P < 8 \text{ mg kg}^{-1}$, Sillanpaa, 1990) yürütülmüştür. Deneme alanının bulunduğu Sarayönü'nde bitki gelişim dönemindeki toplam yağış miktarı 109 mm ve ortalama sıcaklık 20.4 °C olarak belirlenmiştir. Denemenin yürütüldüğü arazinin toprağı killi tın bünyeli, hafif alkalın reaksiyonlu, kireçli, organik madde içeriği düşük ve bitki gelişimini olumsuz yönde etkilemeyecek düzeyde tuzluluğa sahiptir. Toprağın bitkiye elverişli Ca ve Mg miktarı fazla olup K, Mn, Cu, B miktarı yeterli, Fe ($< 2.5 \text{ mg kg}^{-1}$) ve Zn ($< 0.5 \text{ mg kg}^{-1}$) miktarı yetersiz düzeydedir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Deneme yeri toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ve analiz sonuçları

Toprak özellikleri	Birimi	Sonuç	Kaynak
Tekstür sınıfı		Killi tın	Bouyoucos (1951)
pH (1:2.5 Toprak:Su)		8.12	Jackson (1962)
EC (Tuz) (1:5Toprak:Su)	(dS m ⁻¹)	0.78	
CaCO ₃ (Kireç)	(%)	3.33	Hızalan ve Ünal (1966)
Organik madde	(%)	1.66	Smith ve Weldon (1941)
Alınabilir P	mg kg ⁻¹	3.58	Bayraklı (1987) (0.5 N NaHCO ₃)
Ekstrakte edilebilir K	mg kg ⁻¹	227	Bayraklı (1987) (1 N NH ₄ OAc)
Ekstrakte edilebilir Na	mg kg ⁻¹	130	
Ekstrakte edilebilir Mg	mg kg ⁻¹	519	
Ekstrakte edilebilir Ca	mg kg ⁻¹	7264	
Alınabilir Fe	mg kg ⁻¹	2.13	Lindsay ve Norvell (1978) (DTPA+CaCl ₂ +TEA)
Alınabilir Mn	mg kg ⁻¹	5.14	
Alınabilir Cu	mg kg ⁻¹	1.15	
Alınabilir Zn	mg kg ⁻¹	0.26	
Alınabilir B	mg kg ⁻¹	0.60	Cartwright ve ark., (1983)

Tarla denemesi, “72 May 80” silajlık mısır çeşidine Çizelge 2’de belirtilen 10 farklı uygulama konusu, uygulanan gübre kaynakları ve uygulama miktarları dikkate alınarak tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak 30 parselde yürütülmüştür. Deneme yeri toprağının elverişli fosfor miktarı düşük olup bu miktarına göre Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi (2006)’nde silajlık mısır için önerilen 11 kg P₂O₅ da⁻¹ miktarı uygulanması gereken saf fosforun % 100’ünü sağlayacak seviyede alınmış ve uygulanmıştır (Güçdemir,

2006). Çizelge 2’de belirtilen gübre kaynakları (kimyasal gübre; 13-24-12 + 15 SO₃ + 1 Zn, leonardit kaynaklı organomineral gübre; 6-16-6 + % 30 SO₃ + % 0.1 Zn + % 23 organik madde ve hayvansal kaynaklı organomineral gübre; 6-10-6 + % 10 SO₃ + % 0.2 Zn + % 0.3 Fe + % 30 organik madde) ile uygulama miktarları, ekim makinesi ile ekim esnasında banda uygulanmıştır. Denemede fosfor uygulama miktarlarına göre uygulanan gübre kaynaklarından gelen azot miktarı dikkate alınarak mısırın 8 ve 12 yapraklı olduğu dönemlerde sırasıyla 16 ve 9 kg N da⁻¹ olmak üzere toplamda 25 kg N da⁻¹ Üre (% 46 N) gübresi ile verilmiştir.

Çizelge 2. Uygulama konuları, uygulanan gübre kaynakları ve uygulama miktarları

Uygulama konuları	Uygulanan Gübre Kaynakları	Uygulama Miktarları
U ₁	Gübre uygulaması yok	Kontrol (Fosfor uygulaması yapılmamış)
U ₂	Kimyasal gübre (13-24-12 + 15 SO ₃ + 1 Zn)	11 kg P ₂ O ₅ da ⁻¹ (% 100 P ₂ O ₅)
U ₃		8.8 kg P ₂ O ₅ da ⁻¹ (% 80 P ₂ O ₅)
U ₄		6.6 kg P ₂ O ₅ da ⁻¹ (% 60 P ₂ O ₅)
U ₅	Leonardit kaynaklı organomineral gübre (6-16-6 + 30 SO ₃ + 0.1 Zn + 23 organik madde)	11 kg P ₂ O ₅ da ⁻¹ (% 100 P ₂ O ₅)
U ₆		8.8 kg P ₂ O ₅ da ⁻¹ (% 80 P ₂ O ₅)
U ₇		6.6 kg P ₂ O ₅ da ⁻¹ (% 60 P ₂ O ₅)
U ₈	Hayvansal kaynaklı organomineral gübre (6-10-6 +10 SO ₃ + 0.2 Zn + 0.3 Fe + 30 organik madde)	11 kg P ₂ O ₅ da ⁻¹ (% 100 P ₂ O ₅)
U ₉		8.8 kg P ₂ O ₅ da ⁻¹ (% 80 P ₂ O ₅)
U ₁₀		6.6 kg P ₂ O ₅ da ⁻¹ (% 60 P ₂ O ₅)

Denemede ekimde parsel boyutu 840 m² (4.2 m x 200 m) olup kenar tesiri dikkate alınarak 756 m² ‘lik alan parsel biçer-döveri ile hasatta yapılmıştır. Her parselden ayrı ayrı tartımları yapılarak verimleri kaydedilmiş ve dekara silaj verimleri hesaplanarak belirlenmiştir. Her parselden hasatta silaj örnekleri alınmış ve Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü Toprak Gübre ve Bitki Besleme Araştırma Laboratuvarında gerekli ön işlemlerden sonra 70 °C’de hava sirkülasyonlu kurutma dolabında (Elektro-Mag M6040P) sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutularak kuru madde içerikleri belirlenmiştir. Bu örneklerin N miktarı LECO C/N analizatöründe AACC Metot 46-30’da verilen Dumas Combustion Metoduna göre belirlenmiştir. Elde edilen değer 6.25 katsayısı ile çarpımı sonucunda ham protein içeriği hesaplanmıştır (Merrill ve Watt, 1955). Ayrıca örnekler 0.2 g tartılmış ve 5 ml konsantre HNO₃ ve 2 ml H₂O₂ (% 30 w/v) ile mikro dalga cihazında (Cem MarsXpress; CEM Corp; Matthews, NC, USA) yüksek basınç altında (200 PSI) çözündürülmüştür. Analizin güvenilirliğini sağlamak için 40 hücrelik mikrodalga seti içerisine bir adet şahit ve referans materyal olarak bir adet NIST SRM 1573a yaprak örneği ilave edilmiştir. Çözündürülen numunelerin hacimleri deiyonize saf su ile 20 ml’ye tamamlanmıştır. Çözündürülen numuneler mavi bantlı filtre kağıdından süzülüp, süzükteki toplam P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu, Mn ve B miktarları ICP-OES cihazında tespit edilmiş (Usda, 2004) ve ilgili element içerikleri sulandırma faktörü dikkate alınarak hesaplanmıştır. Uygulamaların silaj mısır bitkisinin fosfor alım etkinliği üzerine etkileri (Moll ve ark., 1982) belirlemek için aşağıdaki eşitlikten yararlanılmıştır (Eşitlik 1).

$$\text{Gübre fosforunun alım etkinliği (FAE)} = \frac{\text{Gübre uygulaması ile bitki tarafından alınan fosfor miktarı} - \text{Kontrolde gübre uygulanmaksızın bitki tarafından alınan fosfor miktarı}}{\text{Uygulanan fosfor miktarı}} \quad (1)$$

Elde edilen verilerin istatistiksel analizi JMP istatistik programı (JMP, SAS Institute, Cary, NC) kullanılarak yapılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Uygulamalara bağlı olarak değişmekle birlikte silaj mısırın verimi, kuru madde ve ham protein içeriği üzerine etkileri Çizelge 3’de verilmiştir. Silajın verimi üzerine uygulamaların etkisi % 5, kuru madde ve ham protein içeriği üzerine etkisi % 1 seviyesinde istatistiki bakımdan önemli bulunmuştur. Bitkinin veriminde kontrole (3088 kg da⁻¹) göre %10 (U₆) ile % 13 (U₈) oranlarında azalmalar belirlenirken diğer uygulamalar ile % 7 (U₂) ile % 36 (U₁₀) arasında değişen oranlarda artış belirlenmiştir. Silaj mısırının verimi, kimyasal gübre ile fosforun %100’ünün uygulandığı uygulamaya göre (U₂), organomineral gübre ile fosforun %100’ünün verildiği leonardit kaynaklı uygulamada (U₅) % 3 oranında ve kimyasal gübre ile fosforun % 60’ının uygulandığı uygulamaya göre (U₄), organomineral gübre ile fosforun % 60’ının verildiği hayvansal kaynaklı uygulamada (U₁₀) % 4 oranlarında artışlar, diğer uygulamalarda (U₂ ile U₈; U₃ ile U₆; U₃ ile U₉; U₄ ile U₇) azalmalar bulunmuştur. Kimyasal gübre ve hayvansal kaynaklı organomineral gübre ile 11 kg P₂O₅ da⁻¹ (% 100 P₂O₅) uygulamasına göre fosforun % 80 ve % 60’ının uygulandığı uygulamalarda bitki verimi sırasıyla % 9 ve % 12, % 32 ve % 56 oranlarında arttığı, artan fosfor uygulamalarına bağlı olarak verimde azalmalar olduğu belirlenmiştir. Bu durum fosfor uygulama kaynağı olarak leonardit kaynaklı organomineral gübre uygulamalarında tam tersi olmuş % 18 ve % 2 oranlarında azalmalar belirlenmiştir. En yüksek silaj mısır verimi (4208 kg da⁻¹) hayvansal kaynaklı organomineral gübre ile fosforun % 60’ının uygulandığı uygulaması (U₁₀) ile elde edilmiştir. Nitekim Corrêa ve ark., (2016), yaptıkları bir çalışmada sonucunda bitki veriminin en fazla organomineral gübre + inhibitör > kimyasal gübre + inhibitör ≥ kimyasal gübre > organomineral gübre ≥ organik gübre + inhibitör ≥ organik gübre uygulamalarında elde ettiklerini ifade etmişlerdir.

Çizelge 3. Uygulamaların silaj mısırın verimi, kuru madde ve ham protein içeriği üzerine etkileri

Uygulamalar	Verim (kg da ⁻¹)	Kuru Madde İçeriği	Ham Protein İçeriği
		----- (%) -----	
U ₁	3088* abc	35.57 C	15.79 D
U ₂	3312 abc	36.25 C	17.73 BC
U ₃	3616 abc	51.97 A	18.23 B
U ₄	4032 abc	35.70 C	18.08 B
U ₅	3408 abc	38.04 BC	17.16 C
U ₆	2784 bc	41.51 B	17.54 BC
U ₇	3344 abc	39.29 BC	17.85 BC
U ₈	2693 c	36.72 BC	17.08 C
U ₉	3556 abc	37.28 BC	17.77 BC
U ₁₀	4208 a	41.33 B	19.19 A

*, Değerler 3 tekrerrün ortalamasıdır. A, B: p<0.01; a, b: p<0.05

Silaj mısırın kuru madde içeriği, uygulamalara bağlı olarak değişmekle birlikte kontrole (U_1) göre, % 0.4 (U_4) ile (U_3) % 46 arasında değişen oranlarda artışlara neden olmuştur. En yüksek bitki kuru madde içeriği kimyasal gübre ile fosforun % 100'ünün verildiği U_2 uygulamasında elde edilmiş, en düşük ise kimyasal gübre ile fosforun % 60'ının verildiği U_4 uygulamasında elde edilmiştir. Silaj mısırın kuru madde içeriği % 35.57 ile % 51.97 arasında değişmekte olup yapılan çalışmalarda da belirtilen değerler olan % 28-48 (Bagg, 2007) ve % 44.4'ten daha fazla (Arslan ve ark., 2017) olması nedeniyle çalışmamızdaki değerlerin de uygun olduğunu göstermektedir. Silaj mısırın kuru madde içeriğinin yüksek olmasının nedenini mısır tanelerinin olgunlaşması sırasında diğer kısımlarının da hızlı bir şekilde kurumamasından kaynaklanabileceği Bagg, (2007) tarafından belirtilmiştir.

Silaj mısırın ham protein içeriği kontrole göre % 8 (U_8) ile % 22 (U_{10}) arasında değişen oranlarda artmakla birlikte uygulanan gübre miktarları ve kaynaklara göre değişmektedir. Ham protein içeriği en yüksek hayvansal kaynaklı organomineral gübre ile dekara 6.6 kg P_2O_5 uygulaması yani; fosforun % 60'ının uygulanması (U_{10}) ile elde edilmiştir. Fosforun %100'ünün kimyasal gübre ile uygulandığı U_2 uygulamasına (% 17.73) göre fosforun organomineral gübrelerle uygulandığı uygulamalarında U_5 , U_6 ve U_8 uygulamalarında azalmalar belirlenirken U_3 , U_4 , U_7 , U_9 ve U_{10} uygulamalarında artışlar belirlenmiştir. Hayvansal kaynaklı organomineral gübre uygulamalarının ortalaması olarak bitki ham protein içeriği, leonardit kaynaklı organomineral gübre uygulamalardan daha fazla olmuştur. Nitekim Gong ve ark., (2009), hayvansal organomineral gübre uygulamasında meydana gelen bu artışın hayvansal kaynaklı organik maddenin mineralizasyonu sonucu açığa çıkan ve topraktaki yararlılığı artıran azottan kaynaklandığını bildirmişlerdir.

Çizelge 4. Uygulamaların silaj mısırın makro element (P, K, Ca ve Mg, %) içeriği üzerine etkileri

Uygulamalar	P	K	Ca	Mg
	----- (%) -----			
U_1	0.24* c	1.56 E	0.81	0.33
U_2	0.29 b	2.10 CD	0.76	0.31
U_3	0.32 ab	2.10 CD	0.75	0.31
U_4	0.31 ab	2.46 B	0.86	0.36
U_5	0.30 ab	2.65 B	0.70	0.28
U_6	0.29 b	2.13 C	0.70	0.29
U_7	0.33 a	2.57 B	0.83	0.36
U_8	0.30 ab	1.93 CD	0.88	0.32
U_9	0.30 ab	1.82 DE	0.81	0.31
U_{10}	0.31 ab	2.94 A	0.84	0.34

*, Değerler 3 tekerrürün ortalamasıdır. A, B: $p < 0.01$; a, b: $p < 0.05$

Mısır silajının P, K, Ca ve Mg içerikleri uygulamalara bağlı olarak değişmekle birlikte bitki P içeriği ($p < 0.05$) ve K içeriği ($p < 0.01$) üzerine etkileri istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4). Silaj mısırın en yüksek fosfor içeriği (% 0.33) leonardit kaynaklı organomineral gübre ile fosforun % 60'ının uygulanmasıyla elde edilmiş olup bunu sırasıyla $U_7 > U_3 > U_{10} = U_4 > U_5 = U_8 = U_9 > U_6 = U_2$ uygulamaları takip etmiştir. Silaj

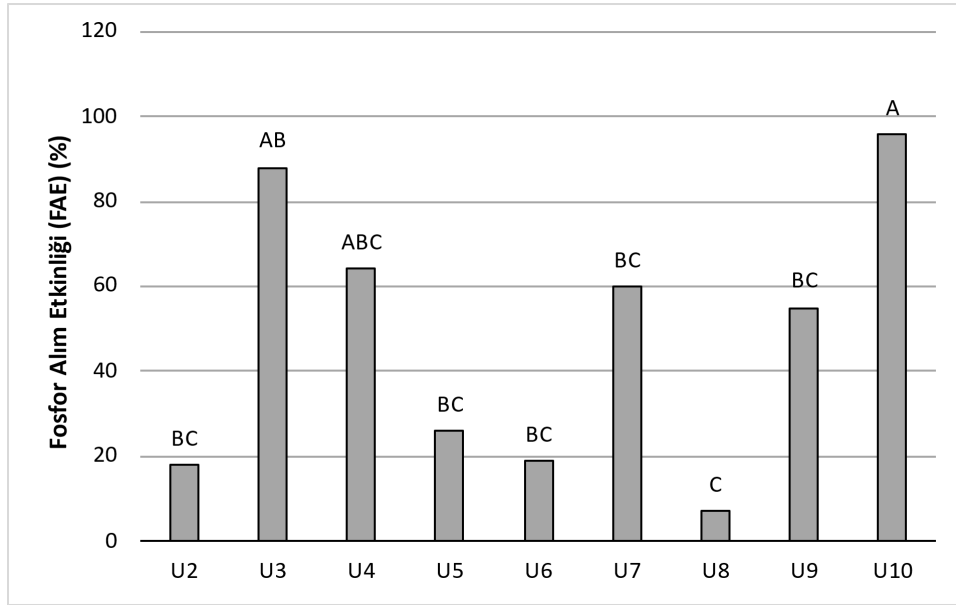
mısırında P içeriği kontrole göre en düşük artış % 21 oranında olup kimyasal gübre ile fosforun % 100'ünün uygulanması (U₂) ve leonardit kaynaklı organomineral gübre ile fosforun % 80'inin verildiği uygulamalar (U₇) ile elde edilmiştir. Bitkinin fosfor içeriği kontrol hariç kimyasal gübre ile fosforun %100'ünün verildiği uygulama (U₂) ile leonardit kaynaklı organomineral gübre uygulaması (U₆) istatistiki bakımdan aynı grupta (b) yer almakta olup diğer kimyasal ve organomineral gübre uygulamaları arasındaki farklar önemli bulunmuştur (Çizelge 4). Nitekim Akanni ve ark., (2011) tarafından yapılan bir çalışmada organomineral gübre uygulamaları ile mısır bitkisinin fosfor içeriğinin kontrole göre azaldığını belirlemişlerdir. Silaj mısırın en yüksek potasyum içeriği (% 2.94) leonardit kaynaklı organomineral gübre ile fosforun % 60'ının uygulanmasıyla elde edilmiş olup bunu leonardit kaynaklı organomineral gübre ile fosforun % 100'ünün uygulanması ve leonardit kaynaklı organomineral gübre ile fosforun % 60'ının uygulanması takip etmiştir. Leonardit kaynaklı organomineral gübre uygulamaları ile silaj mısırın potasyum içeriği diğer uygulamalara göre daha yüksek çıkmıştır. Bitkinin Ca ve Mg içeriği uygulamalara bağlı olarak değişmektedir (Çizelge 4).

Çizelge 5. Uygulamaların silaj mısırın mikro besin elementi (Fe, Zn, Cu, Mn ve B, mg kg⁻¹) içeriği üzerine etkileri

Uygulamalar	Fe	Zn	Cu	Mn	B
	----- (mg kg ⁻¹) -----				
U ₁	73.42* d	36.67	22.73	87.43	39.06
U ₂	95.65 bcd	45.54	24.24	89.83	45.21
U ₃	136.15 a	42.07	26.02	82.83	48.91
U ₄	98.69 a-d	39.59	22.77	97.05	53.15
U ₅	112.14 abc	40.12	23.01	83.24	45.05
U ₆	91.49 cd	41.14	22.71	79.64	46.40
U ₇	133.51 ab	42.42	23.29	104.64	43.14
U ₈	128.44 abc	46.16	22.40	125.09	43.33
U ₉	118.17 abc	43.68	24.91	95.10	46.67
U ₁₀	94.61 cd	47.54	24.87	95.07	47.16

*, Değerler 3 tekerrürün ortalamasıdır. a, b: p<0.05

Kimyasal gübre ve organomineral gübre (leonardit ve hayvansal kaynaklı) uygulamalarının mısır silajının Fe, Zn, Cu, Mn ve B içerikleri genel olarak kontrole göre artmakla birlikte en fazla artış Fe içeriğinde olup bunu sırasıyla Mn, B, Zn ve Cu içerikleri takip etmiştir. Bitkinin Fe içeriği üzerine uygulamaların etkisi istatistiki bakımdan (p<0.05) önemli bulunmuştur. Leonardit ve hayvansal kaynaklı organomineral gübre ve kimyasal gübre uygulamalarının Fe içeriğinde en yüksek % 80 P₂O₅ içeren kimyasal gübre uygulaması olan U₃ uygulamasında (136.15 mg kg⁻¹) elde edilirken, bunun azalan oranlarda uygulanan organomineral gübreler (U₇>U₈=U₉=U₅) takip etmiştir (Çizelge 5). Silaj mısırın mikro besin elementi içerikleri, kimyasal ve hayvansal kaynaklı organomineral gübre uygulamalarında leonardit kaynaklı organomineral gübre uygulamalarına göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Nitekim Adiloğlu ve Adiloğlu, (2017) tarafından yapılan bir çalışmada hayvansal kaynaklı gübre uygulamaları ile bitkinin Fe, Cu, Zn ve Mn içeriklerinin arttığını bildirilmiştir.



Şekil 1. Uygulamaların silaj mısırın fosfor alım etkinliği üzerine etkileri

Gübre fosforunun alım etkinliği uygulamalara bağlı değişimler istatistiki bakımdan ($p < 0.01$) önemli bulunmuş olup ortalama % 46 olarak belirlenmiştir (Şekil 1). En yüksek fosfor alım etkinliği hayvansal kaynaklı organomineral gübre ile fosforun % 60'ının uygulanmasıyla elde edilmiş olup bunu sırasıyla $U_3 > U_4 > U_7 > U_9 > U_5 > U_6 > U_2 > U_8$ uygulamaları takip etmiştir. Kimyasal ve leonardit ve hayvansal kaynaklı organomineral gübre ile dekara 11, 8.8 ve 6.6 kg P_2O_5 fosforun silaj mısırın fosfor alım etkinliği ortalama olarak % 17, % 54 ve % 73 olarak belirlenmiştir. Bitkinin fosfor alım etkinliği organomineral gübre uygulamalarında kimyasal gübre uygulamalarına göre daha yüksek bulunmuştur. Fosforun % 100'ünün verildiği uygulamalarda (U_2 , U_5 ve U_8) silaj mısırın fosfor alım etkinliği (% 26) en yüksek leonardit kaynaklı organomineral gübre uygulamasıyla elde edilmiştir. Fosforun % 80'inin uygulandığı uygulamalarda (U_3 , U_6 ve U_9) silaj mısırın fosfor alım etkinliği (% 88) en yüksek kimyasal kaynaklı gübre uygulamasıyla elde edilmiştir. Fosforun % 60'ının verildiği uygulamalarda (U_4 , U_7 ve U_{10}) silaj mısırın fosfor alım etkinliği (% 96) en yüksek hayvansal kaynaklı organomineral gübre uygulamasıyla elde edilmiştir.

Bitkide fosforun alım etkinliği uygulama kaynakları (kimyasal, leonardit ve hayvansal kaynaklı organomineral gübre) hatta uygulanan fosfor miktarlarına bağlı olarak değişmektedir. Genel olarak azalan miktarda fosfor uygulamaları ile fosforun alım etkinliğinin arttığı belirlenmiştir. Nitekim Dahlen (2021) tarafından yapılan bir çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Yapılan çalışmalarda (Fernández, 2009; Cordell ve White, 2013; Yılmaz ve ark., 2020) bitkilerin fosfor alım etkinliği % 10-30 arasında değiştiği bildirilmiştir ki çalışmamızda dekara hayvansal kaynaklı organomineral gübre ile 11 kg P_2O_5 uygulaması dışındaki tüm uygulamalar belirtilen aralığın içerisinde hatta daha fazla olabileceğini göstermektedir.

Sonuç

Tarla koşullarında fosfor içeriği düşük olan bir alanda silaj mısırın verimi, besin element içeriği ve fosforun alım etkinliği (FAE) üzerine kimyasal ve organomineral (leonardit ve hayvansal kaynaklı) gübre ile farklı miktarlarda fosfor uygulamalarının etkileri karşılaştırılmış ve uygulanan gübre yanında fosfor miktarına bağlı olarak bu parametrelerin değiştiği belirlenmiştir. Tarımsal üretimde önemli bir kaba yem kaynağı olan silaj mısırın verimi, besin element içeriği yanında fosfor alım etkinliği bakımından hayvansal kaynaklı organomineral gübre ile uygulanması gereken fosforun % 60'ının yani; dekara 6.6 kg P₂O₅ uygulamasının diğer uygulamalara göre daha uygun olduğu bulunmuştur. Ayrıca organik madde içeriği bakımından fakir olan tarım topraklarımızda, bünyesinde organik madde olan organomineral gübre kullanımı ile gerek toprağın organik madde içeriğine katkısı gerekse silaj mısırın gelişimi ve beslenmesini artırması bakımından kimyasal gübreye alternatif bir kaynak olabileceği söylenebilir. Ancak bu konuda daha geniş kapsamlı çalışmaların yapılması gerekmektedir.

Teşekkür

Ülkemizde, organomineral gübrelerin bitki gelişimi ve beslenmesine etkisi ile ilgili bilgi eksikliğinin giderilmesine katkı sağlamak için bu çalışmanın yürütülmesini sağlayan Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğüne (TİGEM), aynı kurumun Bitkisel Üretim Daire Başkanlığına, Gözlü işletmesinde emeği geçenlere teşekkür ediyoruz. Yazarlar çalışmaya ortak katkı sağlamış ve yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır. Yapılan bu çalışmada yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamakta olup bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir. Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır.

Kaynakça

- AACC, I., 2000. Approved Methods of the AACC, *Association of Cereal Chemists*, St. Paul.
- Adeoye, G. O., Adeoluwa, O. O., Oyekunle, M., Sridhar, M. K. C., Makinde, E. A. and Olowoake, A. A. 2008. Comparative evaluation of organo-mineral fertilizer (OMF) and mineral fertilizer (NPK) on yield and quality of maize (*Zea mays* (L)) Moench. *Nigerian Journal of Soil Science*, 18, 141-147.
- Adiloğlu, A. ve Adiloğlu, S. 2017. Artan Miktarlarda Leonardit ve Çiftlik Gübresi Uygulamalarının Çavdar (*Secale cereale* L.) Bitkisinin Gelişimi ve Bazı Bitki Besin Elementi İçerikleri Üzerine Etkisi.
- Ahmad, N. and Rashid, M. 2004. Fertilizer and their use in Pakistan. *Govt. of Pakistan Planning and Development Div.* NFDC. Islamabad.
- Akande, M. O., Makinde, E. A., and Otuwe, M. O. 2011. Dry matter partitioning of sesame and nutrient dynamics with organic and inorganic fertilizers. *Tropical and subtropical agroecosystems*, 14(3), 1063-1069.

- Akanni, D. I., Ojeniyi, S. O. and Awodun, M. A. 2011. Soil properties, growth, yield and nutrient content of maize, pepper and amaranthus as influenced by organic and organomineral fertilizer. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 11, 1074-1078.
- Arslan, M., Erdurmuş, C., Mehmet, Ö. T. E. N., Aydınoglu, B. ve Çakmakçı, S. 2017. Mısır (*Zea mays* L.) ile *Leucaena leucocephala* L. bitkisinin karıştırılmasıyla hazırlanan silajların besin değerinin belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 54(1), 101-106.
- Bagg, J., Stewart, G. and Wright, T. 2007. *Harvesting corn silage at the right moisture*. OMAFRA.
- Bayraklı, F., 1987. Toprak ve bitki analizleri. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Yayın no: 17, s: 7.
- Bouyoucos, G. J. 1951. A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of soils 1. *Agronomy journal*, 43(9), 434-438.
- Cartwright, B., Tiller, K. G., Zarcinas, B. A. and Spouncer, L. R. 1983. The chemical assessment of the boron status of soils. *Soil Research*, 21(3), 321-332.
- Cordell, D. and White, S. 2013. Sustainable phosphorus measures: strategies and technologies for achieving phosphorus security. *Agronomy*, 3(1), 86-116.
- Corrêa, J. C., Grohskopf, M. A., Nicoloso, R. D. S., Lourenço, K. S., and Martini, R. 2016. Organic, organomineral, and mineral fertilizers with urease and nitrification inhibitors for wheat and corn under no-tillage. *Pesquisa agropecuária brasileira*, 51, 916-924.
- Dahlen, L. 2021. *Impacts of Breeding on Maize Hybrid Phosphorus Efficiency and Root Responses to Phosphorus Stress*. Doctoral dissertation, University of California, Davis.
- Erdal, İ., Küçükyumuk, Z., Taplamacıoğlu, D. ve Toftar, B. 2014. Kireçli bir toprakta humik ve fulvik asit uygulamalarının domatesin gelişimi ve beslenmesine etkileri. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 2(2), 70-74.
- Fernández, M. C., Belinque, H., Boem, F. G. and Rubio, G. 2009. Compared phosphorus efficiency in soybean, sunflower and maize. *Journal of plant nutrition*, 32(12), 2027-2043.
- Fransson, A. M., van Aarle, I. M., Olsson, P. A. and Tyler, G. 2003. *Plantago lanceolata* L. and *Rumex acetosella* L. differ in their utilisation of soil phosphorus fractions. *Plant and Soil*, 248(1), 285-295.
- Gallet, A., Flisch, R., Ryser, J. P., Frossard, E. and Sinaj, S. 2003. Effect of phosphate fertilization on crop yield and soil phosphorus status. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 166(5), 568-578.
- Güçdemir, İ. H. 2006. Türkiye gübre ve gübreleme rehberi. Güncelleştirilmiş ve genişletilmiş 5. Baskı. *Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları*.
- Gong, W., Yan, X., Wang, J., Hu, T. and Gong, Y. 2009. Long-term manure and fertilizer effects on soil organic matter fractions and microbes under a wheat–maize cropping system in northern China. *Geoderma*, 149(3-4), 318-324.

- Grohskopf, M. A., Corrêa, J. C., Fernandes, D. M., de Melo Benites, V., Teixeira, P. C., and Cruz, C. V. 2019. Adubação fosfatada com fertilizante organomineral em cultivo de milho em Nitossolo Vermelho com elevado teor de fósforo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 54(X), 00434.
- Hızalan, E. ve Ünal, H. 1966. Topraklarda Önemli Analizler. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, 278, 5-7.
- Jackson, M. L. 1962. Soil Chemical Analysis. Prentice Hall, Inc. Englewood Cliff, New York, USA.
- Karaçal, İ. and Tüfenkçi, Ş. 2010. Bitki Beslemede Yeni Yaklaşımlar ve Gübre-Çevre İlişkisi.
- Kominko, H., Gorazda, K. and Wzorek, Z. 2017. The possibility of organo-mineral fertilizer production from sewage sludge. *Waste and Biomass Valorization*, 8(5), 1781-1791.
- Kravchenko, A. G. and Thelen, K. D. 2007. Effect of winter wheat crop residue on no-till corn growth and development. *Agronomy Journal*, 99(2), 549-555.
- Lindsay, W. L., and Norvell, W. A. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper. *Soil science society of America journal*, 42(3), 421-428.
- Makinde, E. A., Akande, M. O. and Agboola, A. A. 2001. Effects of Fertilizer type on Performance of melon in a Maize-melon Intercrop. *ASSET series*, 1, 151-158.
- Merrill, A. L. and Watt, B. K. 1955. *Energy value of foods: basis and derivation* (No. 74). Human Nutrition Research Branch, Agricultural Research Service, US Department of Agriculture.
- Moll, R. H., Kamprath, E. J. and Jackson, W. A. 1982. Analysis and interpretation of factors which contribute to efficiency of nitrogen utilization 1. *Agronomy journal*, 74(3), 562-564.
- Nottfige, D. O., Ojeniyi, S. O. and Asawalam, D. O. 2005. Comparative effect of plant residues and NPK fertilizer on nutrient status and yield of maize (*Zea mays* L.) in a humid ultisol. *Nigerian Journal of Soil Science*, 15, 1-8.
- Noor, S., Yaseen, M., Naveed, M. and Ahmad, R. 2017. Use of controlled release phosphatic fertilizer to improve growth, yield and phosphorus use efficiency of wheat crop. *Pak. J. Agri. Sci.*, 54(4), 541-547.
- Ogazi, J. N. and Omuetti, J. A. I. 2000. Waste utilization through organo-mineral fertilizer production in south western Nigeria. In *Animal, Agricultural and Food Processing Wastes. Proceedings of the Eighth International Symposium, Des Moines, Iowa, USA, 9-11 October, 2000* (pp. 640-647). American Society of Agricultural Engineers.
- Ordu, D. ve Aşık, B. B. 2021. Mısır tarımı yapılan toprakların verimlilik durumu (Yolağzı Bölgesi-Karacabey/Bursa Örneği). *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 35(1), 145-161.
- Schmidt Filho, E. D. I. S. O. N., Gonçalves, J. C., Matos, N. C. D. S. and De Azevedo, R. E. C. 2016. Redução dos impactos ambientais do setor sucroalcooleiro com a utilização da torta de filtro na adubação do solo. *Revista Uningá Review*, 27(3).
- Schoebitz, M. and Vidal, G. 2016. Microbial consortium and pig slurry to improve chemical properties of degraded soil and nutrient plant uptake. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 16(1), 226-236.

- Sillanpaa, M. 1990. *Micronutrient assessment at the country level: an international study*.
- Silva, R., Lana, R. M. Q., Mageste, J., Oliveira, G. N. and Magela, M. L. M. J. J. o. A. S., 2020. Phosphate Organomineral Fertilizer Usage Compared to Mineral Phosphate in Corn Cultivation. 12 (7).
- Smith, H. W. and Weldon, M. D. 1941. A comparison of some methods for the determination of soil organic matter. *Soil Science Society of America Journal*, 5(C), 177-182.
- Süzer, S. ve Çulhacı, E. 2016. Effects of Different Organomineral and Inorganic Compound Fertilizers on Seed Yield and Some Yield Components of Sunflower (*Helianthus Annuus L.*), 19th International Sunflower Conference, Edirne, Turkey, 881-885.
- Tamer, N., Başalma, D., Türkmen, C. ve Namlı, A. 2016. Organik toprak düzenleyicilerin toprak parametreleri ve ayçiçeği (*Helianthus annuus L.*) bitkisinin verim ve verim öğeleri üzerine etkileri. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 4(1), 11-20.
- Teixeira, W. G. 2011. *Produção de matéria seca, teor e acúmulo de nutrientes em plantas de milho submetidas à adubação mineral e organomineral*. In Congresso brasileiro de ciências do solo.
- Trenkel, M. E. 2010. *Slow-and controlled-release and stabilized fertilizers: an option for enhancing nutrient use efficiency in agriculture*. IFA, International fertilizer industry association.
- TÜİK, 2021. Türkiye İstatistik Kurumu Bitkisel Üretim İstatistikleri, www.tuik.gov.tr. (Erişim tarihi: 16.05.2021)
- Usda, N. 2004. The Plant Database, Version 3.5. National Plant Data Center, Baton Rouge, LA 70874-4490 USA.
- Yılmaz, F., Gezgin, S. ve Korkmaz, A. 2020. Organomineral ve kimyasal gübre ile farklı fosfor uygulamalarının silaj mısırın verimi ve fosfor kullanım etkinliği üzerine etkileri. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 36(2), 268-275.



Türkiye'de İyi Tarım Uygulamalarının Değerlendirilmesi: Fındık Üreticilerinden Bir Bakış^A

Mustafa TÜCCAR¹, Şule TURHAN², Asuman CANSEV^{3*}

Öz: Bu çalışma Türkiye'de Sakarya İli Kocaali İlçesi'nde üretim yapan fındık üreticilerinin iyi tarım uygulamaları (İTU) yaparak elde ettiği avantajların belirlenmesi ve İTU'nun fındık üretimine etkilerinin saptanması amacıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırma alanı olarak, Kocaali İlçesi'nde fındık üretim faaliyetinde bulunan 524 üretici ile anket çalışması yapılmıştır. İTU kapsamında olan 262 üretici ve İTU kapsamında olmayan 262 üretici olmak üzere toplam 524 fındık üreticisi ile yüz yüze görüşülmüştür. Anket sorularıyla üreticilerin demografik özellikleri tespit edilerek, üreticilere, İTU kapsamında konu ile ilgili görüşleri (uygulamalardan nasıl haberdar oldukları, nasıl karar verdikleri, yaşadığı sorunlar vb) ve uygulanabilirliği, üretici nezdinde zorlukları, avantaj ve dezavantajları üzerine sorular yönlendirilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, bölgede fındık üreticilerinin büyük bölümü (%66.4) 30 yıldan daha uzun süredir fındık yetiştiriciliği yapmaktadır. Fındık üreticilerinin %95.1'i ilköğretim ve lise düzeyinde eğitim görmüşlerdir. İTU kapsamında olan fındık üreticilerinin olmayanlara göre eğitim seviyeleri daha yüksektir. İTU yapan üreticilerin sisteme dahil olmalarının temel gerekçesinin maddi desteklerden faydalanabilmek (yaklaşık %98) olduğu ortaya çıkmıştır. İTU kapsamında olmayanların yaklaşık %60'ı ise, pratikte uygulama imkânının olmaması, konu hakkında

^A Bu çalışma Mustafa Tüccar'ın "Fındık Üretiminde İyi Tarım Uygulamaları Sakarya İli, Kocaali İlçesi Örneği" isimli yüksek lisans tezinin bir bölümünü içermektedir. Araştırma için etik uygulama izni Bursa Uludağ Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırma ve Etik Kurulu'ndan 24.09.2021 tarihli E-92662996-044-28959 sayılı kararla alınmıştır. Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır.

* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** ³ Asuman Cansev Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Bursa Türkiye, auslu@uludag.edu.tr, [OrcID 0000-0002-3353-846X](https://orcid.org/0000-0002-3353-846X)

¹ Mustafa Tüccar Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Bitkileri Anabilim Dalı, Bursa, Türkiye, mustafatuccar@gmail.com, [OrcID 0000-0003-4866-1871](https://orcid.org/0000-0003-4866-1871)

² Şule Turhan Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Bursa Türkiye, sbudak@uludag.edu.tr, [OrcID 0000-0003-3092-5023](https://orcid.org/0000-0003-3092-5023)

bilgilerinin olmaması ve her aşamada denetlendiği için sisteme dahil olmadıklarını belirtmişlerdir. Üreticilerin İTU ile birlikte üretim metotlarında, ilaçlama gübreleme gibi temel uygulamada daha bilinçli hareket ettikleri tespit edilmiştir. Zirai ilaç dolabı kullanımı, ecza dolabı kullanımı, ilaçlama maskesi kullanımı ve benzeri durumlarda İTU kapsamında olan üreticilerin İTU kapsamında olmayan üreticilere göre daha bilinçli olduğu gözlemlenmiştir. Aynı zamanda, İTU yapan üreticilerin daha fazla fındık verimi elde ettiklerini beyan etmeleri bu sistemin oldukça yararlı olduğunu göstermiştir. Araştırma sonuçları, fındık üretiminde İTU'nun sürdürülebilir tarım açısından pekçok olumlu avantajlarını ortaya koymuştur.

Anahtar Kelimeler: İyi tarım uygulamaları (İTU), fındık üretimi, Sakarya ili, Kocaali ilçesi, sürdürülebilirlik.

Evaluation of Good Agricultural Practices in Turkey: Perspective from Hazelnut Producers

Abstract: The present study was conducted in order to determine the advantages possessed by the farmers in Kocaali province, Sakarya, Turkey, who performed hazelnut production by following Good Agricultural Practices (GAP) and the effects of GAP on hazelnut production. The study was undertaken by performing face-to-face surveys on 524 hazelnut producers, 262 of whom followed GAP and 262 did not, in Kocaali province. The survey contained questions with regard to determining demographic profiles, the farmers' opinions on GAP (how they were aware of it, what affected their decision, problems encountered, etc.) and GAP's feasibility, challenges, advantages and disadvantages. Results revealed that, a major proportion (66.4%) of hazelnut farmers in the area have been producing hazelnut for a period of longer than 30 years. It was found that 95.1% of hazelnut producers were graduates of elementary school and high school, and educational level of hazelnut producers who followed GAP was greater than those who did not. Principal reason (98%) of farmers who followed GAP was to receive financial support provided by the government. A major proportion (60%) of those who did not follow GAP declared such reasons as; no means of application in practice, lack of information and hassles of inspection at each step of production. Results of the study also revealed that the farmers acted more conscious during such stages of production as manuring and pest control. Hence, farmers who followed GAP were determined to behave in a more conscious way in using agricultural drug and first-aid cabinet as well as wearing a face mask during pest control compared to those who did not follow GAP. In addition, the fact that GAP farmers obtained a greater yield suggested that GAP is an efficient way of hazelnut production. Therefore, our study showed that GAP had many advantages for sustainable agriculture in hazelnut production.

Keywords: Good agricultural practices (GAP), hazelnut production, Sakarya city, Kocaali province, sustainability.

Giriş

Hızla büyüyen dünya nüfusunun gıda ihtiyacını karşılamak amacıyla tarımsal faaliyetlerde değişen üretim metotları üretimde yoğun kimyasal gübre ve ilaç kullanımı sonucunu doğurmuştur (Rehber, 1991; Aba ve Işın, 2014; Sanlier ve Baser, 2020). Tarımsal ürünlerin kalitesi ve ayrıca gıda güvenliği tarımsal üretimin sürdürülebilirliğini belirleyen ana faktörlerdir. Pestisit ve ağır metal kalıntıları veya mikrobiyal kirleticiler gibi üretimden başlayarak gıda zincirinin farklı aşamalarında risk oluşturan çeşitli faktörler vardır (Brandl, 2006; Newell ve ark., 2010; Wuana ve Okieimen, 2011; Carvalho, 2017). Birim alandan en yüksek düzeyde verim alınmasını hedefleyen entansif tarım ekolojik sistemde olumsuzluklar meydana getirmiş ve tarımsal üretimin çeşitli basamaklarında izlenebilir yöntemlerin uygulanması zorunluluğu olmuştur. Öte yandan, bilinçsiz ve kontrolsüz kullanılmalarından kaynaklanan pestisit kalıntıları nedeniyle ihracat olumsuz yönde etkilenmiş ve bazı dönemlerde de tamamen durmuştur. Aynı zamanda, tüketici taleplerinin değişmesi sonucunda üretim teknikleri de değişmiş ve tarladan sofraya izlenebilir üretim metotlarının gelişmesi sağlanmıştır. Tarım ürünleri dış ticaretini etkileyen en son gelişme, Dünya Ticaret Örgütü (World Trade Organization-DTÖ) tarafından gerçekleştirilen ve “Hayvan ve Bitki Sağlığı” konusunda yapılan uluslararası anlaşma olmuştur. Bu anlaşma ile uluslararası standartların korunması amacıyla gıda güvenliğine ilişkin bazı düzenlemelerin yapılması öngörülmüştür. Sağlık ve Bitki Sağlığı Anlaşması (Sanitary and Phytosanitary Measure- SPS)’nin ilki gıdalarda Kritik Kontrol Noktalarında Tehlike Analizi (HACCP- The Hazard Analysis and Critical Control Point) iken diğeri yaş meyve ve sebze de uygulanan “İyi Tarım Uygulamaları (İTU)” anlamına gelen GAP (Good Agricultural Practices)’tir (Sayın ve Mencet, 2009). İyi Tarım Uygulamaları (İTU); İnsan sağlığına zararlı kimyasal, mikrobiyolojik, fiziksel kalıntılar içermeyen bir üretim şeklidir. Çevreyi kirletmeden veya doğal dengeye zarar vermeden üretilen, üretimi sırasında üretimle ilgili insanların veya diğer canlıların refahının olumsuz olarak etkilenmediği, tüketicinin bulunduğu ülkenin tarımsal mevzuatı ve ürünün yetiştirildiği ülkenin tarımsal mevzuatına uygun olarak yapılan ve tüm bu işlemlerin kayıt altına alındığı kontrollü ve sertifikalı bir üretim şeklidir (Anonim, 2021a). İyi tarım uygulamaları, topraktan sofraya kadar uzanan bütün üretim ve pazarlama aşamalarını kapsar. Standardın uygulandığı ürünler yaş meyve ve sebze ağırlıklı olup, ayrıca süs bitkileri, çay, fide, fidancılık ve tarla bitkilerinde de sertifikalandırma işlemlerinin yapıldığı görülmektedir. Türkiye’de İTU desteklemeleri 2007 yılında başlamış ve günümüzde de devam etmektedir (Anonim, 2021b). Tüm dünyada çevre sorunlarının önlenmesinde öncelikle sürdürülebilir tarım sistemleri hedef alınmaktadır. Bu nedenle iyi tarım uygulamaları gibi sürdürülebilir tarım uygulamalarına yönelik yapılan bilimsel çalışmaların sayısı da her geçen gün artmaktadır. Yapılan araştırmalarda üreticilerin iyi tarım uygulamalarına olan bakış açıları, bilgi düzeyleri ve uygulama isteklilikleri bölgesel olarak değerlendirilmektedir. Örneğin Doğan ve Tümer 2019 yılında Kahramanmaraş İli’nde üreticilerin İTU’ya katılma istekliliklerini etkileyen değişkenleri belirlemeye çalışmışlar ve hane halkı birey sayısı fazla, arazi varlığı az, tarım dışı işte de çalışan üreticilere İTU hakkında bilgi verilmesi gerektiğini tespit etmişlerdir. Sayın ve ark. tarafından 2015 yılında yapılan bir başka araştırma ise, Antalya İli’nde İTU sertifikasıyla üretim yapan ve yapmayan örtüaltı sebze yetiştiricisi işletmelerle görüşülmüştür. Araştırmada çiftçilerin İTU durumu ile tarım dışı işinin varlığı, sosyal güvence durumu, tarımsal

örgütlere üyelik ve örgütte görev alma, teknik elemanlarla görüşme sıklığı ve diğer tarımsal desteklerden yararlanma durumu arasında anlamlı bir ilişki olduğu saptanmıştır. Ayrıca, devlet desteğinin İTU yapmada teşvik edici etkisi olduğu tespit edilmiş, destekleme uygulamasına devam edilmesi ve bu konuda üreticilere yönelik düzenlenen eğitimlerin etkin bir biçimde sürdürülmesi önerilmiştir.

Fındık, badem, ceviz, antepfıstığından sonra dünyada en yaygın yetiştiriciliği yapılan, sert kabuklu meyve türüdür. Son verilere göre dünyada yaklaşık 1 000 231 ha alanda, 1 125 178 ton fındık üretimi yapılmaktadır. Ülkemiz de ise 734 409 ha alanda 776 046 ton üretim gerçekleştirilmektedir. Dünya fındık dikim alanlarının ortalama %73'ü Türkiye'dedir. Türkiye'yi sırasıyla İtalya (%11), Azerbaycan (%6) ve Çin (%4) takip etmektedir (FAO, 2021). Bu verilere göre, ülkemiz fındık üretimi bakımından dünyanın en önemli ülkesi konumundadır. Dolayısıyla en önemli ihracat ürünlerimizden biri olan fındıkta İTU'nun uygulanması ve yaygınlaştırılması için yapılacak çalışmalar büyük önem arz etmektedir. Bu çalışma Sakarya İli'nin Kocaali ilçesinde faaliyet gösteren toplam 524 üretici ile (262 üretici İTU kapsamında olan ve 262 üretici İTU kapsamında olmayan) yürütülmüştür. Çalışmada İTU'nun fındık üretimi yapan üreticiler üzerindeki etkileri, İTU'nun etkinliği, yararı, yararlılığı, avantaj ve dezavantajları tartışılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Çalışmada veri toplama aracı olarak anket uygulaması gerçekleştirilmiştir. Literatür araştırması sonrasında edinilen bilgiler ışığında anket soruları oluşturulmuştur. Araştırma için hazırlanan anket sorularının bir kısmı konuyla ilgili çeşitli araştırmalara (Crucefix, 1998; McIver, 2004) dayanılarak hazırlanmış bazı sorular ise araştırmanın amacı, konunun içeriği ve anketin uygulanacağı ana kütlenin özellikleri dikkate alınarak araştırmacılar tarafından oluşturulmuştur. Ayrıca konu ile ilgili ulusal ve uluslararası kaynaklardan yararlanılmıştır. Aynı zamanda araştırma için etik uygulama izni Bursa Uludağ Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırma ve Etik Kurulu'ndan 24.09.2021 tarihli E-92662996-044-28959 sayılı kararla alınmıştır.

Araştırmada ana kitleyi Sakarya İli'nin Kocaali İlçesi'nde faaliyet gösteren Çiftçi Kayıt Sistemine dahil toplam 5334 adet fındık üreticisi oluşturmaktadır. Bu üreticilerin 681 adeti iyi tarım uygulamaları sertifikasına sahipken, 4653 adeti iyi tarım uygulamaları sertifikasına sahip değildir (Anonim, 2019). İyi tarım uygulamaları yapan üreticilerden aşağıdaki formül kullanılarak %5 hata payı ile anket yapılacak üretici sayısı 235 olarak hesaplanmıştır (Arıkan 2004; İslamoğlu, 2003; Vural, 2012; Düzgüneş ve ark., 2015). Ancak olabilecek hataları karşı anket sayısı %15 artırılmış ve toplam 262 adet anket değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Aynı anket sayısı iyi tarım uygulamaları yapmayan üreticilere de uygulanmış ve toplam 524 adet fındık üretici ile yüz yüze görüşülmüştür. Saha çalışması 2019 yılının ilk altı ayında gerçekleştirilmiştir.

$$n = Nt^2 pq / d^2 (N-1) + t^2 pq \quad (1)$$

N: Hedef kitledeki birey sayısı

n : Örnekleme alınacak birey sayısı

p : Fındık üreticileri arasında İTU uygulanma oranı

q : Fındık üreticileri arasında İTU uygulanmama oranı

t : Belirli bir anlamlılık düzeyinde, t tablosuna göre bulunan teorik değer

d : Kabul edilen sapma oranı.

Anket yoluyla toplanan verilerin değerlendirilmesi ve analizinde SPSS 22.0 istatistik paket programı kullanılmıştır. Bu program yardımıyla frekans dağılımı, yüzdeler, ortalamalar hesaplanarak sonuçlar yorumlanmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Araştırma sonuçlarına göre, İTU yapan üreticilerin %69.5'i, İTU yapmayan üreticilerin ise %30.5'i 30 ve üzeri yıldır üretici olduklarını beyan etmiştir. İTU yapan üreticilerin eğitim seviyesi incelendiğinde en yüksek oranı %67.2 ile lise mezunları oluşturmuştur. İTU yapmayan üreticilerin de çoğunluğu lise mezunu olup, oran %55.7'dir. Elde edilen sonuçlar göz önüne alındığında eğitim seviyesi arttıkça İTU'ya olan talebin arttığı gözlemlenmiştir. Benzer şekilde, Asfaw ve ark. (2010), Kenya'da yaptıkları araştırmada EUREPGAP sertifikalı üreticilerin eğitim seviyelerinin daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Çanakkale'de yapılan bir araştırmaya göre, her iki gruptaki üreticilerin eğitim durumları aynı olup yaklaşık %90'ı ilköğretim, %8'i ortaokul ve %2'si ise üniversite mezunu olarak bulunmuştur (Aktürk ve ark., 2014). Aynı zamanda, şeftali, kiraz ve zeytin üretimi yapana üreticilerin büyük çoğunluğunun 30 yıl ve üzeri tarım yaptığı görülmektedir (Aktürk ve ark., 2014; Pilak 2018). Bu durumda, Sakarya ili Kocaeli üreticilerinin eğitim seviyelerinin daha yüksek olduğu görülmektedir. İTU'yu benimsemeye yoğunluğun erkek üreticilerde olduğu görülmüştür. İTU yapan üreticilerde erkek üretici oranı %87.8 iken İTU yapmayan üreticilerde bu oran %95.0'tir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Ankete katılan üreticilerin demografik özellikleri

	Frekans		Oran (%)	
	İTU Yapmayan	İTU Yapan	İTU Yapmayan	İTU Yapan
Faaliyet Yılları				
1-9	17	12	6.5	4.6
10-19	32	25	12.2	9.5
20-29	47	43	17.9	16.4
30 ve üzeri	166	182	63.4	69.5
Toplam	262	262	100.0	100.0
Eğitim Durumu				
İlköğretim	103	64	39.3	24.4
Lise	146	176	55.7	67.2
Lisans	12	18	4.6	6.9
Lisansüstü	1	4	0.4	1.5
Toplam	262	262	100.0	100.0
Cinsiyet				
Kadın	13	32	5.0	12.2
Erkek	249	230	95.0	87.8
Toplam	262	262	100.0	100.0

İTU desteklemelerinden faydalanan üreticilerin %97.7'si maddi kazanç sağlamak amacıyla uygulamalara katıldıklarını bildirmiş, %2.3'lik bir üretici ise İTU ile birlikte daha kaliteli ürün elde edebileceklerini düşündüklerini ve bu amaçla dahil olduklarını belirtmiştir. İTU uygulamalarına katılmayan üreticilerden %24.8'lik kısmı İTU'nun pratikte uygulama imkânının olmadığını düşünmektedir. Üreticilerin %24.4'ü bu konu hakkında bilgisi olmadığını, %17.6'sı gerek görmediklerini, %18.3'i İTU'nun her aşamada denetlenmesi sebebiyle dahil olmadıklarını ve %14.9'luk kısmı ise arazilerinin küçük olduğunu ve bu nedenle İTU yapmadıklarını belirtmiştir (Çizelge 2). İTU'da uygulanması gereken 316 kontrol noktası bulunmaktadır, birinci derecede uyulması gereken 151 kriter, ikinci derecede uyulması gereken 123 kriter ve tavsiye niteliği taşıyan 42 kriter olmak üzere toplam 316 kriter bulunmaktadır (Anonim, 2021c). Bu kontrol noktaları İTU'nun sağlıklı olarak yürütülmesi için gerekli olan kıstaslardır, ancak sonuçlara göre fındık üretiminde İTU sistemine katılımın genişlemesi için üreticilerin uygulama esasları ile ilgili daha fazla bilgilendirilmesine ve avantajlı yönlerinin anlatılmasına ihtiyaç vardır. Bursa, Balıkesir ve Tekirdağ'da bulunan zeytin üreticilerinin İTU yapma nedenleri arasında devlet desteği almaları ilk sırada yer alırken, sıralamayı ürünlerin sağlıklı oluşu, ürünlerin pazarlama kolaylığı gibi nedenler takip etmiştir (Pilak, 2018). Bu çalışma araştırmadan elde ettiğimiz bulguları destekler niteliktedir.

Çizelge 2. Çiftçilerin İTU yapma ve yapmama gerekçeleri

	Frekans		Oran (%)	
	İTU Yapmayan	İTU Yapan	İTU Yapmayan	İTU Yapan
Gerekçe				
Destekleme için	0	256	0.0	97.7
Kaliteli ürün elde etmek için	0	6	0.0	2.3
Gerek görmüyorum	46	0	17.6	0.0
Konu hakkında bilgim yok	64	0	24.4	0.0
Her aşamada denetlendiği için	48	0	18.3	0.0
Arazim uygun değil-işletme küçük	39	0	14.9	0.0
Pratikte uygulama imkânı yok	65	0	24.8	0.0
Toplam	262	262	100.0	100.0

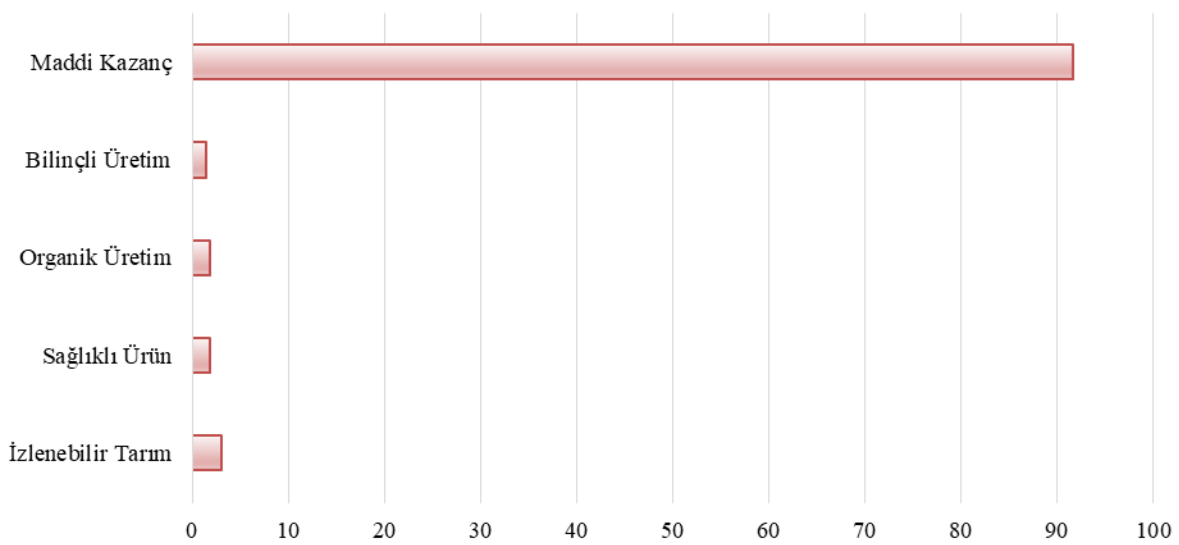
Ankete katılan üreticilerin İTU'ya dahil olma süreleri ile ilgili olarak, üreticilerin %29.4'nün 4 yıl, %24.8'inin 3 yıl, %18.3'nün 2 yıl, %13.7'sinin 1 yıl ve %13.7'sinin ise 5 yıl ve daha fazla süre ile İTU kapsamında oldukları saptanmıştır. İTU desteklemesinden faydalanabilmek için İTU uygulama eğitimi, genel hijyen ve hasat hijyeni eğitimi, iş sağlığı ve güvenliği eğitimi ve entegre mücadele eğitimlerine katılmış olma şartı aranmaktadır (Anonim, 2021c). Bu nedenle eğitimler ile ilgili çiftçilere sorular yöneltilmiştir. İTU kapsamında olup genel ve hasat hijyeni eğitimi alan üretici oranı %77.9'dur. İTU uygulama eğitimi alan üreticilerin %79.4'ü evet cevabını verirken %17.6'sı ise eğitim hakkında bilgisi olmadığı için İTU uygulama eğitimi almadığını belirtmiştir. İş sağlığı ve güvenliği eğitimi alan üreticilerin oranı %76.7, entegre mücadele eğitimi alan üretici oranı ise %72.9 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 3). Çalışmadan elde edilen, bu oranlar göz önüne alındığında, İTU sistemine dahil olan üreticilerin aldıkları eğitimleri ile ilgili farkındalıklarının artırılması gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Çizelge 3. Üreticilerin İTU eğitimi alıp almama durumları

Eğitim konusu	Evet		Hayır		Toplam		Hayır'ın nedeni*	
	n	%	n	%	n	%	1	2
İTU uygulama eğitimi aldınız mı?	208	79.4	54	20.6	262	100.0	46	8
İş sağlığı ve güvenliği eğitimi aldınız mı?	201	76.7	61	23.3	262	100.0	52	9
Genel ve hasat hijyeni eğitimi aldınız mı?	204	77.9	58	22.1	262	100.0	49	9
Entegre mücadele eğitimi aldınız mı?	191	72.9	71	27.1	262	100.0	61	10

*: 1: Bilgim yok; 2: Gerekli bulmadım

Üreticilere, “İTU size neyi ifade etmektedir?” şeklinde bir soru yöneltilmiştir. Cevaplara göre, fındık üreticilerinin büyük çoğunluğu için (%91.6) İTU, maddi kazanç anlamına gelmektedir. Az miktarda üreticisi için ise, “sürecin izlenebilir olmasına istinaden izlenebilir tarım” (%3.1), “sağlıklı ürün” (%2), “bilinçli üretim” (%2) anlamı taşımaktadır (Şekil 1). İyi tarım uygulamalarının ülkemizde yaygınlığının az olması, bu uygulamanın tüketiciye olan etkilerinin araştırılmasında da etkili olmuştur. Bu konuyla ilgili Tekirdağ İli’ni kapsayan bir anket çalışması yapılmıştır. Hurma ve ark.’nın 2010 yılında yaptığı anket sonuçları ülkenin tamamını yansıtmasa da iyi tarım uygulamalarının tüketici üzerinde oluşturduğu etkiler hakkında bilgi vermektedir. Hurma ve ark. (2010) Tekirdağ İli’nde 193 adet anket yapmıştır. Anket içerisinde bulunan “İyi tarım deyince ne anlıyorsunuz?” sorusuna tüketicilerin %15.3’ü iyi tarımı sadece verim yönünden değerlendirdiği ortaya çıkmıştır. Tüketicilerin % 10.1’i sağlıklı ve kaliteli ürün olarak değerlendirmiş, % 42.4’ü ise organik tarımla eşdeğer tutmuştur. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, maddi kazanç elde etme çabasının fındık üreticileri için İTU’ye girmelerinde temel neden olduğunu ortaya koymakta ve Hurma ve ark. (2010)’dan farklılık arz etmektedir. Bu durum araştırma yapılan bölgedeki üretici profili, kültürü ya da ürün farklılığı gibi nedenlerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.



Şekil 1. Fındık Üreticileri nezhinde İTU'larının anlamı (%)

Araştırmada üreticiler ile İTU'nun olumlu ve olumsuz yönleri üzerine görüşüldüğünde; olumlu yönler adına verim artışının sağlanması ilk sırada yer almaktadır (%95.4). Bilinçli üretim artışının sağlanması (%2.7) ve İTU ile birlikte danışmanlık hizmetinin olması (%1.9) da diğer olumlu yönler arasındadır. Olumsuz yönleri üzerine görüşüldüğünde ise %66.8 oranında üretici İTU'nun uygulanabilirliğinin düşük olması cevabını vermiştir. Pazar sıkıntısının olması (%11.5), maddi desteğin yetersiz olması (%10.7) ve İTU şartlarının ağır olması (%5.7) ile sabit tesislerin (ürün deposu, lavabo vb) (%5.3) bulunması şartı İTU'nun olumsuz yönleri olarak düşünülmektedir (Çizelge 4). İTU'da bireysel sertifikasyonda 50 TL/da, grup sertifikasyonunda 40 TL/da destekleme verilmektedir (Anonim, 2021d,e). Ayrıca, üretim yapılan alanlarda hasadı yapılan ürünlerin sağlıklı koşullarda muhafaza edilmesi amacıyla hijyenik depolama alanlarının olması gerekmektedir. Paketleme tesisinde çalışan işçilerin ulaşabileceği temiz tuvalet ve el yıkama ünitelerinin bulunması istenmektedir (Anonim, 2021c). Elde edilen sonuçlar, fındık üreticileri için devlet tarafından verilen desteklerin İTU sistemine dahil olmaları için birincil koşul olduğunu ortaya koymaktadır. Desteklerin sürmesi ve artırılması, ayrıca sistem uygulamalarının kolaylıklarının iyi anlatılması halinde, İTU ile fındık tarımı yapacak üretici sayısının artacağı şüphesizdir. Bu çalışmadan görüleceği üzere sistemin kabulünde temel nokta çiftçilerin desteklenmesi ve uygulanabilirliğinin kolay olmasıdır. Sabit tesislerin kurulması ile ilgili küçük bir üretici gurubundan olumsuz görüş alınması fındık üreticilerinin bu tür yeniliklere açık olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4. İTU'nun olumlu ve olumsuz yönleri

	Frekans	Oran (%)
Olumlu		
Bilinçli Üretim	7	2.7
Danışmanlık Hizmeti	5	1.9
Verim Artışı	250	95.4
Toplam	262	100
Olumsuz		
Uygulanabilirliğinin Güç Olması	175	66.8
Gerekliklerin Fazlalığı	15	5.7
Pazar Sıkıntısı	30	11.5
Maddi Desteğin Yetersizliği	28	10.7
Sabit tesisler (gübre- ilaç deposu, tuvalet vb)	14	5.3
Kayıt tutma ve izlenebilirlik	0	0
İşçi sağlığı, güvenliği ve refahı	0	0
Entegre mücadele	0	0
Toplam	262	100

İTU üreticilere birçok alanda modern tarım anlayışını, insan sağlığını ve çevre dengesini gözetilmesini aşlamak isteyen bir üretim sistemidir. İTU yönetmeliğinde üreticilerin her yıl düzenli olarak toprak analizi ve pestisit kalıntı analizi yaptırmaları gerekmektedir (Anonim, 2021c; Eryılmaz ve ark., 2019). Toprak ve pestisit kalıntı analizleri ile ilgili olarak fındık üreticilerinin İTU'dan önce bu uygulamalardan haberdar olmadıkları ve önemsemedikleri görülmüştür (Çizelge 5). İTU'dan önce toprak analizi yaptırmayan üretici oranı %93.1 çıkmıştır. Daha önce düzenli analiz yaptıran üretici oranı ise %4.2'te kalmıştır. Pestisit kalıntı analizleri ile ilgili

sonuç da oldukça çarpıcıdır ve fındık üreticilerinin neredeyse tamamına yakınının (%99.2) kalıntı analizlerini İTU sistemine dahil olmadan önce yaptırmadıkları görülmüştür. Bu açıdan değerlendirildiğinde, İTU sisteminin üreticileri toprak ve pestisit kalıntı analizleri yaptırmaması konusunda bilinçlendirdiği oldukça açıktır. İTU standardına göre, kullanılacak olan Bitki Koruma Ürünlerinin (BKÜ) mutlaka ürüne ruhsatlı olması gerekmektedir. Manisa’da yapılan bir anket çalışmasına göre bağcılık üreticilerinin tamamı BKÜ’lerinin seçiminde ürüne ruhsatlı olmasına dikkat ettiklerini belirtmişlerdir (Alemdar ve ark., 2019). Oysa mevcut çalışmada, fındık üreticilerinden İTU yapanların sadece %30.9’unun, yapmayanların ise, %21.8’inin BKÜ’lerinin ruhsatlı olduğunu beyan etmiştir. Ayrıca İTU yapan ve yapmayan üreticilerin sırayla %66.0 ve %72.9 oranlarında konu hakkında bilgilerinin olmadığı ortaya çıkmıştır. Bu sonuçlardan anlaşılacağı üzere, İTU, BKÜ ruhsatları konusunda bir miktar farkındalık oluştursa da Sakaya İli fındık üreticilerinin bu hususta daha çok eğitilmesine ihtiyaç vardır. İTU insan ve hayvan sağlığına zarar oluşturmayacak şekilde üretim yapılması için bitki koruma ürünlerinin ayrı bir bölmede veya zirai ilaç dolabında mevzuata uygun şekilde depolanmasını şart kılmaktadır. Zirai ilaçlamayı uygulayan operatörün bir kaza sonucu zehirlenmesi ile ilk yardımın yapılabilmesi amacıyla üreticilerin ecza dolabı bulundurma zorunluluğu bulunmaktadır (Anonim, 2021c). Aynı zamanda, mekanizasyon araçlarının bakımı, ayarı, kalibrasyonu, çalışan sağlığı ve refahı ile emniyet tedbirleri ve ilk yardım kuralları iyi tarım uygulamaları kriterlerinde yer almaktadır (Ekmekçi ve ark., 2012; Anonim, 2021c). Çalışmamızda fındık üreticilerinin İTU yapan grubundaki %85.5’i bitki koruma ürünlerinin muhafazasında özel koşullar ve istekler haberdar olduklarını bildirmiş olup, İTU yapmayan grupta bu oran yalnızca %17.6 gibi çok düşük seviyede kalmıştır. Aynı zamanda çalışmada, fındık üreticilerinin tamamına yakını (%95.8) İTU sistemine dahil olmadan önce zirai ilaç depolarının olmadığını bildirmiştir. Bu sonuçlara paralel olarak, %78.2 oranında İTU yapan fındık üreticisi bitki koruma ürünlerini zirai ilaç dolabında muhafaza etmekte iken İTU yapmayan üreticilerin büyük kısmı (%64.1) ise bu ürünleri gübre depolarında muhafaza etmektedir. İlaçlama yaparken profesyonel ilaçlama maskesinin önemi de İTU ile birlikte fark edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, İTU’den önce profesyonel ilaçlama maskesi olmayan üretici oranı %95.8 çıkmıştır. Bir başka çarpıcı sonuç da “Kaza sonucu zehirlenme olursa neler yapacağını biliyor musunuz?” sorusunda ortaya konulmuştur. İTU yapan üreticilerin %69.5’u bu soruya “evet” yanıtını verirken, bu oran İTU yapmayan grupta %36.6’da kalmıştır. Manisa İli’nde konvansiyonel üretim yapan üreticiler içerisinde, üreticilerin %42’sinin insan sağlığını etkileyen maddelere karşı hiçbir önlem almadığı, %58’inin ise sadece maske kullandığı belirtilmiştir (Gücüyen, 2017). Yine Manisa İli Salihli İlçesi’nde bağcılık işletmelerinde üreticilerin yarısından fazlasının (%57.6) koruyucu kıyafetlerini tam olarak giymediği belirlenmiştir. Bu çalışmaların sonuçları, yapılan bu araştırma sonuçlarını destekler nitelikte olmakla birlikte Sakarya İli fındık üreticilerinin konu hakkında bilgi ve bilinç düzeylerinin çok daha düşük düzeyde olduğu görülmektedir. Tarım ilacı uygulama makinalarının kalibrasyon ayarları ile ilgili olarak, İTU yapan üreticilerin %20.2’sinin her ilaçlama sonrası, %55.3’ünün yılda bir kez kalibrasyon ayarlarını yaptırdığı, %24.4’nün ise, hiçbir zaman kalibrasyon yaptırmadığı tespit edilmiştir. İTU yapmayan üretici gurubunda ise oranlar sırasıyla %6.9, %39.3 ve %53.8 olarak belirlenmiştir (Çizelge 6). Bu bulgulara benzer olarak başka bir çalışmada, taze incir işletmelerinde alet ve makinelerini düzenli olarak kalibrasyon yaptıranların oranı İTU yapan işletmelerde %75, İTU yapmayan işletmelerde ise %48 olarak bulunmuştur (Çobanoğlu, 2007).

Genel olarak değerlendirildiğinde, İTU ile birlikte üreticilerde büyük değişimler yaşanmış ve desteklemeden faydalanabilmek adına her üretici düzenli toprak analizi, kalıntı analizi yapmakla beraber zirai ilaç dolabı ve ecza dolabı edinmişlerdir. Dolayısıyla, İTU uygulamalarının belirgin şekilde üreticilerin ekoloji ve insan sağlığı ile ilgili temel hususlarda bilinçlenmesine katkıda bulunduğu rahatlıkla söylenebilir.

Çizelge 5. İTU ile birlikte gerçekleşen değişimler

Konu	Evet		Hayır		Düzenli değildi		Toplam	
	n	%	n	%	n	%	n	%
İTU'dan önce toprak analizi yapıyor muydunuz?	7	2.7	244	93.1	11	4.2	262	100
İTU'dan önce pestisit analizi yapıyor muydunuz?	0	0	260	99.2	2	0.8	262	100
İTU'dan önce zirai ilaç dolabınız var mıydı?	11	4.2	251	95.8	0	0	262	100
İTU'dan önce profesyonel ilaçlama maskeniz var mıydı?	5	1.9	251	95.8	6	2.3	262	100
Kaza sonucu zehirlenme olursa neler yapacağımı biliyor musun?	69.5	36.6	30.5	63.4	6	2.3	262	100

Çizelge 6. İlaç uygulama makinesinin kalibrasyonunun yapılma durumu

Kalibrasyon yapıyor musunuz?	Frekans		Oran (%)	
	İTU Yapmayan	İTU Yapan	İTU Yapmayan	İTU Yapan
Her ilaçlama sonrası yapıyorum.	18	53	6.9	20.2
Yılda 1 defa yapıyorum	103	145	39.3	55.3
Hiç yapmıyorum	141	64	53.8	24.4
Toplam	262	262	100.0	100.0

Bununla birlikte, fındık bahçelerinde hastalık ve zararlıların tespiti ve ayrıca ilaçlama ve gübrelemede üreticilerin tercih ettikleri bilgi kaynaklarının dağılımı incelenmiştir (Çizelge 7). Buna göre, İTU yapan üreticilerde gübreleme için, %70.2 tarım danışmanları, %11.5 ilaç bayii, %8 toprak tahlili sonucu, %6.9 çevreleri-komşuları, %3.4 çiftçilerin kendileri seçimlerinde etkili kaynaklar olmuştur. İTU yapmayanlarda söz konusu bu oranlar %36.6 çiftçinin kendisi, %25.2 ilaç bayii, %22.5 çevreleri-komşuları, %12.6 tarım danışmanı ve %3.1 oranında toprak tahliline sonuçlarına göre karar verilmesi şeklinde olmuştur. Aynı zamanda fındık bahçelerinde hastalık ve zararlı tespitinde en etkin kaynak, İTU yapanlarda %57.6 ile tarım danışmanları, İTU yapmayanlarda ise %30.2 ile ilaç bayii olarak belirlenmiştir. Alemdar ve ark. (2019), bağcılık ile uğraşan üreticilerin %30.2'sinin Tarım ve Orman İl ve İlçe Müdürlüğü tavsiyesi ile, %26.8' i ziraat mühendisi tavsiyesine göre, %15.2'si kendi tecrübesine göre, %12.1'i Ziraat Odası tavsiyesine göre, %8.9' u ilaç gübre bayisinin tavsiyesine göre gübrelemeye karar verdiğini belirtmiştir. Başka bir çalışmada, şeftali ve kiraz üretiminde İTU yapan işletmecilerin tarımsal konularda sırasıyla %61'i tarım danışmanlarına, %16'sı tarım kuruluşlarına, %9'u aile bireyelerine, %7'si başarılı çiftçilere ve %6'sı ise komşularına; İTU yapmayan işletmecilerin ise, %36'sı tarım danışmanlarına, %29'u tarım kuruluşlarına, %13'ü aile bireyelerine, %11'i ise başarılı çiftçilere ve komşularına danıştıkları belirlenmiştir (Aktürk ve ark., 2014). Buna göre, çalışmamızın

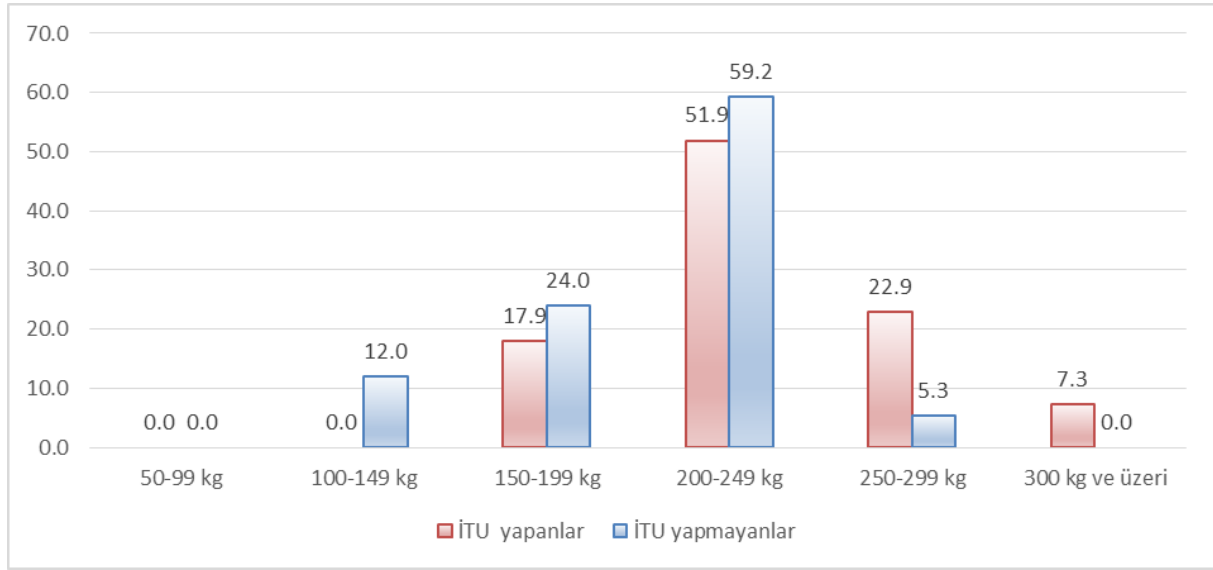
sonuçları Aktürk ve ark. (2014) ve Alemdar ve ark. (2019) ile benzerlik göstermektedir ve İTU, tarımsal üretimde en fazla girdiyi oluşturan, yanlış uygulamaya ve suistimale en açık konulardan biri olan hastalık ve zararlılarla mücadele ve bitki besleme hususlarında üreticilerin doğru bilgi kaynaklarına yönelmesini sağlamıştır.

Çizelge 7. Fındık bahçelerinde hastalık ve zararlıların tespiti, ilaçlama ve gübrelemede üreticilerin tercih ettikleri bilgi kaynaklarının dağılımı

Konu	Bilgi kaynakları	Frekans		Oran (%)	
		İTU Yapmayan	İTU Yapan	İTU Yapmayan	İTU Yapan
Hastalık ve Zararlı tespiti	İlçe tarım müdürlüğü	39	42	14.9	16.0
	İlaç bayii	79	26	30.2	9.9
	Çiftçinin kendisi	62	25	23.7	9.5
	Çevresi-komşuları	61	18	23.3	6.9
	Danışman	21	151	8.0	57.6
	Toplam		262	262	100.0
Gübreleme ve ilaçlama	İlaç bayii	66	30	25.2	11.5
	Çiftçinin kendisi	96	9	36.6	3.4
	Çevresi-komşuları	59	18	22.5	6.9
	Toprak tahlili sonucu	8	21	3.1	8
	Danışman	33	184	12.6	70.2
	Toplam		262	262	100.0

İTU uygulama kriterlerinde üreticilerin kullandıkları bitki koruma ürünlerinde son ilaçlama ile hasat arasında geçmesi gereken süreye uyma zorunluluğu bulunmaktadır (Anonim, 2021c). İTU'nun üreticiler üzerinde olumlu etkisinin görüldüğü uygulamalardan birisi de son ilaçlama ile hasat arasında geçen süreye dikkat etme eğilimidir.

İTU yapan üreticiler %35.1 oranında bu süreye dikkat ederken İTU yapmayan üreticilerde bu oran %10.3'de kalmaktadır. Fındık üreticilerinin genelinin bu süreye dikkat etmedikleri gözlemlenmiştir. İTU yapmayan üreticilerde bu süreye dikkat etmeyen üretici oranı %74.8, İTU yapan üreticilerde bu oran %53.4 çıkmıştır. Bu anlamda değerlendirildiğinde, fındık üreticilerinin zirai ilaçlama ile ilgili daha fazla eğitime ihtiyacı olduğu görülmektedir. Üretici beyanlarına göre, dekara fındık verimi İTU yapan üreticilerde daha yüksektir (Şekil 2). Benzer şekilde Arjantin'de İTU'na dahil olan soya ve mısır üreticilerinin daha fazla verim elde ettikleri rapor edilmiştir (Bedano ve ark., 2016). Öte yandan, çalışmamızda, her iki üretici grubunun da %50'sinden fazlasının dekara 200-249 kg ürün aldıkları belirlenmiştir. Bu bulgular, 2018 yılında Kocaali İlçesi'nde yapılan çalışma ile uyum göstermektedir (Cansev ve ark., 2018). Şekil 2'de, İTU yapmayan üreticilerin %5.3'ü, İTU yapan üreticilerin ise %22.9'si 250-299 kg/da arasında ürün alırken dekara 300 kg ve daha fazla ürün alabilen üreticilerin sadece İTU yapan grupta yer aldığı görülmektedir. Bu sonuçlar fındık üretiminde İTU'larının verim açısından da faydalı bir uygulama olduğunu göstermektedir.



Şekil 2. Dekar başına fındık verimi (%)

Ayrıca, Şekil 2’de sunulan İTU uygulayan ile uygulamayan işletmelerdeki fındık verimi dekara ortalama verim değerleri ve iki grubun ortalama verimleri arasındaki farklılığın t testi yapılarak analiz edilmiştir (Çizelge 8).

Çizelge 8: İşletmelerin İyi Tarım Uygulamaları Yapma Durumuna Göre Dekara Fındık Verimine Ait Bağımsız Örneklem t Testi Sonuçları

Bağımsız Değişken	N	Ortalama	Standart Sapma	t değeri	Serbestlik derecesi
İTU yapanlar	262	4,1947	0,81432	8,862	522
İTU yapmayanlar	262	3,5840	0,76226		
p= 0,000 < 0,05				H1 KABUL	

H1: İşletmelerin iyi tarım uygulamaları yapıp yapmama durumuna göre dekara fındık verimi farklılık göstermektedir.

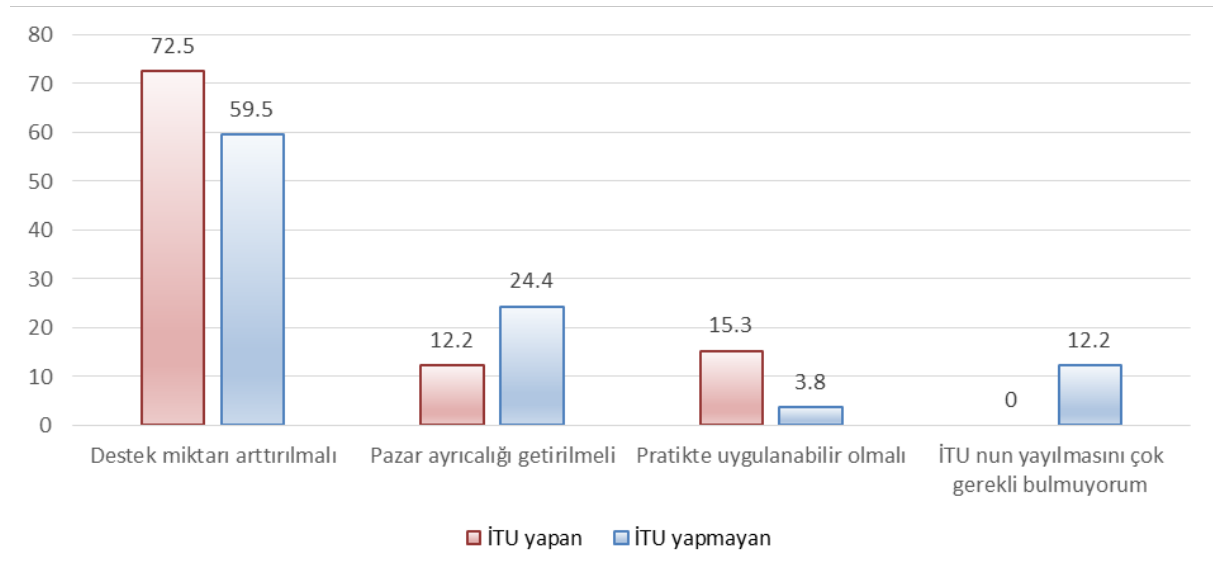
Çizelge 8’den de görüleceği üzere $t = 8,862$ $p = 0,000 < 0,05$ olduğundan H1 reddedilemez. Yapılan t testi analizi sonucunda işletmelerin İTU yapmalarıyla, dekara fındık verimi arasında bir ilişki söz konusudur. H1 Hipotezi kabul edilmiştir.

Çalışmada üreticilerin İTU’dan haberdar olmasında en önemli etken %70.6 oranında kooperatif birlikleri ve danışman bilgilendirmesi olduğu saptanmıştır (Çizelge 9). Bunu, %16.4 oranında üreticinin bireysel araştırması sonucu haberdar olması ve %13.0 oranında üreticinin ise komşu ve arkadaşları vasıtasıyla haberdar olması izlemiştir. Şanlıurfa’da İTU sistemini duyan biber üreticilerinin önemli bir kısmının (%96.0) İTU’nu Tarım Bakanlığı’na bağlı teşkilatlardan, %4.0’ünün ise kooperatif aracılığıyla haberdar oldukları belirlenmiştir

(Akkoyun, 2019). Bu sonuçlara göre, genel olarak ülkemize İTU sistemi, üretici birlikleri ve kamu teşkilatları vasıtasıyla üreticiye duyurulmaktadır. Aynı zamanda, çalışma kapsamında üreticiler İTU'nun yayılması için en çok “destek miktarı artırılmalı” şeklinde görüş belirtmiştir (Şekil 3). İTU yapan üreticilerin %72.5'i İTU yapmayan üreticilerin ise %59.5'ini destek miktarı artırılmalı şeklinde görüş belirtmiştir. Fındıkta İTU sertifikalı ürünlerin henüz ayrı bir pazar olanağı bulunmamaktadır. İTU yapan üreticilerden %12.2'si, İTU yapmayanların ise %24.4'ü sertifikalı ürünün pazar olanağının geliştirilmesi ve bu ürünlere pazar ayrıcalığının getirilmesi gerektiği fikrini sunmuştur. Bu sonuç İTU yapmayan üreticilerin İTU'ye yaklaşımları açısından oldukça dikkat çekicidir. Sertifikalı ürünlerin pazar olanağının geliştirilmesi ve pazar paylarının artırılması üreticileri sertifikalı ürün üretimi konusunda teşvik edici olacaktır. Buradan çıkacak sonuç, İTU'nun yayılımını artırmak için yapılacak en etkin yollar üretici birliklerinin bilgilendirme ile ilgili daha fazla çalışmasını sağlamak, İTU yapan üreticilere devlet desteklerinin artırılması ve ayrı bir pazar olanağının oluşturulması olarak söylenebilir.

Çizelge 9. Fındık üreticilerinin İTU sisteminden haberdar olma yöntemleri

	Frekans	Oran (%)
İTU'dan nasıl haberdar oldunuz?		
Komşu, arkadaş	34	13.0
İnternet, TV v.b. yayım organları	0	0
Kooperatif birlikleri, danışman bilgilendirmesi ile	185	70.6
Bireysel araştırma sonucu	43	16.4
Toplam	262	100



Şekil 3. İTU'nun yaygınlaşması için yapılması gerekenler (%)

Sonuç

Sürdürülebilir üretim sistemlerinde temel amaç, toplum sağlığını korumak ve tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan çevresel sorunların önüne geçmektir. Bu ortak amacı esas alan iyi tarım uygulamaları sürdürülebilir tarım sistemleri için en güzel örneklerden birisidir. Çalışmada 524 adet üretici ile yapılan anket çalışması sonucu İTU'nun üreticilere olumlu etkisi gözlemlenmiştir. Üreticilerin kaç yıldır üretici olduğu ile İTU'nu uygulama durumları arasında bariz fark görülmemiş yakın değerler çıkmıştır. Eğitim seviyesi yükseldikçe İTU'ya talebin arttığı gözlemlenmiş ve kadın üreticilerde destekleme programına daha yoğun katılım olduğu saptanmıştır. Üreticilerle İTU yapma ve yapmama nedenleri hakkında görüşülmüş İTU yapan üreticilerin maddi destek almak amacıyla katılım gösterdikleri belirlenmiştir. Katılım göstermeyen üreticilerin ise İTU destekleme modelinin her aşamada denetlenmesi, gerekliliklerinin fazla olması, uygulamalar hakkında bilgi sahibi olmamaları ile farklı destekleme modellerinden faydalanılması ve uygulamaların çakışması sebebiyle katılım göstermedikleri saptanmıştır. İTU desteklemesinin gerekliliklerinden olan bazı eğitimlere üreticilerin yoğunlukla katılım gösterdikleri görülmüştür. Üreticilerin İTU kapsamına girmesi ile birlikte zirai ilaç dolabı kullanımı, ecza dolabı kullanımı, profesyonel ilaçlama maskesi kullanımı gibi uygulamalarda bariz farklar görülmüştür. Toprak analizi ve pestisit analizi yapmak durumlarında da İTU'nun olumlu etkisinin olduğu gözlemlenmiştir. İlaçlama yapılırken üreticilerin genelinin yeterli derecede bilgi sahibi olmadıkları görülmüş fakat İTU ile birlikte üreticilerin bilgilendiği tespit edilmiştir. Aynı zamanda, İTU yapan üreticilerin fındık verimlerinin yapmayanlara göre daha yüksek olduğu görülmüştür. İTU'nun olumsuz yönleri yönünde üreticilerle yapılan görüşmelerde İTU yapmayan üreticilerin %65'i İTU'nün "pratikte uygulanabilir olmadığı" görüşünü belirtmiş ve %24.4 oranında üretici "İTU sertifikalı ürünlerin ayrıcalıklı olmadığı ve pazar ayrıcalığı getirilmeli" bilgisini vermiştir.

Yapılan çalışma sonucunda üreticilerin maddi destek amacıyla (%98 oranında üretici) İTU'ya katılım göstermiş olmalarına rağmen üreticilik faaliyetlerinin iyileştirildiği görülmüştür. İTU'ya katılımın artması için bakanlığın yayım faaliyetlerini arttırması önemlidir. Özel kurumlar ve devlet kurumları birlikte çalışarak çiftçinin İTU hakkında daha fazla bilgilendirilmesi gerekmektedir. Üreticiler, İTU'nun sadece maddi destek amacıyla yapılmadığı, insan çevre ve hayvan sağlığına zarar vermeyecek, entegre üretim metoduyla verimi iyileştirmek amacıyla yapılması gerektiği bilincine varmalıdır. İTU destekleme modelinde en büyük sıkıntılardan birisi de sertifikalı ürünün pazarının bulunmamasıdır. Sertifikalı ürünler için pazar oluşturulmalı yurtiçi ve yurtdışı piyasalarda sertifikalı fındığa talebin artması sağlanmalıdır. Böylece üretici İTU'yu tam anlamıyla öğrenecek ve uygulamış olacaktır.

Fındık, bademden sonra dünyada en yaygın yetiştiriciliği yapılan sert kabuklu meyvedir. Dünya fındık üretiminin yaklaşık %70'ini Türkiye karşılamaktadır (FAO, 2021). Türkiye ekonomisi için önemli bir yer tutan fındık üretiminde verim ve kalitenin artması için İTU ayrıca önem arz etmektedir. İTU ile birlikte üreticilerin bilinçlenmesi sağlanmakta ve birim alandan daha fazla ürün elde edilmektedir. İTU desteklemelerinin takibinin sağlanması fındık üretimine olumlu etki sağlayabilecektir. Üreticiye verilen maddi desteğin sadece tarıma girdi sağlama amacıyla kullanılması kısa vadede üreticinin tercih edeceği bir yöntem olmasa da uzun vadede üreticilerin benimseyebileceği bir modeldir. Tarım ve Orman Bakanlığı üreticiye maddi destek yanında Tarım

Kredi Kooperatifleri ve benzeri kurumlarda geçerli kart vermek suretiyle de desteklemeler yapması fındık üretiminde iyileştirmeler sağlayacaktır. Böylelikle üretici gelen maddi desteği farklı yönlerde kullanmak yerine üretimi iyileştirmek için kullanmış olacaktır.

Teşekkür Bilgi Notu

Bu çalışma Mustafa Tüccar'ın "Fındık Üretiminde İyi Tarım Uygulamaları Sakarya İli, Kocaali İlçesi Örneği" isimli yüksek lisans tezinin bir bölümünü içermektedir. Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır. Araştırma için etik uygulama izni Bursa Uludağ Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırma ve Etik Kurulu'ndan 24.09.2021 tarihli E-92662996-044-28959 sayılı kararla alınmıştır. Bu makaleyi hazırlayan yazarlar, araştırmaya eşit oranda katkı sağlamıştır. Çalışmada, yazarlar arasında çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynakça

- Aba Öner ve G., Işın, Ş. 2014. Dünyada ve Türkiye'de iyi tarım uygulamalarının gelişimi. 11. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi, 3-5 Eylül 2014, Samsun, Cilt 1, s:19-25.
- Akkoyun, M. 2019. Biber üreticilerinin iyi tarım uygulamaları hakkında farkındalık düzeylerinin belirlenmesi: Şanlıurfa İli örneği. Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa, 46s.
- Aktürk, D., Savran, F. ve Niyaz Ö. C. 2014. Tarımda konvansiyonel üretim ile iyi tarım uygulamalarının karşılaştırılması: Çanakkale İlinde şeftali ve kiraz örneği. XI. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi 3-5 Eylül 2014, Samsun, Bildiri Kitabı, s:748-755.
- Alemdar, Ö., Akkurt M. ve Ataseven, Y. 2019. Bağcılıkta iyi tarım uygulamaları hakkında üreticilerin bilgi düzeyinin incelenmesi: manisa ili, salihli ilçesi araştırması. ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 7 (1): 151-159.
- Anonim, 2019. Tarım ve Orman Bakanlığı İyi Tarım Uygulamaları İstatistikleri 2018. <https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Iyi-Tarim-Uygulamalari/Istatistikler> (Erişim Tarihi: 05.08.2021)
- Anonim, 2021a. Eko-tar Kontrol ve Sertifikasyon. http://www.eko-tar.com/TR/Icerik/Index/5/12/39/iyi_tarim_uygulamalari_ve_kriterleri Erişim Tarihi. 25.04.2021
- Anonim, 2021b. Tarım ve Orman Bakanlığı. <https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Iyi-Tarim-Uygulamalari/Istatistikler> Erişim Tarihi: 25.04.2021
- Anonim, 2021c. Tarım ve Orman Bakanlığı. <https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Iyi-Tarim-Uygulamalari/Bitkisel-Uretim> Erişim Tarihi: 20.04.2021

- Anonim, 2021d. Tarım ve Orman Bakanlığı. https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/Belgeler/Bitkisel%20%20C3%9Cretim/%C4%B0yi%20Tar%C4%B1m%20Uygulamalar%C4%B1/%C4%B0TU%20Bitkisel%20%20C3%9Cretim/Kriterler_TC.pdf Erişim Tarihi: 20.04.2021
- Anonim, 2021e. Tarım ve Orman Bakanlığı. <https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Tarimsal-Destekler/Alan-Bazli-Destekler/Iyi-Tarim-Uygulamalari-Destegi> Erişim Tarihi: 20.04.2021
- Arıkan, R. 2004. Araştırma teknikleri ve rapor hazırlama. Ankara Asil Yayın, Ankara, ISBN: 9758784358, 387 s.
- Asfaw, S., Mithöfer, D. and Waibel, H. 2010. What impact are EU supermarket standards having on developing countries export of high-value horticultural products? evidence from Kenya. *Journal of International Food and Agribusiness Marketing*, 22(3-4): 252-276.
- Bedano J.C., Domínguez A., Arolfo R. and Wall L.G. 2016. Effect of Good Agricultural Practices under no-till on litter and soil invertebrates in areas with different soil types, soil and tillage research, 158: 100-109.
- Brandl, M.T. 2006. Fitness of human enteric pathogens on plants and implications for food safety. *Annual Review of Phytopathology*, 44: 367-392.
- Cansev, A., Tüccar, M. ve Turhan, Ş., 2018. Sakarya ili Kocaali ilçesinde faaliyette bulunan fındık işletmelerinin mevcut yapısı ve sorunları. *Bahçe*, 47(2): 23-31.
- Carvalho, F. P. 2017. Pesticides, environment, and food safety. *Food and Energy Security*, 48-60.
- Crucefix, D. 1998. Organic agriculture an sustainable rural livelihoods in developing countries, Soil Association, June. UK. P.54. <http://projects.nri.org/nret/crucefix.pdf>. Erişim Tarihi: 24.04.2021.
- Çobanoğlu, F. 2007. Türkiye’de Kuru ve Taze İncir Üretim, İç ve Dış Pazarlamasında Bazı Kalite Güvence Sistemlerinin Uygulanabilirliği Üzerine Bir Araştırma, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Düzgüneş, O., Kesici, T. ve Gürbüz, F., 2015. İstatistik Metodları I, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 861, Ankara Üniversitesi Yayınları, Ankara, 218 s.
- Doğan B. Tümer, E., 2019. Çiftçilerin İyi Tarım Uygulamalarına Katılma İstekliliklerini Etkileyen Değişkenler: Kahramanmaraş İli Örneği, *Yuzuncuyıl University Journal of Agricultural Sciences*, 29(4):611-617.
- Ekmekçi, K., Acar A.İ., Yurtlu Y.B. and Hasdemir M., 2012. İyi tarım uygulamalarının tarımsal mekanizasyon açısından değerlendirilmesi. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 26 (1): 97-103.
- Eryılmaz, G.A., Kılıç, O. ve Boz, İ. 2019. Türkiye’de organik tarım ve iyi tarım uygulamalarının ekonomik, sosyal ve çevresel sürdürülebilirlik açısından değerlendirilmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 29 (2): 352-361.
- FAO, 2021. FAOSTAT. <http://www.fao.org/faostat/en/?#data/QC>. Erişim Tarihi: 24.04.2021.
- Gücüyten, A. 2007. Manisa ili ve çevresinde bağcılıkta mekanizasyon durumu, sorunları ve İyi Tarım

- Uygulamalarına yönelik çözüm önerileri. Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 146 s.
- Hurma, H., Yılmaz, F. ve Demirkol, C. 2010. İyi tarım uygulamalarının tüketiciye yansımaları, Tekirdağ İli örneği. Türkiye IX. Tarım Ekonomisi Kongresi, 22-24 Eylül, Şanlıurfa, Cilt 1, s:645-652.
- İslamoğlu, H. 2003. Bilimsel araştırma yöntemleri. İstanbul Beta Basım, ISBN: 9789752953116, İstanbul, 255 s.
- Melver, H. 2004. Organic Hip: Popular Picks at Health Food Stores, Better Nutrition. 66 (2): 58.
- Newell, D. G., Koopmans M., Verhoef L., Duizer E., Aidara-Kane A., Sprong H., Opsteegh M. and Langelaar M. 2010. Food-borne diseases — The challenges of 20 years ago still persist while new ones continue to emerge. International Journal of Food Microbiology, 139: S3-S15.
- Pilak, C. 2018. Zeytinde iyi tarım uygulaması yapan üreticilerin yetiştiriciliğe karşı eğilimlerinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya 94 s.
- Rehber, E. 1991. Alternatif tarım üzerine bir tartışma. Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg., 8 (1):153-160.
- Sayın, C. ve Mencet, N. 2009. İyi tarım uygulamaları ve yaş meyve ve sebze ticaretine etkileri. Standart Dergisi, 48(1): 56-61.
- Vural, H. 2012. Tarım ve Gıda Ekonomisi İstatistiği, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları No:107, Bursa, 115 s.
- Sanlier N. and Baser F. 2020. The relationship among food safety knowledge, attitude, and behavior of young turkish women. Journal of the American College of Nutrition, DOI: 10.1080/07315724.2019.1639084, 39(3): 224-234.
- Sayın B. Çelikyurt M.A. Kuzgun M. ve Aydın B. 2015. Antalya ilinde örtüaltı yetiştiriciliği yapan üreticilerin iyi tarım uygulamalarına yaklaşımı. Derim Dergisi, 32 (2):171-186.
- Wuana R.A. and Okieimen F. E. 2011. Heavy metals in contaminated soils: a review of sources, chemistry, risks and best available strategies for remediation. International Scholarly Research Network. ISRN Ecology, doi:10.5402/2011/402647, Article ID 402647.



BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ

Journal of Agricultural Faculty of Bursa Uludağ University

Görükle Kampüsü 16059 Bursa/Türkiye

e-ISSN 2651-4044

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

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

Amaç

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

Kapsam

Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi eski adıyla Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi Haziran ve Aralık olmak üzere yılda iki sayı olarak basılan hakemli, akademik, bilimsel, uluslararası bir dergidir. Dergi; bahçe bitkileri, bitki koruma, biyoenerji, biyosistem mühendisliği, doğal kaynaklar, genetik, gıda mühendisliği, gıda bilimi ve teknolojisi, peyzaj, süs bitkileri ve doğa koruma, su ürünleri ve balıkçılık, süt teknolojisi, tarım ekonomisi, tarım makinaları, tarımsal biyoteknoloji, tarımsal yapılar ve sulama, tarla bitkileri, toprak bilimi ve bitki besleme, topraksız yetiştiricilik ve zootekni gibi tüm ziraat alanları ile ilgili özgün araştırma makalelerini ve sınırlı sayıda derlemeleri kabul etmektedir. Sunulan makaleler özgün olmalı ve Türkçe ya da İngilizce yazılmalıdır. Sunulan makaleler başka hiçbir yerde yayımlanmamış olmalıdır. Ancak, bir kongre ya da sempozyumda sadece özeti yayımlanan makaleler dergiye sunulabilir.

Yayın Politikası

Dergiye Türkçe ve İngilizce araştırma ve derleme makaleleri kabul edilmektedir. Makale başvuruları DergiPark sistemi (<https://dergipark.org.tr/tr/pub/bursauludagziraat>) üzerinden sorumlu yazar tarafından yapılmalıdır. Dergiye yayımlanması talebi ile gönderilen makalelerin diğer dergilerde yayımlanmamış ve/veya yayımlanması amacıyla gönderilmemiş olması gerekmektedir. Makale başvurusunda; (1) tam metin makale, (2) tam metin makalenin taratıldığını gösteren benzerlik raporu (Ithenticate) (% 20'nin altında olmalıdır), (3) imzalanmış ve taratılmış başvuru formu, (4) tüm yazarlar tarafından imzalanmış çıkar çatışması, yazarlık katkı beyan formu, Etik kurul onay raporu vb. (5) tüm yazarlar tarafından imzalanmış telif hakkı devir formunun taranmış kopyasının elektronik formatta DergiPark sistemine <http://dergipark.org.tr/login> adresinden kayıt olunarak yüklenmesi gerekmektedir. Makalenin dergide basılabilmesi için her hangi bir ücret talebi yoktur. Yayımlanan makalelerin tüm hakları Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisine aittir. Makalenin bilimsel sorumlulukları yazarlarına aittir. Yazarlara telif ücreti ödenmez. Bir yazarın aynı sayıda ilk isim olarak en fazla iki makalesine yer verilir. Dergimizde yayımlanan makalelerin bir kısmı veya tamamı dergimiz kaynak gösterilmeden kullanılamaz.

Dergiye gönderilen makalelerde; konu ile ilgili olarak derginin daha önceki sayılarında yayımlanan en az bir yayına atıf yapılması önem arz etmektedir. Dergiye yapılan atıflarda "**Bursa Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Derg.**" kısaltması kullanılmalıdır.

Değerlendirme Süreci

Yayımlanması için gönderilen eser, yayın ilkeleri doğrultusunda editör tarafından ön incelemeye alınır. Editör, dergide yayımlanabilecek nitelikte bulmadığı makaleleri hakemlere göndermeden yazara/yazarlara iade kararı verme hakkına sahiptir. Ayrıca yazım kurallarına uymayan veya anlatım dili yetersiz olan makaleler, düzeltilmek üzere yazara/yazarlara iade edilir. Değerlendirmeye alınan makaleler, incelenmek üzere en az 2 hakeme gönderilir. Değerlendirmede çift yönlü kör hakemlik uygulaması esastır. Hakem değerlendirmesinden geçen makalelere ait düzeltmeler, düzeltme raporu ile birlikte en kısa sürede sisteme yüklenmelidir. Editör, hakem raporlarını ve/veya istenilen düzeltmelerin yeterli olup olmamasını dikkate alarak makalenin yayımlanıp yayımlanmamasına yönelik nihai karar vericidir. Makalenin yayımlanmasından önce makalede sayfa düzeni yapılarak son kontrol için yazarına gönderilir. Yazar makalenin son kontrolünü yaptıktan sonra basım öncesi düzeltme istek ve onay formunu imzalayarak sisteme yükler. Kontrolün düzgün yapılmaması sonucunda oluşabilecek baskı hataları yazarların sorumluluğundadır. Makalenin değerlendirme süreci yaklaşık 3-4 ay kadar sürmektedir. Sürecin süresi; hakem değerlendirmelerine, yazarların hakemlere verdikleri cevaplara ve cevaplama süreleri ile hakemlerin düzeltmeleri yeniden görme isteklerine göre değişiklik gösterebilmektedir. İşlemi tamamlanan eserler kabul tarihi dikkate alınarak derginin yayımlanacak sayısında bulunması gereken makale limitleri dahilinde yayımlanır.

Alıntılanma Yüzdesi

Dergiye başvurusu yapılan makalelerin, hakemlik sürecine alınmadan önce intihal programı ile (iThenticate Plagiarism Detection Software) (<http://www.ithenticate.com>) taratılmış olması gerekmektedir. Tarama sonucunda Kaynaklar bölümü haricinde, benzerlik oranı %20 ve aşağı değeri taşıyan makaleler başvuruya kabul edilmektedir. Makale başvurusu ile beraber iThenticate raporunun da sisteme yüklenmesi süreç için gereklidir.

Yayın Etiği İlkeleri

Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi'nde uygulanan yayım süreçleri, bilginin tarafsız ve saygın bir şekilde gelişimine ve dağıtımına temel teşkil etmektedir. Bu doğrultuda uygulanan süreçler, yazarların ve yazarları destekleyen kurumların çalışmalarının kalitesine doğrudan yansımaktadır. Hakemli çalışmalar bilimsel yöntemi somutlaştıran ve destekleyen çalışmalardır. Bu noktada sürecin bütün paydaşlarının (yazarlar, okuyucular ve araştırmacılar, yayıncı, hakemler ve editörler) etik ilkelere yönelik standartlara uyması önem taşımaktadır. Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, tüm paydaşların yayın etiği kapsamında aşağıda belirtilen etik sorumlulukları taşımasını beklemektedir.

Aşağıda yer alan etik görev ve sorumluluklar, açık erişim olarak Committee on Publication Ethics (COPE) tarafından yayınlanan rehberler ve politikalar ile YÖK bilimsel araştırma ve yayın etiği yönergesi dikkate alınarak hazırlanmıştır.

Hakemli dergide 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 yayın etiğine uymalıdır.

Tüm yazarların araştırmaya katkısı bulunmalıdır.

Makalede geçen tüm veriler gerçek ve orijinal olmalıdır.

Tüm yazarlar hatalı makalenin geri çekilmesini ve hataların düzeltilmesini sağlamak zorundadır.

Bilim araştırma ve yayın etiğine aykırı eylemler şunlardır:

a) İntihal: Başkalarının fikirlerini, metotlarını, verilerini, uygulamalarını, yazılarını, şekillerini veya eserlerini sahiplerine bilimsel kurallara uygun biçimde atıf yapmadan kısmen veya tamamen kendi eseriymiş gibi sunmak,

b) Sahtecilik: Araştırmaya dayanmayan veriler üretmek, sunulan veya yayınlanan eseri gerçek olmayan verilere dayandırarak düzenlemek veya değiştirmek, bunları rapor etmek veya yayımlamak, yapılmamış bir araştırmayı yapılmış gibi göstermek,

c) Çarpıtma: Araştırma kayıtları ve elde edilen verileri tahrif etmek, araştırmada kullanılmayan yöntem, cihaz ve materyalleri kullanılmış gibi göstermek, ilgili teori veya varsayımlara uydurmak için veriler ve/veya sonuçlarla oynamak, destek alınan kişi ve kuruluşların çıkarları doğrultusunda araştırma sonuçlarını tahrif etmek veya şekillendirmek,

ç) Tekrar yayım: Bir araştırmanın aynı sonuçlarını içeren birden fazla eseri ayrı eserler olarak sunmak,

d) Dilimleme: Bir araştırmanın sonuçlarını araştırmanın bütünlüğünü bozacak şekilde, uygun olmayan biçimde parçalara ayırarak ve birbirine atıf yapmadan çok sayıda yayın yaparak ayrı eserler olarak sunmak,

e) Haksız yazarlık: Aktif katkısı olmayan kişileri yazarlar arasına dâhil etmek, aktif katkısı olan kişileri yazarlar arasına dâhil etmemek, yazar sıralamasını gerekçesiz ve uygun olmayan bir biçimde değiştirmek, aktif katkısı olanların isimlerini yayım sırasında veya sonraki baskılarda eserden çıkarmak, aktif katkısı olmadığı halde nüfuzunu kullanarak ismini yazarlar arasına dâhil ettirmek,

f) Diğer etik ihlali türleri: Destek alınarak yürütülen araştırmaların yayınlarında destek veren kişi, kurum veya kuruluşlar ile onların araştırmadaki katkılarını açık bir biçimde belirtmemek, insan ve hayvanlar üzerinde yapılan araştırmalarda etik kurallara uymamak, yayınlarında hasta haklarına saygı göstermemek, hakem olarak incelemek üzere görevlendirildiği bir eserde yer alan bilgileri yayınlanmadan önce başkalarıyla paylaşmak, bilimsel araştırma için sağlanan veya ayrılan kaynakları, mekânları, imkânları ve cihazları amaç dışı kullanmak, tamamen dayanaksız, yersiz ve kasıtlı etik ihlali suçlamasında bulunmak (YÖK Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi, Madde 8).

Hakemlerin Sorumlulukları

Hakemlik süreci, bilimsel akademik yayıncılığın başarısında önemli bir konumda bulunmaktadır. Hakemler bu sürecin sağlıklı yürütülebilmesi ve iyileştirilmesine gayret göstermelidir.

Hakemler araştırmayla, yazarlarla ve/veya araştırma fon sağlayıcılar ile çıkar çatışması/çakışması içerisinde olmamalıdır.

Değerlendirmeleri tarafsız olmalıdır.

Değerlendirilen makaleler hakem tarafından gizli tutulmalıdır.

Editörün Sorumlulukları

Editörler bir makaleyi kabul etmek ya da reddetmek için tüm sorumluluğa ve yetkiye sahiptir.

Editörler kabul ettiği ya da reddettiği makaleler ile ilgili çıkar çatışması/çakışması içerisinde olmamalıdır.

Sadece alana katkı sağlayacak makaleler kabul edilmelidir.

Hakemlerin ismini değerlendirme tamamlanana kadar saklı tutmalıdır.

Makalenin yayımlanmasından sonra herhangi bir araştırmacı tarafından bilimsel hata tespit edildiğinde ilgili düzeltme/düzeltilmelerin yayımlanmasını ya da geri çekilmesini desteklemelidir.

Yayıncının Sorumlulukları

Yayıncılık etiğinin yayın kurulu tarafından izlenmesi/korunması,

Akademik kaydın bütünlüğünü korumak,

Etik standartlardan ödün vermemek,

Gerektiğinde düzeltmeleri, açıklamaları ve özürleri yayımlamak,

Okuyucunun dergide yayımlanan bir makalede önemli bir bilimsel hata ya da intihal, yinelenen makaleler gibi konularda herhangi bir uyarısı olduğu zaman zdergisi@uludag.edu.tr adresine mail atarak editör kuruluna bildirebilir. Derginin bilimsel ve teknik yönden gelişmesi için bir fırsat olacağı bilinci ile, yapacağınız uyarılar/eleştiriler, editör kurulu tarafından memnuniyetle karşılanarak hızlı ve yapıcı bir şekilde iyileştirmelerimiz gerçekleştirilmektedir.

Etik Kurul Onayı

Yazarlar yayımlamak istedikleri makale ile ilgili olarak gerekli olan etik kurul onayını aldıkları kurumu ve onay numarasını **Materyal ve Yöntem** bölümünde mutlaka belirtmelidirler. Yayın kurulu gerekli gördüğünde “Etik Kurul Onay Belgesini” ayrıca isteyebilir. Makalenin etik kurul onayı gerektirip gerektirmediği aşağıda bildirilen kısımdan yazarlar ve alan editörleri tarafından mutlaka sorgulanması gerekmektedir.

Etik Kurul izni gerektiren araştırmalar aşağıdaki gibidir.

- Anket, mülakat, odak grup çalışması, gözlem, deney, görüşme teknikleri kullanılarak katılımcılardan veri toplanmasını gerektiren nitel ya da nicel yaklaşımlarla yürütülen her türlü araştırmalar
- İnsan ve hayvanların (materyal/veriler dahil) deneysel ya da diğer bilimsel amaçlarla kullanılması,
- İnsanlar üzerinde yapılan klinik araştırmalar,
- Hayvanlar üzerinde yapılan araştırmalar,
- Kişisel verilerin korunması kanunu gereğince retrospektif çalışmalar,

Ayrıca;

- Olgu sunumlarında “Aydınlatılmış onam formu”nun alındığının belirtilmesi,

- Başkalarına ait ölçek, anket, fotoğrafların kullanımı için sahiplerinden izin alınması ve belirtilmesi,
- Kullanılan fikir ve sanat eserleri için telif hakları düzenlemelerine uyulduğunun belirtilmesi.

Makale Yazım Kuralları

TR Dizin kriterleri gereği dergimize gönderilecek olan makalelerin mutlaka aşağıda belirtilen hususlara uyması gerekmektedir.

Tüm bilim dallarında yapılan ve etik kurul kararı gerektiren klinik ve deneysel insan ve hayvanlar üzerindeki çalışmalar için ayrı ayrı etik kurul onayı alınmış olmalı, **bu onay makalede belirtilmeli ve belgelendirilmelidir.**

Makalelerde Araştırma ve Yayın Etiğine uyulduğuna dair ifadeye yer verilmelidir. Etik kurul izni gerektiren çalışmalarda, izinle ilgili bilgiler (kurul adı, tarih ve sayı no) yöntem bölümünde ve ayrıca makale ilk/son sayfasında yer verilmelidir.

Kullanılan fikir ve sanat eserleri için telif hakları düzenlemelerine riayet edilmesi gerekmektedir.

Makale sonunda; Araştırmacıların Katkı Oranı beyanı, varsa Destek ve Teşekkür Beyanı, Çatışma Beyanı verilmesi gerekmektedir.

Makaleler; Ana Başlık, Öz, İngilizce Başlık, Abstract, Giriş, Materyal ve Yöntem, Bulgular ve Tartışma (ayrı olabilir) Sonuç, Teşekkür veya Bilgi Notu (Gerekli ise) ile Kaynaklar bölümlerinden oluşmalıdır.

Makale içinde metin A4 (210 x 297 mm) formunda beyaz kağıda, Microsoft Word formatında, üst ve alttan, 2 cm; sağ ve soldan 2.5 cm boşluk bırakılarak 1.5 satır aralığı ile 10 punto Times New Roman yazı karakterinde yazılmalı ve metin iki yandan hizalanmış olmalıdır.

Ana Başlık haricinde tüm bölüm başlıkları sadece ilk harfleri büyük olacak şekilde küçük harflerle, koyulaştırılmış, 12 punto yazı karakterinde, sola yaslı ve üstten birer boşluk kalacak şekilde yerleştirilecektir. Ana başlıklardan sonra metin ile arasında birer satır boşluk bırakılmalı. İlk paragrafta paragraf başı kullanılmamalı izleyen paragraflara ise 0.5 cm içerden başlayarak devam edilmelidir.

Aşağıdaki yazım kurallarına uygun hazırlanmış olan makale 25 sayfayı aşmamalıdır.

Makalenin hazırlanması aşamasında örnek makaleye buradan ulaşabilirsiniz. **Örnek Makale Word formatı**

Ana Başlık: 14 punto, koyulaştırılmış (bold) olarak ve başlıktaki her kelimenin ilk harfi büyük olacak şekilde 1.5 satır aralığı ile yazılmalı ve sayfaya ortalanmalıdır. Başlığın bittiği en son karakterine yayın bir tezdin ya da bir projeden yapılmış ise üssel atfı verilmeli ve sayfa sonunda dip not olarak eklenmelidir. Başlık 20 kelimeyi aşmamalıdır.

Yazar Adları: Yazarların açık adları unvan belirtilmeden adlarının ilk harfi büyük, soyadların tümü büyük harf olacak şekilde koyulaştırılmış, başlıktan sonra bir satır boşluk bırakılarak ve sayfaya ortalanarak 12 punto yazılmalıdır. Soyadların bittiği en son karakter üzerine üssel olarak rakam ile yazar adresine atıfta bulunulmalı ve sayfa sonunda dip not olarak eklenmelidir.

Yazarlara ilişkin dipnot olarak verilen bilgilerde sırasıyla öncelikle sorumlu yazara ait bilgiler (adres bilgileri, e-posta ve OrcID) "Sorumlu yazar/Corresponding author" ifadesi ile yer almalıdır. Alt satırında sorumlu yazar

dışında kalan yazarların makaledeki üssel atıf sıralamalarına göre adres bilgileri, e-posta ve OrcID bilgilerine yer verilmelidir.

Bir sonraki alt satırda ise makaleye yapılacak atıf bilgilerine; “(Atıf/Citation)” ifadesi ile yazarların Soyadı ve Adının ilk harfi, Makalenin yılı, Makalenin Başlığı, Derginin Adı, Cilt, Sayı, sayfa numarası şeklinde yer verilmelidir.

Öz: Yazar adlarının ardından iki satır boşluk bırakılarak, 10 punto olarak yazılmalı ve 300 kelimeyi geçmemelidir. Paragrafın bitiminde bir satır boşluk bırakılarak anahtar kelimeler 10 punto olacak şekilde alfabetik sıra ile yazılmalı, sayısı 6’yı aşmamalıdır.

İngilizce Başlık: Anahtar kelimeleri takiben iki satır boşluk kalacak şekilde 12 punto koyulaştırılmış olarak sayfayı ortalayacak şekilde makalenin İngilizce başlığı konulmalıdır.

Abstract: İngilizce başlığın ardından bir satır boşluğu bırakılarak 10 punto olarak yazılmalıdır. Paragrafın bitiminde bir satır boşluk bırakılarak 10 punto olacak şekilde Keywords yazılmalı sayısı 6’yı aşmamalıdır.

Makalenin İngilizce olması durumunda Sıralama İngilizce başlık, yazar adları, Abstract, Türkçe başlık, Öz sırasını izlemelidir.

Giriş: Bu bölümde çalışmanın bilimsel hipotezi açıklanmalı, konu ile ilgili yapılmış diğer araştırmalar hakkında bilgiler verilmelidir. Çalışmanın amacı açıkça bu bölümde belirtilmelidir. Giriş bölümü ve metinler “Keywords”den bir satır boşluk bırakılarak 10 punto olacak şekilde yazılmalıdır.

Materyal ve Yöntem: Bu bölümde çalışmada kullanılan tüm materyaller, analitik ve istatistiksel yöntemler açıklanmalıdır.

Bulgular ve Tartışma: Bu bölümde elde edilen bulgular verilmeli, gerekirse şekil ve çizelgelerle desteklenerek açıklanmalıdır. Daha önceki literatür dikkate alınarak elde edilen veriler tartışılmalıdır. Şekil ve Çizelgelere mutlaka metin içerisinde atıfta bulunulmalıdır. Çizelge ve Şekiller atıftan sonra gelecek en uygun yere konulmalıdır.

Sonuç: Elde edilen sonuçların bilime ve uygulamaya katkısı önerilerle birlikte vurgulanmalıdır.

Teşekkür (Bilgi Notu): Çalışmaya katkısı olan kişiler, araştırmacıların katkı oranı, varsa Destek ve Teşekkür beyanı, çatışma beyanı, fon, başlıklar vb. makalenin bu bölümünde belirtilmelidir.

Şekiller ve Çizelgeler: Tüm şekil ve çizelgeler numara verilmiş şekilde, makalenin içinde bulunmalıdırlar. Şekil, çizelge ve resimlerin numaralandırması ise Şekil 1, Şekil 2. vb. şeklinde 10 punto ile koyulaştırılarak verilmelidir. Şekil açıklamalarının ardından bir boşluk bırakılarak paragraflar arasında bir boşluk kalacak şekilde ana metin yazılmalıdır. Metin içerisinde yer alan çizelgelerde çizelge numaraları Çizelge 1, Çizelge 2. şeklinde çizelgenin üzerine yazılmalı açıklamaları ise koyulaştırılmamış şekilde olmalı ve çizelge üst sınırı ile açıklama yazısı arasında boşluk bırakılmamalıdır. Şekiller en az 300 dpi çözünürlükte olmalıdır.

Tüm makalelerde **SI (International System of Units)** ölçü birimleri ve ondalık kesir olarak nokta kullanılmalıdır (1,25 yerine 1.25 gibi). Birimlerde “ / ” kullanılmamalı ve birimler arasında bir boşluk verilmelidir (4 m/s yerine 4 m s⁻¹, 5 kg N ha⁻¹ gibi).

Formüller numaralandırılmalı ve formül numarası formülün yanına sağa dayalı olarak parantez içinde gösterilmelidir. Formüller 10 punto olacak şekilde ana karakterler ve değişkenler italik, rakamlar ve matematiksel ifadeler düz olarak verilmelidir. Metin içerisinde atıf yapılacaksa “Eşitlik 1” şeklinde verilmelidir (ilişkin model, Eşitlik 1’de verilmiştir).

Kaynakça: Makale içindeki tüm atıflar, yazar soyadına göre alfabetik sıra ile kaynakça bölümünde verilmelidir.

Makale içindeki atıflarda “yazar, yıl” sistemi kullanılmalıdır, Smith (2007), cümle sonunda ise (Smith, 2007). İki yazarlı ise Smith ve Cash (2007). Üç ve daha fazla yazarlı ise “ilk yazar ve ark.” (Smith ve ark., 2007) şeklinde belirtilmelidir.

Kaynakçada bildirilen atıflar ilk yazarın soyadına göre alfabetik sıra ile yazılmalıdır. İki ya da daha fazla yazarlı atıflarda yazarlar Türkçe kaynaklarda “ve” İngilizce kaynaklarda “and” ile ayrılmalıdır. Ör.1: Şeker, M., Yücel, Z. ve Nurdan, E. 2004. Ör.2: Smith, M., Hill, Z. and Nelson E. 2000.

Aynı yazarın aynı yıla ait makalelerini kaynakça bölümünde gösterirken a, b, c, vs. harfleri yılın sonuna eklenerek gösterilmelidir.

Atıflar kaynakçada alıntılanan kaynağa göre **Harvard referans sistemi** çerçevesinde aşağıdaki gibi gösterilmeli, karakter büyüklüğü olarak 10 punto kullanılmalıdır.

Makaleler:

Soyadı, Adının ilk harfi. ve Soyadı, Adının ilk harfi. Yayın yılı. Makale başlığı. Yayınlandığı Dergi (italik), Cilt(Sayı): Başlangıç ve bitiş sayfası. Şeklinde olmalı

Buragohain, P., Sreedeeep, S., Lin, P., Ni, J. and Garg, A. 2019. Influence of soil variability on single and competitive interaction of ammonium and potassium: experimental study on seven different soils. *Journal of Soils and Sediments*, 19(1): 186-197.

Ferraro, A. and Scremin-Dias, E. 2018. Structural features of species of Asteraceae that arouse discussions about adaptation to seasonally dry environments of the Neotropics. *Acta Botanica Brasılica*, 32(1): 113-127.

Kitap:

Soyadı, Adının ilk harfi. ve Soyadı, Adının ilk harfi. Yayın yılı. Kitabın başlığı(italik). Yayınlayan, Şehir veya Ülke, Sayfa Sayısı. Şeklinde olmalıdır.

Gardner, F.P., Pearce, R.B. and Mitchell, R.L. 2017. Physiology of crop plants (No. Ed. 2). Scientific Publishers, Jodhpur, India. 327p.

Ensminger, M.E., Oldfield, J.E. and Heinemann, W.W. 1990. *Feeds and nutrition digest: formerly, Feeds and nutrition—abridged*, The Ensminger Publishing Company, Clovis, CA (1990), 110p.

Kitabın bir bölümü:

Soyadı, Adının ilk harfi. ve Soyadı, Adının ilk harfi. Yayın yılı. Bölümün başlığı: Kitabın başlığı, Editör(ler): Editör(ler)in soyadı, ilk ad(lar)ının baş harf(ler)i., Yayınlayan, Şehir veya Ülke, Bölümün başlangıç ve bitiş sayfası. Şeklinde olmalıdır.

Primmer, C. 2006. Genetic characterization of populations and its use in conservation decision-making in fish: *The role of biotechnology in exploring and protecting agricultural genetic resources*, Ed.: Ruane, J., Sonnino, A., FAO, Rome, Italy, pp: 97-104.

Bildiri kitabı:

Soyadı, Adının ilk harfi. ve Soyadı, Adının ilk harfi. Yayın Yılı. Bildirinin başlığı. Kongre, sempozyum vb'nin adı, varsa tarihi, Yapıldığı yer, yapıldığı il, sayfası. Şeklinde olmalıdır.

Susurluk, A., S. Hollmer, U.K. Mehta, R. Han, E. Tarasco, O. Triggian, A. Peters and R.-U. Ehlers. 2003. Molecular identification of entomopathogenic nematodes from Turkey, India, China, Italy, Norway, Albania and Germany by PCR-RFLP. 9th European Meeting of the IOBC/WPRS Working Group, 23-29 May 2003, Schloss Salzau, Germany, p:101-103.

Tez: Soyadı, Adının ilk harfi., (Yıl), Tezin başlığı, Tezin çeşidi, Üniversite ve Bölüm adı. Şeklinde olmalıdır.

Scheffe, H. 1973. Symptotic Theory of Sequential Fixed- Width Confidence Intervals. Unpublished Ph.D. dissertation, Florida State University, Dept. of Statistics.

Yazarı belirtilmeyen kurum yayınları:

Anonim 2005. Tarımsal Yapı. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enst. Yayın No: 1579, Ankara. <http://www.agri.ankara.edu.tr/tarimbilimleri> (Erişim tarihi: 12.07.2005).

İnternet:

TÜBİTAK (2008). Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu, Türkiye Veri Servisi. <http://www.tubitak.gov.tr/tubives> (Erişim tarihi: 11.05.2008).



BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ

Journal of Agricultural Faculty of Bursa Uludag University

Görükle Kampüsü 16059 Bursa/Türkiye

e-ISSN 2651-4044

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

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

Aim

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

Scope

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

Publication Policy

It accepts original research and review articles in English and in Turkish. Manuscript submissions should be made from the **DergiPark system** (<https://dergipark.org.tr/tr/pub/bursauludagziraat>) by the corresponding author. The submitted articles should be neither published nor be under consideration elsewhere. During the submission process, besides (1) the full text articles with the author names and (2) similarity report (Ithenticate) indicating that the full text article has been scanned (must be below 20%), (3) signed and scanned application form, and (4) Conflict of interest, authorship contribution form, Ethics committee approval report, etc. signed by all authors. (5) scanned copy of the copyright transfer form which was signed by all authors must be uploaded to the **DergiPark system** (<http://dergipark.org.tr/login>) via applying the registration procedure. There is no charge for the article to be published in the journal. All rights of the published articles belong to the Journal of Agricultural Faculty of Bursa Uludag University. Authors are responsible for the scientific content of the article to be published. No royalty is paid to the authors. Only two manuscripts of the same first author are allowed to be published in the same issue. Articles cannot be published or presented somewhere else without our journal permission. Some or all of the articles cannot be used without cited to our journal.

In the articles to be published in our journal; **it is important to refer to at least one publication** published in the previous issues of the journal. The title of the journal should be cited as “**Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.**”

Evaluation Process

The submitted manuscript for publication is taken into consideration by the editor in accordance with the principles of publication. In case of finding not qualified to publish it in the journal, the editor has the right to make a decision to return the articles to the author / authors without sending to the referees. Papers should be written with fluent English without any grammatical and typographical errors. Manuscripts with any of those errors will be rejected and sent to the authors for corrections before submission and review. The journal uses double-blind system for peer-review; both reviewers and authors' identities remain anonymous. The paper will be peer-reviewed at least by two reviewers and one editor from the journal. The authors should upload the corrected manuscript with correction form and answers to the reviewers' comments immediately after receiving the comments. The Editor is the ultimate decision-maker for the publication of the manuscript, taking into account the referee reports and / or the adequacy of the requested corrections. Before the publication of the manuscript, the manuscript is edited and sent to the author for the final check. After the final check of the article, the author signs the request for pre-printing by signing the request and confirmation form. Print errors as a result of incorrect control are the responsibility of the authors. The evaluation process of the article takes approximately 3-4 months. The duration of the process; It may vary according to the referee evaluations, the responses of the authors to the referees and the response time and the referees' request to see the corrections again. The completed works are published within the article limits that should be in the issue of the journal, considering the date of acceptance.

Plagiarism Percentage

Articles that have been submitted to the journal must have been scanned with the plagiarism program (iThenticate Plagiarism Detection Software) (<http://www.ithenticate.com>) before being included in the review process. As a result of the screening, except for the References section, articles with a similarity rate of 20% and below are accepted to the application. It is necessary to upload the iThenticate report to the system along with the article application for the evaluation process.

Ethical Guidelines

The publication process at **Journal of Agricultural Faculty of Bursa Uludag University** is the basis of the improvement and dissemination of information objectively and respectfully. Therefore, the procedures in this process improve the quality of the studies. Peer-reviewed studies are the ones that support and materialize the scientific method. At this point, it is of utmost importance that all parties included in the publication process (authors, readers and researchers, publisher, reviewers and editors) comply with the standards of ethical considerations. **Journal of Agricultural Faculty of Bursa Uludag University** expects all parties to hold the following ethical responsibilities.

The following ethical duties and responsibilities are written in the light of the guide and policies made by Committee on Publication Ethics (COPE) and directives of YÖK on scientific research and publication ethics.

The general ethical behaviors and responsibilities that are expected from all parties (authors, journal editors, referees and publishers) regarding the principles of publication in the peer-reviewed journal are stated below.

Author's responsibilities:

The references list should be complete;

No plagiarism, no fraudulent data is allowed;

It is forbidden to publish same research in more than one journal;

Authors obliged to participate in peer review process;

All authors have significantly contributed to the research;

Statement that all data in article are real and authentic;

All authors are obliged to provide retractions or corrections of mistakes,

Authors should ensure that any studies involving human or animal subjects conform to national, local and institutional laws and requirements.

The actions against science research and publication ethics include;

a) **Plagiarism:** Presenting others' ideas, methods, data, applications, writings, figures or works as if they were their own works, partly or completely, without referring to the scientific rules.

b) **Fraud:** to produce data that is not based on research, to organize or modify the work submitted or published on the basis of unreal data, to report or to publish them, to make a research that has not been done.

c) **Distorting:** Dealing with the records of research and the data obtained, showing the unused methods, devices and materials used in the research, playing with data and / or results to fit the relevant theory or assumptions, or falsifying or shaping the results of the research in the interests of the people and organizations supported.

d) **Slicing:** Presenting the results of a research as separate works by disrupting the uniqueness of the research, by dissecting it inappropriately and making a large number of publications without reference to each other.

e) **Unfair writer:** To include people who do not have active contribution among the authors, not to include the people who have active contribution among the writers, to change the ranking of the authors without any justification and in an inappropriate way, to remove the names of those who have active contributions from the work during publication or in later editions, and to use their influence even if there is no active contribution.

f) **Other types of ethical violations:** Not expressing the contributions of the persons, institutions or organizations that support them in the research, and their contributions in the research,

Not to obey the ethical rules in human and animal research, to respect the rights of patients in their publications,

To share the information contained in a work that he is commissioned to examine as an arbitrator with others,

To use the sources, facilities and devices provided for scientific research out of their use purposes.

To blame for a completely irrelevant, unwarranted and intentional violation of ethics (YÖK Scientific Research and Publication Ethics Directive, Article 8).

Peer review/responsibility for the reviewers:

To contribute to the decision-making process, and to assist in improving the quality of the published paper by reviewing the manuscript objectively.

Reviewers should have no conflict of interest with respect to the research, the authors and/or the research funders;

Judgments should be objective;

Reviewed articles should be treated confidentially.

Editorial responsibilities:

Editors have complete responsibility and authority to reject/accept an article;

Editors should have no conflict of interest with respect to articles they reject/accept;

Only accept a paper when reasonably certain;

Preserve anonymity of reviewers.

No plagiarism, no fraudulent data.

When errors are found, promote publication of correction or retraction;

To act in a balanced, objective and fair way while carrying out their expected duties, without discrimination on grounds of gender, sexual orientation, religious or political beliefs, ethnic or geographical origin of the authors.

Duties of the Publisher

Monitoring/safeguarding publishing ethics by editorial board;

Guidelines for retracting articles;

Maintain the integrity of the academic record;

Preclude business needs from compromising intellectual and ethical standards;

Always be willing to publish corrections, clarifications, retractions, and apologies when needed.

In an article published in the journal, the reader can send an e-mail to zfdergisi@uludag.edu.tr when he has any warnings about important scientific error or plagiarism, recurring articles. With the awareness that the journal will be an opportunity for the scientific and technical development of the journal, your warnings / criticisms are welcomed by the editorial board and our improvements are made quickly and constructively.

Journal of Agricultural Faculty of Bursa Uludag University is committed to ensuring that commercial revenue has no impact or influence on editorial decisions. In addition, **Journal of Agricultural Faculty of Bursa Uludag University** will assist in communications with other journals and/or publishers where this is useful to editors. Finally, we are working closely with other publishers and industry associations to set standards for best practices on ethical matters, errors, and retractions—and are prepared to provide specialized legal review and counsel if necessary.

Ethics Committee Approval

Authors should indicate the name of institute approves the necessary ethical commission report and the serial number of the approval in the **Material and Methods** section. If necessary, editorial board may also request the official document of the ethical commission report. Whether the article requires approval from the ethical committee should be questioned by the authors and editors from the section below.

Researches requiring the Ethics Committee's permission are as follows

- Any research carried out with qualitative or quantitative approaches that require data collection from participants using survey, interview, focus group work, observation, experiment, interview techniques.
- Use of humans and animals (including material / data) for experimental or other scientific purposes,
- Clinical researches on humans,
- Researches on animals,
- Retrospective studies in accordance with the law of protection of personal data,

Also;

- In the case reports, it is stated that the “informed consent form” was taken,
- Obtaining and specifying the permission of the owners for the use of scales, surveys and photographs belonging to others,
- Stating that the copyright regulations are complied with for the ideas and works of art used.

Article Writing Rules

In accordance with TR Index criteria, the articles to be sent to our journal must absolutely comply with the following points.

Ethics committee approval must be obtained separately for clinical and experimental studies on humans and animals that are conducted in all disciplines and require ethical committee decision, **this approval must be stated and documented in the article.**

Articles should include a statement that the Research and Publication Ethics are complied with.

In studies requiring ethics committee approval, information about the permission (name of the board, date and number) should be included in the method section and also on the first / last page of the article.

It is necessary to comply with copyright regulations for the intellectual and artistic works used.

At the end of the article; Researchers' Contribution Rate statement, Support and Appreciation Statement if available, Conflict Statement must be submitted.

Articles should be composed of such sections; Main Title, Abstract, main title in Turkish, Abstract in Turkish, Introduction, Material and Method, Results and Discussion (may be separate), Conclusion, Acknowledgment or Information Note (if necessary) and Resources.

Manuscript should be written in white paper A4 (210 x 297 mm) form, in 10 point, **Times New Roman** font with 1.5 line space with the margins of 2 cm from top and 2 cm from bottom, 2.5 cm from right and left and justified. The file type/format of the manuscript must be in the Microsoft Word format.

All headings, except for the main Title, should be written in small letters except the first letters, bold in 12-font, left-justified and a blank space at the top. After the headings, one line should be left between the headings and the text. The first paragraph should be started at the left-justified and the following paragraphs should be started from 0.5 cm inside.

The manuscript prepared in accordance with the following rules should not exceed 25 pages.

During the preparation of the article; **authors can use the manuscript template word doc format.**

Main Title: Title must be typewritten in **bold 14-point** font Times New Roman, centred, with 1.5 line space and title case. If manuscript is prepared from a thesis or a project, it should be referenced by using a superscript number at the last character of title and should be added as a footnote at the end of the page. **Title should not exceed 20 words.**

Name(s) of the author(s): The first letters of the name(s) of the author(s) without a title should be capital in **12-point** font Times New Roman, centered, with one line space with the title. Address(es) of the author(s) should be indicated with a superscript(s) number(s) and added as a footnote at the end of the page.

In the information given as a footnote to the authors, firstly, the information of the corresponding author (address information, e-mail and orcid) should be included with the statement "Corresponding author / sorumlu yazar". The sub-line should include address information, e-mail and OrcID information of the authors other than the corresponding author in the order.

In the next sub-line, citation information of the article should be given with the statement "Atif / Citation". This information should include the surnames and the first letter of the authors, the year of the article, title of the article, Journal Name, Volume, Number, page number.

Abstract: Abstract should be written with two line space between author(s) reference(s) in **10-point font Times New Roman** and must not exceed **300** words. Below the abstract "**keywords**" should be written with one line space in **10-point font Times New Roman** and must not exceed **6**.

Turkish Title: Turkish title should be written with two line space between key words, in **bold 12-point font Times New Roman**, centered.

Abstract (in Turkish): Abstract (in Turkish) should be written with two line space between author(s) reference(s) in **12-point font Times New Roman**. Below the abstract Keywords (Anahtar Kelimeler) should be written with one line space in **10-point font Times New Roman**.

Introduction: In this section, the problem should be explained and information about previous studies and publications should be given. The purpose of the study should be clearly stated in this section. The introduction section should be written below key words with **10-point font** one line space.

Materials and Methods: All materials, analytical and statistical methods should be explained in this section.

Results and Discussion: The findings obtained in this section should be given and, if necessary, supported by figures and tables. The obtained data from the research should be discussed according to the results of previous literatures. Figures and tables must be cited in the text. Tables and Figures should be placed in the most appropriate place after the referral.

Conclusion: The contribution of the results to science and practice should be emphasized with the suggestions.

Acknowledgments (Information Note): The person who contributed to the study, fund and donations should be mentioned in this part of the article.

Figures and photographs: All Figures and photographs should be numbered, and adjusted by taking into consideration page margins. The description of the figures should be written in **10-point font Times New Roman** under the figures. Enumerating of figures and photographs should be in format of **Figure 1, Figure 2** etc. in **10-point font Times New Roman bold**. Main text should be written in **10-point font Times New Roman** with one line space between figure descriptions. Enumerating of tables should be in format of **Table 1, Table 2** etc. in **10-point font Times New Roman bold**. Table description should be written in normal font with no space between table and description. Figures should be at least 300 dpi resolution.

SI (International System of Units) units of measure and decimal point must be used in all manuscripts. (Ex.1.25 not 1,25). While giving the units, “4g/kg” should not be used. The wright description should be as “4 g kg⁻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).